TWOJE pismo o nauce

NIEZWYKŁA SOJA



DIAMENTY W LODOWYCH OLBRZYMACH



PŁYNNA PŁEĆ



WIEDZA I ŻYCIE

LISTOPAD 2026 nr 11 (1103)
CENA 18,00 ZŁ (w tym 8% VAT)
projektpulsar.pl
ukazuje się od 100 lat

SYSTEM OBRONY planetarnej

Symbol WŁADZY w dłoni

PODSTĘPNE korzenie

LUDZIE pokazywani w ZOO

ZAGADKA ANTYMATERII

PRZYDATNE W SZKOLE EKSKLAWY I ENKLAWY

INDEKS 38142X
ISSN 0137-8929
9 770137 892601 11>
Wydanie w sprzedaży do 24.11.2026


INTELIGENTNE
FORMY ŻYCIA,
ŁĄCZCIE SIĘ!
pulsar
PORTAL POPULARNONAUKOWY
PROJEKTPULSAR.PL



LISTOPAD 2026

w numerze



12
TECHNIKA

SYSTEM OBRONY PLANETARNEJ
Kamil Nadolski

Gdy astronomowie odkrywają planetoidę pędzącą w stronę Ziemi, zaczyna się wyścig z czasem, jakiego wcześniej w historii nie mieliśmy szansy podjąć.

46
HISTORIA

WŁADZA W GARŚCI
Agnieszka Krzemińska

Dłonią można wskazywać i gestykulować, ale dopiero trzymany w niej przedmiot zamienia gest w rozkaz. Kij, berło, buława czy różdżka stają się przedłużeniem ręki i znakiem niewidzialnej mocy.



66
BIOCHEMIA

NIEZWYKŁA SOJA
Mirosław Dworniczak

Najczęściej kojarzona jest z Azją i wegańskim jedzeniem, coraz popularniejszym także w Europie. Okazuje się jednak, że jej zastosowanie sięga znacznie dalej – od trwałych tuszów drukarskich przez sztuczną skórę aż do elementów wyposażenia samochodów.

Obalamy mity
CZY PSIE PYSKI SĄ CZYSTE?
Katarzyna Kornicka-Garbowska 2

Rozmyślania za Wielką Wodą
W JEDNEJ GŁOWIE DWA MÓZGI?
Krzysztof Szymborski 3

Sygnały 4

temat miesiąca

Technika
SYSTEM OBRONY PLANETARNEJ
Kamil Nadolski 12

Astrofizyka
OLBRZYMY LODOWE W LABORATORIUM
Przemek Berg 20

Społeczeństwo
LUDZKIE ZOO
Radosław Kożuszek 24

Medycyna
PŁYNNA PŁEĆ
Paweł Walewski 30

Geografia
KŁOPOTLIWE SKRAWKI LĄDÓW
Andrzej Hołdys 38

Historia
WŁADZA W GARŚCI
Agnieszka Krzemińska 46

Botanika
CO KORZENIE ROBIĄ W UKRYCIU
Ewa Nieckuła 54

Fizyka
ANTYMATERIA NA CIĘŻARÓWCE
Marcin Bieńkowski 60

Biochemia
NIEZWYKŁA SOJA
Mirosław Dworniczak 66

Nowinki techniczne 72

Laboratorium
KOLORY CZOSNKU
Paweł Jedynak 74

Głowa do góry
KOLOROWE SŁOŃCA
Weronika Śliwa 76

Na końcu języka
KORZEŃ
Jerzy Bralczyk 78

Trening umysłu
PUZELAND
Marek Penszko 79

Listy czytelników 80

Fot. Shutterstock (2), Muzeum Narodowe w Krakowie
Okładka: Fot. Shutterstock (3), James Wickboldt/LLNL

eprasa.pl 3a1b3655a0



Drodzy Czytelnicy!

OSTATNIO wprowadzono w Polsce obowiązek serwowania raz w tygodniu w szkołach całkowicie roślinnego obiadu, opartego na nasionach roślin strączkowych. Spotkało się to z krytyką części rodziców, którzy twierdzili, że ich dzieci nie będą tego jeść. Jak wiadomo, gdy nie nauczymy się czegoś spożywać w dzieciństwie, rzadko potem sięgamy po dany produkt. Na przykładzie świata zwierzęcego widać, jak istotną rolę w budowaniu menu odgrywa otoczenie. Ostatnio ukazały się w „Science" wyniki wieloletnich obserwacji orangutanów w Indonezji. Okazało się, że ich bogata dieta była skutkiem naśladowania innych osobników, a uczenie się społeczne występowało 5 razy częściej niż uczenie indywidualne. Osobniki o większych skłonnościach do obu typów nauki wykształciły najbardziej rozbudowane profile dietetyczne w momencie osiągnięcia niezależności (ok. 8. roku życia). Co ciekawe, uczenie się społeczne miało kompensacyjny wpływ na rozwój profilu dietetycznego, jeśli indywidualne poszerzanie menu było ograniczone.

Niestety, w przypadku ludzi rozbudowywanie diety idzie kiepsko. Lubimy tłuste rodzaje mięs, a przecież ich nadmierne spożywanie prowadzi do miażdżycy, która może się rozwijać już u dzieci – na skutek wadliwego żywienia coraz większa liczba dzieci i młodzieży ma podwyższony poziom cholesterolu. Może zatem pora na zmiany w menu? W bieżącym numerze przyglądamy się należącej do roślin strączkowych soi. Piszemy o zaletach odżywczych jej nasion, o obecnych w nich fitoestrogenach, o tym, jak zrobić zdrowe mleko sojowe, i o metodach otrzymywania rozmaitych produktów sojowych. Analizujemy także skutki spożywania roślin genetycznie modyfikowanych (GMO). Do tego dorzucamy garść nietypowych zastosowań soi, np. w przemyśle motoryzacyjnym.

Redaktor naczelna dr n. biol. Olga Orzyłowska-Śliwińska

Obalamy **mity**

Czy psie pyski są czyste?

GDY psy wylizują swoje rany, te szybciej się goją. Wskutek tego niektórzy myślą, że psie pyski są sterylne, a ich ślina dezynfekuje i ma właściwości lecznicze. Niewiele ma to wspólnego z rzeczywistością. W psim pysku żyje tyle samo gatunków bakterii co w naszych ustach. Pożyteczne działanie języka wiąże się z mechanicznym usuwaniem zanieczyszczeń i martwej tkanki, co dla zwierząt pozbawionych środków odkażających, wody i opatrunku staje się jedynym sposobem oczyszczenia rany. Ślina co prawda zawiera związki o działaniu antybakteryjnym, m.in. lizozym i laktoferynę, ale ich efekt jest zbyt słaby, by można było mówić o dezynfekcji. Co więcej, nadmiar lizania jest szkodliwy – skóra maceruje się, szwy puszczają, powstaje stan zapalny, a rana przestaje się goić. Dlatego po zabiegach weterynaryjnych psy zaopatrywane są w kołnierze zapobiegające temu procederowi.

I w ludzkiej, i w psiej jamie ustnej tętni bogate życie mikrobiologiczne. W psim pysku zidentyfikowano 714 gatunków bakterii. Dla porównania, według amerykańskich Narodowych Instytutów Zdrowia (NIH) w jamie ustnej człowieka bytuje ich ok. 700. Psy mają tak jak ludzie m.in. bakterie z rodzaju *Porphyromonas*, które odpowiadają za odkładanie się płytki nazębnej i rozwój stanów zapalnych. Bakterie przystosowane do życia w ciele psa słabo radzą sobie w organizmie człowieka, więc najczęściej nie prowadzą do choroby. Psia ślina nie stanowi zagrożenia dla nieuszkodzonej ludzkiej skóry, ale sytuacja zmienia się, gdy trafi do krwi, na błony śluzowe czy na otwartą ranę. Psy za pomocą pyska eksplorują otoczenie, wąchają ziemię, odchody i wyjadają stare resztki jedzenia, dlatego mogą przenosić patogeny niebezpieczne dla człowieka, np. bakterie kałowe *E. coli* i *Salmonella*, które u ludzi wywołują zatrucia pokarmowe. Przez kontakt ze śliną przenosi się też wścieklizna, a obecna w niej dość powszechnie bakteria *Capnocytophaga canimorsus* może prowadzić do groźnych infekcji, szczególnie u dzieci i osób z osłabioną odpornością. Właśnie dlatego specjaliści ostrzegają, by nie pozwalać psom na lizanie okolic oczu, ust czy otwartych ran.

Jednym z najczęściej diagnozowanych problemów dotyczących jamy ustnej u psów są choroby przyzębia (np. parodontoza), czyli stany zapalne tkanek otaczających zęby, m.in. dziąseł. Odpowiadają za nie bakterie żyjące w płytce nazębnej. Według szacunków mogą one dotyczyć nawet 80% psów powyżej 3. roku życia. Dlatego niezwykle istotne jest dbanie o higienę psiego pyska poprzez regularne, najlepiej codzienne szczotkowanie, stosowanie gryzaków dentystycznych i kontrole stomatologiczne przynajmniej raz w roku. W razie potrzeby lekarz wykona zabieg sanacji, polegający na usunięciu kamienia nazębnego i płytki bakteryjnej. Jest to szczególnie ważne, bo w skrajnych przypadkach bakterie z dziąseł mogą przedostać się do krwiobiegu i spowodować uszkodzenia nerek, wątroby czy serca. Do niepokoju powinny skłonić przede wszystkim nieświeży oddech i mniejszy apetyt pupila. Psi pysk nie jest oazą czystości. To jama ustna jak każda inna – pełna bakterii i wymagająca zastosowania szczoteczki. Pamiętajmy, że miłość do psa można okazać na wiele bezpieczniejszych niż buziaki sposobów.

dr n. biol., tech. wet. Katarzyna Kornicka-Garbowska

Fot. Adrianna Śliwińska

eprasa.pl 3a1b3655a0



KRZYSZTOF SZYMBORSKI

W jednej głowie dwa mózgi?

NASZ mózg to najbardziej skomplikowany twór biologicznej ewolucji. Jak dowodzą prof. Kyle Loh i jego doktoranci Carolyn „C" Dundes i Rayyana Jokhaia ze Stanford University School of Medicine (wyniki badań świeżo ogłoszone w „Nature Neuroscience"), jest on nawet bardziej skomplikowany, niż dotychczas powszechnie sądzono. Przez ostatnich kilkaset lat wśród anatomów i neurologów panowało przekonanie, że zawartość ludzkiej czaszki to zintegrowany pojedynczy organ ukształtowany ze wspólnej populacji komórek progenitorowych w toku rozwoju embrionalnego. Podręczniki głosiły, że od pojawienia się prekursora populacja ta ulegała zróżnicowaniu i rozgałęziała się, tworząc złożony system wyspecjalizowanych elementów układu nerwowego. Obraz ten jednak w sposób fundamentalny i przekonujący kwestionują wyniki badań stanfordzkich uczonych. Jak dowodzą oni, ludzki narząd zwany mózgiem składa się w istocie z blisko spojonych ze sobą „potomków" dwóch niezależnych „antycznych" układów nerwowych, które osiągnęły intymną bliskość w toku ewolucji przed setkami milionów lat.

Jeśli tak doniosłe ustalenia w historii biologii rozwojowej są prawdziwe, to można sobie zadać pytanie, dlaczego tak długo czekaliśmy na ich sformułowanie. Oczywiście naukowcy badający ludzki mózg i jego rozwój mają do czynienia z niezwykle trudnym zadaniem – nie tylko z racji niebywałej złożoności tematu, lecz również z przyczyn natury etycznej. Przypomnijmy pokrótce, jak przebiega rozwój płodowy człowieka. Zapłodnione jajo początkowo dzieli się na niezróżnicowane komórki, tworząc tzw. blastocystę, i dopiero po mniej więcej 14 dniach, w tzw. procesie gastrulacji, komórki potomne zaczynają się specjalizować, dając początek populacjom decydującym o przyszłej budowie rozmaitych tkanek, strukturze organizmu i właściwościach jego narządów. Precyzyjne poznanie zachodzących w tym czasie procesów na poziomie komórkowym i molekularnym wymaga badań *in vitro*, czyli sztucznej hodowli w naczyniach laboratoryjnych. Ze względów etycznych naukowcy zaprzestają analiz po rozpoczęciu gastrulacji, która prowadzi do pojawienia się zarodka „posiadającego cechy istoty ludzkiej". Tak więc powiedzieć można, że na badania rozwoju człowieka w decydującym momencie spuszczona zostaje zasłona.

Bardziej dociekliwe analizy można podjąć na dorosłych osobnikach, lecz wtedy jest już trochę trudniej wrócić do momentu narodzin specjalizacji komórkowej. To, co pozostaje biologom rozwojowym, to modele zwierzęce – prymitywniejsze od ludzi organizmy takie jak płazińce, myszy czy muszki owocowe, których ćwiartowanie nie stwarza tak poważnych problemów moralnych. Doktoranci Loha skierowali więc uwagę na myszy i oto co odkryli. W toku gastrulacji mysich zarodków pojawiają się dwie odrębne populacje progenitorowe prowadzące do konstrukcji ich układu nerwowego. Jedna związana jest z genem *Otx2*, druga – z genem *Gbx2*. Obie te populacje nigdy się nie krzyżują ani na siebie nie zachodzą. Pierwsza prowadzi do rozwoju dwóch przednich rozległych obszarów mózgu – przodomózgowia i śródmózgowia, a druga w końcowym efekcie odpowiada za stworzenie tyłomózgowia. To samo dotyczy ludzkiego mózgu.

Czym zajmuje się przednia, a czym tylna część mózgu? W trójdzielnym modelu tego organu, zaproponowanym w latach 60. przez amerykańskiego neurologa Paula MacLeana, poszczególne jego obszary zwane były często mózgiem gadzim, ssaczym i racjonalnym (ulokowane po kolei od tyłu do przodu). Odkrycie Loha i jego współpracowników sugeruje nowy model. Według niego mózg ludzki dzieli się na dwa mózgi. Tyłomózgowie kontroluje podstawowe funkcje niezbędne do przetrwania organizmu (bicie serca, automatyczne oddychanie, cykle snu, apetyt), a także mięśnie twarzy, języka i gardła, które wpływają na mowę i połykanie. Z kolei przodomózgowie i śródmózgowie wspólnie zajmują się mową, świadomością, rozumowaniem abstrakcyjnym oraz przetwarzaniem bodźców słuchowych i wzrokowych. Ewolucyjna historia tego modelu sięga 550 mln lat.



Fot. Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0



Antarktyda była przez setki milionów lat częścią superkontynentu Gondwana.

GEOLOGIA

POTĘŻNIEJSZE OD HIMALAJÓW

Dawno temu na Antarktydzie wznosiły się największe góry w historii Ziemi, których zniszczenie mogło uruchomić kambryjską eksplozję życia.

Po tym ogromnym masywie pozostały jedynie ziarenka cyrkonów, odnalezione przez geologów w osadach morskich wokół Białego Lądu. Przebadano ok. 1700 takich ziaren. Większość z nich powstała 650–450 mln lat temu, gdy w wyniku zderzeń kontynentów powstała Gondwana – superkontynent, który połączył m.in. dzisiejszą Antarktydę, Afrykę, Amerykę Południową, Australię i Indie. Cyrkony są dla geologów czymś w rodzaju kapsuł czasu – zachowują informacje o skałach, w których powstały, a ich wiek można ustalić dzięki obecnemu w nich uranowi. Wyniki badań ukazały się w „Earth and Planetary Science Letters".

Analiza wskazuje, że część cyrkonów pochodziła z głębokich skał tworzących korzenie gór. Tak jak drzewo ma pod ziemią rozbudowany system korzeni, tak wielkie pasma górskie mają potężne „korzenie", sięgające dziesiątków kilometrów w głąb skorupy ziemskiej. Chemia cyrkonów zdradza, że niektóre z tych skał powstały pod ogromnym ciśnieniem, charakterystycznym dla głębokich korzeni bardzo wysokich gór. Porównanie tych zapisów z cyrkonami z innych części świata doprowadziło naukowców do wniosku, że Antarktydę pokrywał niegdyś system górski podobny do Himalajów, ale rozciągający się na znacznie większą skalę. Był to prawdopodobnie największy epizod tworzenia wysokich gór w dziejach Ziemi.

Ten olbrzymi masyw nie oparł się jednak erozji. Deszcz, rzeki, wiatr i lodowce przez miliony lat go ścierały, a materiał – wraz z fosforem, żelazem i innymi składnikami potrzebnymi organizmom do życia – trafiał do oceanu. Mogło to pobudzić produkcję materii organicznej i tlenu. W ten sposób niszczenie gór mogło przyczynić się do zmiany składu chemicznego ziemskiej atmosfery i przygotować warunki do rozwoju zwierząt. **(HOLD)**

eprasa.pl 3a1b3655a0

EKOLOGIA

Wielkie oczy chronią ptaki

Nietypowa boja działa jak morski strach na wróble.

Do głównych problemów światowego rybołówstwa poza nadmiernymi połowami należy tzw. przyłów (ang. *bycatch*), czyli zwierzęta, które przypadkowo trafiły do rybackich sieci. W efekcie tego procederu giną tysiące ptaków, morskich żółwi, delfinów i małych ryb pozbawionych wartości handlowej. Sieci skrzelowe, czyli pionowa ściana z cienkiej żyłki, stanowią jedno z najczęściej stosowanych narzędzi połowowych – ryby wpływają w oczka sieci i zaczepiają się o nie pokrywami skrzelowymi. Kłopot polega na tym, że pod wodą sieci te pozostają praktycznie niewidoczne i często wpadają w nie morskie ptaki, które ścigają ryby w toni wodnej. Szacuje się, że u wybrzeży Europy ginie w ten sposób rocznie ok. 95 tys. z nich, głównie nurzyków i alk.

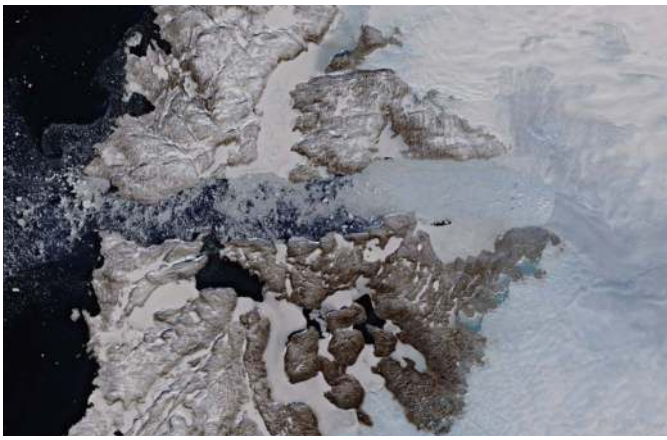
Próbę walki z tą śmiercionośną techniką połowu podjęli naukowcy z firmy Fishtek Marine, University of Exeter oraz organizacja The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB), znana z tego, że opracowane przez nią liny płoszące, rozciągane za statkiem, ograniczyły przyłów ptaków o 98% na namibijskich tankowcach i o 95% na trawlerach w RPA. 8 lat pracy badawczej zaowocowało stworzeniem nietypowej boi LEB (ang. *looming eye buoy*), która zniechęca ptaki do lądowania nad sieciami. Na jej głowicy umieszczono flagi z grafikami kół, które przypominają oczy, a ruch obrotowy tworzy złudzenie ich przybliżania i powiększania. Wiele ptaków utożsamia taki obraz z potencjalnym drapieżnikiem, a więc trzyma się od niego z daleka.

W ramach badań przetestowano też jeszcze prostsze rozwiązanie, czyli latawiec w kształcie ptaka drapieżnego, stosowany głównie na polach i w sadach. Skuteczność obu metod analizowano przez 2 lata we współpracy z dziesięcioma rybakami z Kornwalii. O wynikach czytamy w „Conservation Letters". Okazało się, że boja LEB zmniejszyła ryzyko schwytania nurzyków i alk o 59%, a latawiec – o 71%, co przełożyło się na ograniczenie przyłowu aż o $^2/_3$. Współpraca z rybakami okazała się kluczem do sukcesu badania. Dzięki zamontowanym na ich łodziach kamerom wykazano, że do przypadkowego połowu ptaków morskich dochodzi najczęściej w miesiącach zimowych i w określonych miejscach na morzu. Oznacza to, że działania odstraszające mogą być ukierunkowane i skuteczne, bo nie ma potrzeby obciążania nimi rybaków przez cały rok. Ich uwagi pozwoliły też na dopracowanie urządzeń tak, by jak najlepiej sprawdzały się na pokładzie. Choć wyniki analiz są obiecujące, należy pamiętać, że dotyczyły one jednego regionu, niedużej liczby łodzi i tylko dwóch gatunków ptaków. Nie wiadomo, czy podobne rezultaty wystąpią w innych warunkach i czy ptaki szybko nie odkryją, że straszaki nie stanowią dla nich realnego zagrożenia. **(KKG)**



Boja odstraszająca ptaki

Fot. Shutterstock, Fishtek Marine, Copernicus Sentinel data (2019)/ESA



Lodowiec Jakobshavn, spływający z północno-zachodniej Grenlandii, odprowadza co roku do oceanu ok. 50 mld t lodu.

GEOFIZYKA

Ziemia zmienia kształt

To głównie skutek utraty ok. 12 bln t lodu. Tyle zmieniło się w wodę w ciągu ostatniego półwiecza.

Aby policzyć, ile lodu ubyło z Grenlandii i Antarktydy, naukowcy zestawili niezależne pomiary pochodzące z 27 misji satelitarnych. Powstał w ten sposób jeden z najdokładniejszych bilansów zmian obu wielkich lądolodów, obejmujący niemal pół wieku. Dane o Grenlandii sięgają 1972 r., a o Antarktydzie – 1979. W tym czasie oba lądolody straciły łącznie ponad 12 bln t lodu, co podniosło poziom mórz o ok. 3,1 cm. Wyniki badań opublikowano w „Scientific Data". Co ciekawe, według ocen naukowców ponad 80% utraconego lodu zostało odprowadzone do oceanu przez coraz szybciej płynące z czasz Grenlandii i Antarktydy strumienie lodowe, transportujące ogromne masy materiału z wnętrza tych obszarów ku wybrzeżom. Reszta strat wiąże się głównie z procesami zachodzącymi w atmosferze – topnieniem powierzchni i zmianami opadów śniegu.

Autorzy drugiego badania, opublikowanego w „Journal of Geophysical Research", zwracają uwagę, że jedną z konsekwencji przyspieszonego topnienia lądolodów jest zmiana kształtu Ziemi. Lód jest ciężki. Przez tysiące lat jego masa uginała skorupę naszego globu, a teraz, gdy znika, podłoże zaczyna się powoli podnosić. Pomiary prowadzone za pomocą systemów nawigacji satelitarnej pokazują, że w latach 1997–2015 tempo unoszenia się powierzchni Ziemi w rejonach polarnych wzrosło z ok. 0,5 mm do 1 mm rocznie. W tym samym czasie okolice równika zaczęły się szybciej zapadać. Masy wody wędrujące z obszarów polarnych do niższych szerokości geograficznych zwiększają bowiem obciążenie dna oceanicznego. W efekcie skorupa ziemska unosi się przy biegunach i zapada w rejonie równika, przez co ogólny kształt globu staje się mniej spłaszczony. **(HOLD)**

eprasa.pl 3a1b3655a0

Donosy

Ze Skidmore College w USA donosi Krzysztof Szymborski

MŁODZI ODKRYWCY

W 2020 r. 10-letni Murphy Widdowson zabrał z bezludnej wyspy u wybrzeży Australii pająka. Biolodzy, którym pokazał zwierzę, uznali, że to nowy gatunek, i nazwali go *Artoriopsis murphyi*. Z kolei 10-letni Japończyk Jo Nagai dokonał w br. bardziej skomplikowanego odkrycia – dowiódł, że motyle, które wylęgły się z hodowanych przez niego gąsienic, po przepoczwarzeniu potrafiły go rozpoznać.

JAK STARE JEST ŻYCIE ZIEMI?

W okolicy indyjskiego miasta Jamshedpur geolożka Trisrota Chaudhuri natrafiła przed 12 laty na interesujący prążkowany kawałek skały krzemionkowej, zwanej czertem. Podejrzewała, że ciemne prążki są organicznego pochodzenia, co było o tyle interesujące, że wiek skały oszacowano wiarygodnymi metodami na 3,5 mld lat. Po długich badaniach jej przypuszczenie zostało potwierdzone i znaleziony przez nią czert jest niezaprzeczalnym dowodem istnienia w tym czasie na Ziemi organizmów żywych. Czy są one najstarsze ze znanych? Istnieją inni pretendenci, lecz wieku tych pozostałości nie określono ze 100-procentową pewnością.

GDZIE NARODZIŁY SIĘ NIETOPERZE

Emma Teeling z irlandzkiego University College Dublin zadała sobie niemały trud, koordynując badania 137 naukowców z 64 krajów, by ustalić, gdzie po raz pierwszy w toku ewolucji pojawiły się nietoperze, będące jedynymi sprawnie latającymi ssakami. Okazało się, że ich kolebką najprawdopodobniej była Europa.

CZY RYBY MAJĄ UCZUCIA?

Metaanaliza publikacji naukowych, które mogły rzucić światło na tę ważną dla wielu ludzi kwestię, okazała się afirmatywna. Badacze odkryli 19 fizjologicznych wskaźników dowodzących, że ryby mogą odczuwać stres, niepokój, strach i ból. Wydaje się, że ustalenie, czy czują też radość, nadzieję bądź entuzjazm, jest trudniejsze.

PALEONTOLOGIA

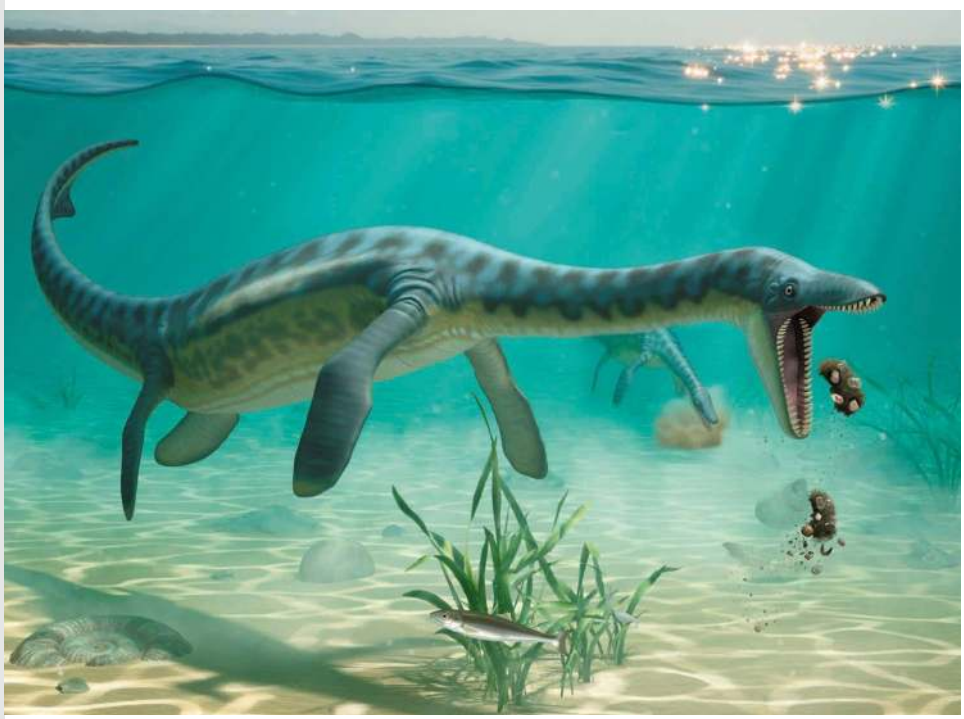
Plezjozaur wymiotuje na zdrowie

Wielkie mezozoiczne gady wodne oczyszczały układ pokarmowy z niestrawialnych resztek poprzez prowokowanie wymiotów.

Po wymarłych zwierzętach pozostały w skałach nie tylko ich skamieniałe kości i – rzadziej – tkanki miękkie, ale też rozmaite ślady aktywności, np. tropy, odchody czy wydrążone jamy. Do tej kategorii skamieniałości śladowych należą również wymiociny zwane regurgitalitem. Właśnie na takie twory, których wiek określono na ok. 160 mln lat, natrafił norweski paleontolog Dirk Knaust w rdzeniach wydobytych z dna Morza Północnego. W skamieniałych grudkach znalazł on muszle małży, rurki wieloszczetów, fragmenty liliowców oraz twarde części belemnitów. Ich ciasne upakowanie, ślady nadtrawienia i nieregularny kształt wskazywały, że nie były zwykłym osadem naniesionym przez fale. Grudki nie były też odchodami, gdyż zawierały wyjątkowo dużo niestrawionych resztek pokarmu.

Znaczne rozmiary wymiocin wskazywały na duże zwierzę. Naukowiec wziął pod uwagę rekiny i krokodyle, które wówczas żyły w tych morzach. One jednak polowały głównie na ryby, a w grudkach nie znaleziono szczątków ryb. Skład skamieniałości pasował natomiast do osobnika żywiącego się twardymi organizmami z dna morza. Najlepszym kandydatem okazał się plezjozaur. Co ciekawe, muszle pochodziły od zwierząt żyjących w otwartym morzu, natomiast skamieniałe wymiociny znaleziono w osadach delty rzecznej. Jak się tam znalazły? Zdaniem Knausta plezjozaury żerowały dalej od brzegu, a potem przypływały na płycizny, żeby pozbyć się tego, czego nie mogły strawić. Podobnie postępują dziś foki i krokodyle morskie. Plezjozaury jednak prawdopodobnie nie musiały wychodzić w tym celu na brzeg. Ich waga i charakterystyczna budowa sprawiały, że mogły zwymiotować w wodzie.

(HOLD)



Plezjozaur pływający w mezozoicznym oceanie (wizja autorska). Te gady morskie były mieszkańcami oceanów i mórz przez ponad 140 mln lat. Wymarły pod koniec kredy.

eprasa.pl 3a1b3655a0



Stada słoni dzielą się często na mniejsze grupy. Dlatego tak ważną rolę odgrywa u tych zwierząt komunikacja głosowa.

ETOLOGIA

AI uczy się mowy zwierząt

Czy potrafi usłyszeć w słoniowym gwarze coś, czego nie wychwytuje ludzkie ucho?

Młoda słonica Nastya, zagubiona na sawannie w kenijskim Parku Narodowym Amboseli, przez ponad godzinę nawoływała matkę. W końcu ją odnalazła. Obie wymieniły serię cichych pomruków i wróciły do stada. Takich dźwięków słonie wydają mnóstwo, ale naukowcom trudno je analizować, bo często kilka zwierząt odzywa się jednocześnie. Ok. 60% pomruków słoni pojawia się właśnie w takich nakładających się chórach.

Naukowcy z trzech organizacji pozarządowych – Earth Species Project, ElephantVoices i Amboseli Trust for Elephants – postanowili więc nie rozdzielać poszczególnych głosów, lecz sprawdzić, czy informacje o zachowaniu zwierząt można wyczytać z całego chóru. Wykorzystali ponad 900 nagrań dzikich słoni z Amboseli, zbieranych przez cztery dekady. Pojedyncze pomruki, których kontekst był znany – m.in. powitanie, kontakt czy nawoływanie do ruszenia – posłużyły do wytrenowania modeli uczenia maszynowego. Następnie algorytmy analizowały nakładające się głosy i potrafiły na tej podstawie określić, w jakiej sytuacji słonie się porozumiewają. Co więcej, w trzech z sześciu badanych sytuacji – podczas powitań, kontaktu i skoordynowanych nawoływań – odgłosy wydawane przez słonie stawały się z czasem bardziej podobne akustycznie. Naukowcy nazywają to konwergencją wokalną.

„Wyniki sugerują, że takie słoniowe chóry mogą być złożonymi sygnałami grupowymi pomagającymi zwierzętom koordynować zachowanie” – mówi Sara Keen, ekolożka z Earth Species Project. Ambicją badaczy jest rozwijanie narzędzi do analizowania głosów różnych gatunków i odkrywanie reguł, według których zwierzęta porozumiewają się w stadach. Publikacja, której bohaterką była Nastya, ukazała się w „Scientific Reports”. **(HOLD)**

GEOGRAFIA

Nowa mapa rozmieszczenia ludności

Pokazuje nie tylko, gdzie mieszkamy, ale także w jakich miejscach przebywamy w ciągu dnia.

Od ponad dwóch dekad amerykański rządowy ośrodek badawczy Oak Ridge National Laboratory rozwija system LandScan. Najnowsza wersja, LandScan Mosaic, wykorzystuje informacje o budynkach i ich przeznaczeniu. Algorytmy uczenia maszynowego szacują m.in. wysokość budynków, liczbę pięter oraz ich przeznaczenie. Na tej podstawie model rozdziela ludność między domy, biura, szkoły, zakłady przemysłowe i inne miejsca aktywności. Nie pokazuje więc wyłącznie tego, gdzie ludzie mieszkają. Próbuje odtworzyć ich wędrówkę przez całą dobę. Jego dokładność wynosi ok. 100 m. Nowością jest również podawanie poziomu niepewności dla poszczególnych szacunków. Badanie opisujące metodę opublikowano w „Scientific Reports”.

LandScan jest jednym z kilku globalnych podejść do tworzenia szczegółowych map zaludnienia (inne to np. WorldPop czy Global Human Settlement Layer). Takie informacje są wykorzystywane do planowania infrastruktury, oceny zagrożenia ludności podczas katastrof i organizowania pomocy humanitarnej. Oak Ridge rozwijało takie modele początkowo na potrzeby oceny ryzyka związanego z obiektami jądrowymi i reagowania kryzysowego, a z czasem znalazły one zastosowanie m.in. podczas trzęsień ziemi i tsunami. **(HOLD)**

Fot. Lantis Artemieff, Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0

Donosy

KWADRATOWE KUPKI

Jedynymi ssakami, których odchody mają kształt regularnych sześcianów o boku ok. 2 cm, są wombaty tasmańskie. Kształt ten wynika ze szczególnej budowy końcowej części jelit, które tworzy seria fragmentów o na przemian dużej i małej elastyczności. Jak głosi jedna z hipotez, torbacze te prowadzą dość samotniczy tryb życia i wykorzystują swe kupki do komunikacji z innymi osobnikami gatunku. Nośnikiem informacji jest nie tylko ich zapach, ale też właśnie kształt.

PSY NAS ROZUMIEJĄ

Wyniki najnowszych badań dotyczących funkcjonowania psich mózgów, przeprowadzonych w Budapeszcie pod kierunkiem Attili Andicsa, sugerują, że psy uczą się ludzkiej mowy w sposób podobny do naszych dzieci. Na podstawie obserwacji elektroencefalogramów 20 czworonogów oraz ich właścicieli uczeni węgierscy doszli do wniosku, że rozumienie ludzkiej mowy „nie wymaga istnienia w mózgu wyspecjalizowanych układów neuronalnych ani zdolności językowych na ludzkim poziomie".

NOWY CZŁONEK RODZINY KOTOWATYCH

W Boliwii namierzono nieznanego nauce dzikiego kota (pierwszy dodatek do rodziny Felidae od ok. 100 lat). Jego odkrywca początkowo sądził, że znalazł w lesie młodego, zagubionego kotka, który ważył tylko 1,4 kg, ale kotek ten nie chciał dalej rosnąć. Nowy gatunek nazwano *Leopardus tilcayo*.

NAJDOKŁADNIEJSZY ZEGAR

Badacze z Ośrodka Technologii Kwantowych w Singapurze skonstruowali udoskonalony zegar atomowy oparty na wykorzystaniu jonów lutetu (pierwiastek z grupy lantanowców), którego wskazania mogą zachować dokładność do 1 s przez najbliższe 300 mld lat. Poprawili tym samym niemal 10-krotnie dotychczasowy chiński rekord. Dokładność zegara jest tak duża, że mógłby posłużyć do mierzenia wpływu zmian pola grawitacyjnego na czas, czyli za jego pomocą można by sprawdzić poprawność ogólnej teorii względności Einsteina.



Nagrody Nobla w 2026 r.

Światło narzędziem badania mózgu

W dziedzinie fizjologii lub medycyny laureatami zostali Karl Deisseroth, Peter Hegemann i Georg Nagel. Hegemann i Nagel odkryli w jednokomórkowych glonach geny kodujące kanałorodopsyny – białka, które pod wpływem światła otwierały kanał jonowy w błonie komórkowej. Napływ jonów do komórki generuje impuls elektryczny. Pokazali też, że geny te można przenieść do innych komórek, które wtedy zaczynają reagować na światło. Z kolei zespół Deisserotha wykorzystał kanałorodopsynę do sterowania aktywnością neuronów, tworząc podstawy współczesnej optogenetyki. Jeśli podobne białko wprowadzi się do transgenicznego zwierzęcia, do konkretnej grupy neuronów mózgu, to za pomocą światła można te neurony pobudzić i sprawdzić, czy wpływa to na zachowanie konkretnego osobnika, m.in. już czegoś nauczonego. Niestety, problemem jest tu doprowadzenie światłowodu do głębszych struktur mózgu. Optogenetyka ma też potencjał terapeutyczny. U niewidomego pacjenta z retinopatią barwnikową częściowo przywrócono funkcje wzrokowe, a to dzięki wprowadzeniu światłoczułego białka do komórek siatkówki i zastosowaniu gogli stymulujących siatkówkę. To jednak wciąż terapia eksperymentalna.

Detektory neutrin

W dziedzinie fizyki laureatem został Francis Halzen. Dzięki niemu powstało na Antarktydzie obserwatorium IceCube. Głęboko pod lodem ulokowano ponad 5 tys. detektorów wykrywających neutrina przybywające do nas z kosmosu – z innych galaktyk czy z czarnych dziur. Neutrina to cząstki o bardzo wysokich energiach, ale pozbawione ładunku elektrycznego i mające bardzo małą masę. Z materią oddziałują tak słabo, że mogą przelecieć przez całą Ziemię, nie zderzając się po drodze z niczym. Z tego powodu są niezwykle trudne do wykrycia. Na podstawie różnic czasu między sygnałami z wielu czujników można odtworzyć kierunek lotu takich cząstek. Neutrina pozwalają badać procesy zachodzące daleko poza Układem Słonecznym.

Zagadka lustrzanych cząsteczek

Nobla z chemii otrzymali Henri Kagan i Kensō Soai. Dwie lustrzane wersje tej samej cząsteczki są niczym prawa i lewa rękawiczka. Mają identyczny skład, ale ich atomy różnią się ułożeniem w przestrzeni. W organizmie mogą działać inaczej, ponieważ białka i enzymy również mają określony kształt. Np. do budowy białek wykorzystywane są aminokwasy w określonej wersji. Zwykła reakcja chemiczna często produkuje obie wersje substancji w równych proporcjach. Kagan odkrył, że da się w reakcji znacznie zwiększyć przewagę jednej z nich. Z kolei Soai pokazał, w jaki sposób cząsteczka pomaga produkować kolejne cząsteczki tego samego rodzaju, dzięki czemu początkowo minimalna przewaga jednej wersji może wzrosnąć do 99,99% produktu. Osiągnięcia nagrodzonych badaczy pokazują, że struktura związku, od którego rozpoczyna się synteza, wpływa na jej kolejne etapy. Ma to ogromne znaczenie w produkcji różnych substancji, np. leków, gdy tylko jedna wersja oddziałuje terapeutycznie. **(OOŚ)**

Fot. Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0

Morze zmian. Porty, rzeki i wybrzeże w epoce transformacji



Widok z lądu jest pozornie taki sam jak kiedyś. Woda – nawet jeśli wzburza ją wiatr – koi nerwy i daje odpoczynek oczom. Pod powierzchnią jest jednak coraz cieplej, duszniej i brudniej. Morza i rzeki podlegają presji z powodu antropogenicznej zmiany klimatu. Jednocześnie człowiek ma wobec nich plany, które mogą pomóc i jemu, i planecie.

Katarzyna Czarnecka

Wyniki analiz sytuacji w ponad 21 tys. rzek świata przedstawili w „Science Advances" chińscy naukowcy. Według ich szacunków w niemal 4/5 zawartość tlenu zmalała. A bez niego żaden ekosystem nie może funkcjonować prawidłowo. Boleśnie przekonaliśmy się o tym w 2022 r., kiedy prawie umarła Odra. Połączenie niedotlenienia, zasolenia i wysokiej temperatury doprowadziło do zakwitu „złotej algi" – Prymnesium parvum – i masowej śmierci mieszkańców rzeki.



Fot. Shutterstock

Meandrująca Odra w Parku Narodowym Dolnej Odry z panoramą Szczecina

Niemal 1,6 tys. gatunkom ryb żyjących w wodach półkuli północnej przyjrzeli się badacze z Hiszpanii, Portugalii i Kolumbii. Długotrwałe ocieplenie wiąże się z rocznym zmniejszeniem się biomasy nawet o 19,8 proc. A zachwianie stabilności łańcucha troficznego jest złą wiadomością także dla znajdującego się na jednym z jego końców człowieka.

Morza i oceany podlegają także innym presjom. Choćby zanieczyszczeniu mikroplastikiem. Japońscy badacze przeanalizowali jego zawartość w osadach w zatoce Beppu. W „Science of the Total Environment" napisali, że pierwsze plastikowe drobiny pojawiły się w nich ok. 1951 roku. Po 1980 r. ich ilość wzrosła aż czterokrotnie – co roku było to średnio ponad 1,2 mln drobin na metr kwadratowy. Dla porównania: na powierzchni wielkości boiska piłkarskiego uzbierałoby się ich niemal dziewięć mld – choć razem ważyłyby niewiele ponad kilogram. A mówimy tylko o tych cząstkach, które opadły na dno. Ile zostało wcześniej połkniętych przez organizmy wodne?

Tymczasem mamy wobec wód coraz większe oczekiwania. Mają koić nasze nerwy, nie tylko wtedy, kiedy na nie patrzymy. Mają nas poić i karmić, zapewniać nam wygodny transport. Dodatkowo chcemy je wykorzystywać do produkcji energii, która pozwoli ograniczyć spalanie paliw kopalnych. Choćby nasz Bałtyk jest poligonem transformacji energetycznej. Pierwsza morska farma wiatrowa rozpoczęła przesyłanie energii do krajowej sieci w lipcu 2026 r., choć nadal jest w fazie testów. Po pełnym uruchomieniu ma produkować ok. czterech terawatogodzin energii rocznie – tyle, ile zużywa ponad półtora miliona gospodarstw domowych. Kolejne farmy są w budowie, a inne czekają na realizację. Prognozy zakładają, że do 2040 r. moc polskich elektrowni wiatrowych na morzu sięgnie ok. 18 gigawatów. Według szacunków Fundacji Instrat mogłyby one wytwarzać ok. 73 terawatogodzin energii rocznie – ponad 40 proc. obecnego zużycia prądu w Polsce.

Szczecin jest naturalnym miejscem do kolejnej rozmowy pulsara w cyklu „Podróż po wiedzę". Po katastrofie ekologicznej na Odrze pytanie o ochronę wód ma tu szczególną wagę, a rozwój morskiej energetyki wiatrowej każe zastanowić się nad przyszłością całego regionu. To właśnie tutaj warto pytać, jak pogodzić potrzeby żeglugi i energetyki z warunkami życia organizmów wodnych oraz ludzi, których los zależy od rzeki i morza.

Zapraszamy zatem 19 listopada o godz. 18 do Morskiego Centrum Nauki w Szczecinie im. prof. Jerzego Stelmacha (ul. Nad Duńczycą 1). Wstęp wolny. Dalsze szczegóły znajdziecie na www.projektpulsar.pl.

SPONSOREM CYKLU SPOTKAŃ „PODRÓŻ PO WIEDZĘ" JEST ENEA

eprasa.pl 3a1b3655a0



Silikonowy opatrunek wstrzykuje się bezpośrednio do rany.

MEDYCYNA

Piana na rany

Przyspiesza gojenie i zmniejsza ryzyko amputacji.

Klasyczne leczenie ran opiera się na stosowaniu opatrunków oraz plastrów, ale nawet najnowocześniejsze z nich są cienkie i płaskie. Tymczasem poważne urazy, np. po wybuchach czy zmiażdżeniach, skutkują głębokimi ranami o nieregularnym kształcie, a gdy materiał nie przylega do wszystkich zakamarków uszkodzenia, zbiera się w nich wysięk, czyli płyn zapalny. Namnażające się w nim bakterie tworzą biofilm – warstwę, która chroni je przed antybiotykami i układem odpornościowym. Jeśli infekcja nie zostanie opanowana na czas, może skończyć się amputacją kończyny, a nawet śmiercią chorego. Do takich sytuacji dochodzi na polu walki czy w rejonach dotkniętych katastrofami naturalnymi, gdzie poszkodowani nie mają natychmiastowego dostępu do pomocy medycznej, a szybkie zabezpieczenie rany jest kluczowe w procesie gojenia.

Z tym problemem postanowił zmierzyć się start-up medyczny AleSac, wywodzący się z Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Opracowany przez naukowców płynny silikon wstrzykuje się za pomocą specjalnego pistoletu bezpośrednio do rany, gdzie pęcznieje i tworzy idealnie dopasowaną antybakteryjną pianę, która całkowicie wypełnia nieregularną przestrzeń uszkodzonej tkanki. Materiał działa jak zaawansowana gąbka i pochłania wysięk wraz z obecnymi w nim mikrobami i toksynami. Do tego, jak wykazały testy laboratoryjne, struktura i skład pianki wykazują bezpośrednie działanie antybakteryjne, zwalczając wielolekooporne szczepy w czasie krótszym niż 2 godz. Na razie opracowano jedynie prototyp opatrunku, a o jego wartości przesądzą ewentualne badania przedkliniczne i kliniczne. Spółka została przyjęta do amerykańskiego akceleratora BioLab Catalyst, który ma jej pomóc przejść przez europejskie i amerykańskie wymogi regulacyjne, w tym procedurę Amerykańskiej Agencji Leków (FDA), poprzedzające wprowadzenie produktu na rynek. Twórczyni technologii, prof. Anne Ladegaard Skov, została uhonorowana prestiżową Nagrodą Innowacji DTU 2026. **(KKG)**

ZDROWIE

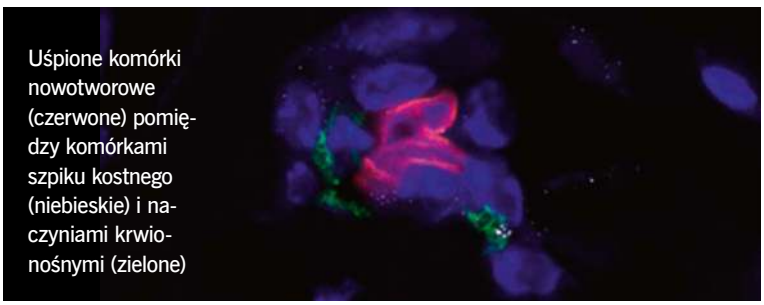
Uśpiony wróg

Prawidłowa reakcja kości na stan zapalny może wybudzić nowotwór ze snu.

Rak piersi niekiedy daje nawroty nawet po kilku latach od zakończenia leczenia, często w postaci przerzutów do kości. Winowajcami są pojedyncze komórki, które oderwały się od guza i za pośrednictwem naczyń krwionośnych rozpoczęły wędrówkę do szpiku kostnego, gdzie zapadły w stan uśpienia. Pozostają nieaktywne, przez co wymykają się kontroli immunologicznej i opierają klasycznej chemioterapii, która uderza przede wszystkim w dzielące się komórki.

Przez lata naukowcy głowili się nad czynnikami, które wybudzają je ze snu. Badanie tego zjawiska nie jest łatwe – uśpionych komórek jest niewiele, więc ciężko wykryć je w badaniach obrazowych, a klasyczny model badawczy, czyli mysz domowa, żyje zbyt krótko, by zaobserwować naturalne wybudzenie, do którego u ludzi dochodzi po upływie lat. Na innowacyjne rozwiązanie tego problemu wpadł niedawno zespół z londyńskiego The Francis Crick Institute. O wynikach czytamy w „Cell Reports". Uczeni stworzyli z komórek macierzystych model kości pozaszpikowej (ang. *extramedullary bone model*), czyli ulokowaną pod skórą replikę, zawierającą w pełni działający szpik, który produkuje komórki krwi i reaguje na sygnały układu odpornościowego. Umieszczone na powierzchni repliki komórki mysiego raka gruczołu mlekowego zasiedlały szpik i przechodziły w stan uśpienia zupełnie jak u pacjentów onkologicznych po zakończonym leczeniu. Następnie sprawdzono, czy powstawanie przerzutów może być pokłosiem ogólnoustrojowej odpowiedzi organizmu, a nie tylko miejscowego uszkodzenia tkanki (wcześniej wykazano, że za wybudzenie tych komórek w szpiku odpowiadają urazy kostne, m.in. złamania).

Kiedy u badanych myszy wywołano stan zapalny w jelitach, szpik w sztucznej kości, zgodnie z oczekiwaniami, zwiększył produkcję komórek odpornościowych. Ale dynamiczna przebudowa mikrośrodowiska kostnego zadziałała przy okazji jak budzik dla uśpionych komórek raka. Analiza genetyczna wykazała, że kluczowym czynnikiem jest HMGB2 (ang. *high-mobility group box 2*), białko stymulujące wzrost komórek, którego poziom drastycznie rośnie podczas reakcji zapalnej. Jego obecność potwierdzono też w próbkach kości pobranych od pacjentów z rakiem piersi i prostaty. Odkrycie zależności między stanem zapalnym, HMGB2 i wznową nowotworu pozwala lepiej zrozumieć, dlaczego pacjenci doświadczają nawrotów nawet wiele lat po zakończonej terapii. Co więcej, otwiera też drogę do opracowania nowych strategii terapeutycznych ukierunkowanych na działanie HMBG2, które mogłyby zapobiegać wybudzaniu komórek. Należy podkreślić, że stan zapalny nie przesądza o wznowie, ale zwiększa ryzyko aktywacji uśpionych komórek, zatem płynące z badania wnioski wciąż pozostają w sferze hipotez. **(KKG)**



Uśpione komórki nowotworowe (czerwone) pomiędzy komórkami szpiku kostnego (niebieskie) i naczyniami krwionośnymi (zielone)

Fot. AleSac, Tatiana Rizou/Cell Reports (2026)

eprasa.pl 3a1b3655a0

Ekonomia energii emocjonalnej

– czyli o efektach wspierania uchodźców wojennych w Polsce

Jakie emocje towarzyszyły interakcjom polsko-ukraińskim na początku pełnoskalowej rosyjskiej inwazji? W jaki sposób się zmieniały i jakie mają konsekwencje? Na te i inne pytania odpowiedzi poszukiwał zespół naukowców z Wydziału Socjologii UW.

Wybuch wojny w 2022 r. spowodował falę migracji Ukraińców do Polski. Jako pierwsze do uchodźców pomocną dłoń wyciągnęły wtedy osoby prywatne, do czego dołączyło wsparcie organizacji pozarządowych, przedsiębiorców, władz centralnych i samorządowych. Mieszkańcy Polski otwierali swoje domy dla ukraińskich migrantów – zapewniając im dach nad głową – a także udzielali im wsparcia praktycznego i społecznego. Zespół naukowców pod kierownictwem prof. Aleksandry Grzymały-Kazłowskiej zbadał m.in., jakie procesy społeczne i emocjonalne zachodziły podczas i w efekcie tych interakcji. Analiza opiera się na przeprowadzonych w trzech falach 57 wywiadach wzdłużnych z udziałem osób goszczących osoby uchodźcze. Kluczowym pojęciem w tej analizie jest termin energia emocjonalna.



Fot. Philipp Spalek / Caritas Niemcy / Flickr

Szkoła podstawowa nr 6 w Przemyślu udostępniła swoją salę gimnastyczną jako schronienie dla uchodźców przybywających z Ukrainy. Caritas Polska zapewniła 80 łóżek, żywność i inną pomoc, 5 marca 2022 r.

Czym jest energia emocjonalna?

Emocje towarzyszące poszczególnym rytuałom (codziennym zachowaniom) w procesach interakcji „ładują" uczestników energią, sprawiając, że skutki takiego kontaktu – w postaci energii emocjonalnej (EE) – wykraczają poza określoną sytuację interakcyjną. Wyróżniamy: (1) wysoki poziom EE, skutkujący motywacją do działania i pozytywnym nastawieniem do innych i (2) niski poziom EE, prowadzący do wycofywania się i unikania innych. *Stawiamy tezę, że w kontekście interakcji związanych z zakwaterowaniem w domach prywatnych zmiany poziomu energii emocjonalnej zachodziły na trzech płaszczyznach – mikro, mezo oraz makro – (...) oddziałując także po zakończeniu okresu wspólnego zamieszkiwania*, stwierdzają badacze. *Dowodzimy, że kluczowym czynnikiem generującym pozytywną energię emocjonalną był udział w rytuałach interakcyjnych – współwystępujący z otwartością, empatią i elastycznością (gotowością do adaptacji) obu zaangażowanych stron – co odgrywało ważniejszą rolę niż podobieństwa i różnice między nimi*, dodają.

Motywacje osób udzielających pomocy można podzielić na wymiary: emocjonalny, społeczny i kulturowy. Pierwsze wynikały głównie z empatii oraz potrzeby poradzenia sobie z lękiem przed wojną. – *Ta pomoc i gotowość do jej niesienia wiązały się właściwie również z tym, że chciałem chronić samego siebie, jakoś wyciszyć te rozedrganie, ten niepokój. To tak, jakby zrobienie czegoś dla nich było jednocześnie zrobieniem czegoś dla siebie – sposobem na rozładowanie tego stresu*, stwierdza jeden z badanych. Motywacje społeczne wiązały się z poczuciem przynależności do szerszego wspólnego działania społecznego. Zaś motywacje kulturowe kształtowane były przez polskie doświadczenia historyczne związane z cierpieniem i wojną.

Wielość poziomów i odmienność skutków

W skali mikro wysoki poziom EE generowany był przez emocje płynące z ciepłych relacji pomiędzy migrantami i pomagającymi. – *Moja rodzina po prostu się powiększyła* – stwierdziła jedna z uczestniczek badania. Poziom mezo dotyczył szerszych kręgów społecznych (obejmujących przyjaciół, sąsiadów czy dalszą rodzinę). Na tym poziomie większość uczestników badania wskazywała na chęć współpracy i podejmowania wspólnych aktywności. Katalizatorem wysokiej EE był więc udział w kolektywnym działaniu. Wreszcie – wysoką EE na poziomie makro (w szerszym kontekście społecznym lub narodowym) generowało poczucie powszechności niesienia pomocy ukraińskim migrantom przymusowym.

Inaczej przedstawia się kwestia niskiej EE. Jej powstawanie było zauważalne głównie na poziomach mikro w związku z unikaniem kontaktu, indywidualnymi animozjami, problemami rodzinnymi, bagażem trudnych doświadczeń itd. – oraz makro. Te drugie związane były ze zmęczeniem, wyczerpaniem zasobów oraz długotrwałym i niesprecyzowanym charakterem udzielanego schronienia. – *My (Polacy) jesteśmy już nieco wypaleni. Myślę, że wszyscy jesteśmy tym tematem zmęczeni; nie wywołuje on we mnie takich odczuć, jakie chyba powinien*, czytamy wśród cytatów z badań.

Jak osoby wspierające postrzegały swoje zaangażowanie na przestrzeni czasu? Badacze, komentując trzy fale wywiadów, odnotowali, że ocena zaangażowania z biegiem miesięcy obniżyła się, by później... znów wzrosnąć. Czy takie fluktuacje będą nadal dotyczyć relacji polsko-ukraińskich? Zachęcamy do lektury całego artykułu*.

UNIWERSYTET WARSZAWSKI | SERWIS NAUKOWY

Artykuł jest częścią cyklu poświęconego badaniom realizowanym na Uniwersytecie Warszawskim.

* Emotional energy generation in and out of homestay encounters: the accounts of Poles offering accommodation to Ukrainians fleeing the war". *European Societies*; doi: https://doi.org/10.1162/EUSO.a.72

eprasa.pl 3a1b3655a0



Duża asteroida w pobliżu Ziemi. Taki scenariusz uruchomiłby system obserwacji i obrony planetarnej.

SYSTEM OBRONY PLANETARNEJ

eprasa.pl 3a1b3655a0

Gdy astronomowie odkrywają planetoidę pędzącą w stronę Ziemi, zaczyna się wyścig z czasem, jakiego wcześniej w historii nie mieliśmy szansy podjąć.

KAMIL NADOLSKI



Możliwy korytarz uderzenia planetoidy 2024 YR4 w Ziemię, wyznaczony na 22 grudnia 2032 r. Wygenerowano go w styczniu 2025.

DWUDZIESTEGO siódmego grudnia 2024 r. teleskop systemu ATLAS w Río Hurtado w Chile zarejestrował poruszający się na tle gwiazd punkt światła. Obiekt o średnicy ok. 60 m otrzymał oznaczenie 2024 YR4. Był wystarczająco jasny, by wychwyciły go automatyczne przeglądy nieba. Wstępne obliczenia wykazały, że 22 grudnia 2032 r. planetoida ponownie znajdzie się w pobliżu naszej planety. Wśród możliwych trajektorii pojawiły się również te przewidujące kolizję z Ziemią. Pod koniec stycznia 2025 r. szacowane prawdopodobieństwo zderzenia przekroczyło 1%. W oficjalnym komunikacie Międzynarodowej Sieci Ostrzegania przed Planetoidami (IAWN) ryzyko to oceniano na 1,3%. Wciąż jednak rosło. 18 lutego obliczenia NASA wskazały na 3,1% – najwyższe prawdopodobieństwo zderzenia, jakie agencja odnotowała dla planetoidy tej wielkości. 2024 YR4 osiągnęła trzeci stopień w dziesięciostopniowej skali turyńskiej, używanej do opisywania zagrożeń związanych z obiektami bliskimi Ziemi.

Planetoida przez cały ten czas podążała po swojej orbicie, a astronomowie mogli ją opisać z coraz większą dokładnością. Wraz z napływem danych odsetek trajektorii kończących się zderzeniem stawał się większy. Przełom przyniosły obserwacje wykonane po pełni Księżyca, gdy ciemniejsze niebo ponownie ułatwiło dostrzeżenie słabnącego obiektu. Już 19 lutego ryzyko spadło do 1%, dzień później – do 0,28%, a 24 lutego wynosiło już tylko 0,004%. IAWN zakończyła działania związane z możliwym zderzeniem, a 2024 YR4 otrzymała zerowy stopień w skali turyńskiej. Uderzenie w Ziemię w 2032 r. oraz przez następnych 100 lat uznano za wykluczone.

Kalendarium komunikatów związanych z odkryciem potencjalnie niebezpiecznej planetoidy jest tu znamienne. Obserwatoria na całym świecie przesyłały pomiary, ośrodki obliczeniowe aktualizowały trajektorie, a międzynarodowa sieć ostrzegawcza przekazywała wiadomości instytucjom odpowiedzialnym za reakcje na zagrożenia. Tak działa współczesna astronomia. Wbrew filmowym scenom nie polega na panicznym spoglądaniu w teleskop w ostatniej chwili. Zamiast tego inżynierowie i badacze zbudowali globalny system wczesnego ostrzegania, którego zadaniem jest skanowanie przestrzeni kosmicznej, wyznaczanie trajektorii i katalogowanie wszystkiego, co mogłoby przeciąć orbitę naszej planety. Dzięki tym działaniom potrafimy przewidzieć pozycję większości dużych planetoid z wyprzedzeniem sięgającym setek lat, dając ludzkości to, czego nie miały dinozaury – czas na reakcję.

JAK DZIAŁA NIEWIDZIALNA TARCZA

Pod ambitną nazwą globalnego systemu wczesnego ostrzegania kryje się skoordynowana praca setek obserwatoriów na naszej planecie. Pierwszy meldunek może nadejść z niewielkiego ośrodka na drugim końcu świata. Teleskop rejestruje na kilku kolejnych

Kosmiczne alerty

Ryzyko kolizji planetoidy z Ziemią opisują dwie uzupełniające się skale.

Skala turyńska, przyjęta przez Międzynarodową Unię Astronomiczną w 1999 r., ma poziomy od 0 do 10 i służy przede wszystkim komunikacji z opinią publiczną. Łączy prawdopodobieństwo zderzenia z przewidywaną energią uderzenia. Nie uwzględnia czasu pozostałego do spotkania – dwa obiekty o podobnym ryzyku i energii mogą otrzymać taki sam poziom, nawet gdy jeden miałby dotrzeć za kilka lat, a drugi za kilkadziesiąt.

Bardziej techniczna **skala Palermo** porównuje zagrożenie związane z konkretnym obiektem ze statystycznym ryzykiem, że przed wskazaną datą w Ziemię uderzy przypadkowe ciało o podobnych albo większych rozmiarach. Wartość ujemna oznacza zagrożenie mniejsze od naturalnego tła. Zero wskazuje, że ryzyko obu sytuacji jest porównywalne, a wynik +2 odpowiada zagrożeniu sto razy większemu od poziomu tła. Skala jest logarytmiczna i pomaga specjalistom ustalać, które obiekty wymagają najpilniejszych obserwacji.

Fot. Shutterstock, infografika Adrianna Śliwińska

eprasa.pl 3a1b3655a0





Od lewej: Jet Propulsion Laboratory NASA (JPL) w La Cañada Flintridge w Kalifornii

Siedziba Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics przy Garden Street w Cambridge w stanie Massachusetts

zdjęciach punkt przesuwający się na tle gwiazd, a astronomowie wyznaczają jego położenie oraz czas wykonania fotografii. Dane trafiają do Minor Planet Center w Cambridge w stanie Massachusetts – instytucji działającej pod auspicjami Międzynarodowej Unii Astronomicznej i pełniącej funkcję światowego repozytorium obserwacji planetoid oraz komet. Tam pomiary są zestawiane z katalogami znanych obiektów. Gdy ślad nie pasuje do żadnego z nich, rozpoczyna się wyścig o następne fotografie. Do działań mogą włączyć się teleskopy rozrzucone po różnych kontynentach, należące do dużych instytutów, uczelni i astronomów amatorów. Każdy kolejny pomiar wydłuża odcinek poznanej orbity. Pozwala sprawdzić, czy obiekt zbliża się do Ziemi, jak szybko się porusza i gdzie znajdzie się podczas następnych przelotów. Taki podział pracy ma znaczenie również z bardzo przyziemnego powodu: noc kończy się w jednym kraju, ale zaczyna w innym.

W kolejnym etapie dane z Minor Planet Center są analizowane przez niezależne ośrodki obliczeniowe. W USA robi to m.in. Center for Near Earth Object Studies, korzystające z systemu Sentry. Europejska Agencja Kosmiczna prowadzi własne obliczenia w Near-Earth Object Coordination Centre, mieszczącym się w ośrodku ESRIN we Frascati pod Rzymem. Europejski system Aegis codziennie przelicza orbity i sprawdza możliwe zbliżenia do Ziemi. NEOCC prowadzi także listę obiektów, w odniesieniu

Skąd wiemy, że planetoida uderzy w Ziemię

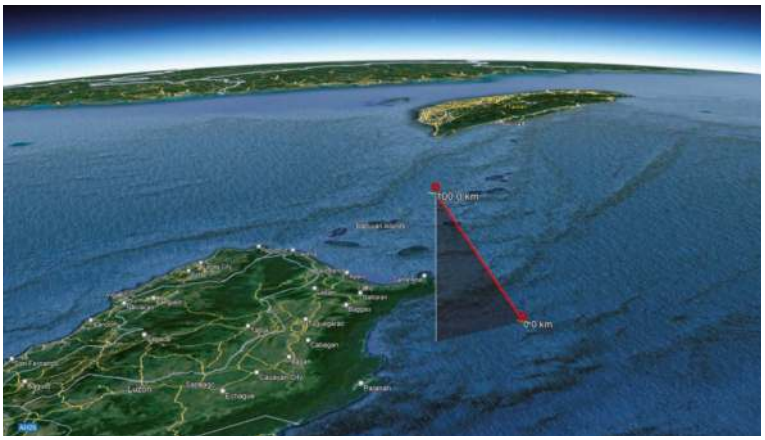
Kilka punktów na mapie nieba nie wyznacza jeszcze jednej pewnej orbity. Każdy pomiar położenia planetoidy ma ograniczoną dokładność, a obserwator widzi jedynie jej rzut na sferę niebieską. Nie zna od razu dokładnej odległości obiektu, pełnej prędkości ani kierunku ruchu w przestrzeni. Programy obliczeniowe szukają więc orbity, która najlepiej pasuje do zgromadzonych danych, lecz równocześnie zachowują cały zbiór nieco innych rozwiązań, również zgodnych z pomiarami.

Tuż po dacie odkrycia różnice między tymi wariantami bywają niewielkie. Po kilku albo kilkunastu latach mogą oznaczać tysiące, a czasami miliony kilometrów rozbieżności. Astronomowie potrafią stosunkowo dobrze określić tor ruchu planetoidy, ale gorzej jest z ustaleniem, w którym dokładnie miejscu tej drogi obiekt znajdzie się w danym czasie. Przewidywane punkty położenia układają się wtedy w długą, wąską strukturę przypominającą rozciągniętą w przestrzeni wstęgę. Systemy monitorujące, takie jak amerykański Sentry i europejski Aegis, badają wiele orbit mieszczących się w dopuszczalnym obszarze. Takie matematyczne warianty nazywa się wirtualnymi planetoidami. Jeżeli jeden z wariantów przecina Ziemię, staje się wirtualnym impaktorem prowadzącym do zderzenia.

Prawdopodobieństwo uderzenia nie odpowiada po prostu liczbie komputerowo wygenerowanych orbit, które trafiają w planetę. Poszczególne rozwiązania mają różną wiarygodność, zależną od tego, jak dobrze pasują do obserwacji. Największą wagę otrzymują trajektorie znajdujące się blisko orbity najlepiej dopasowanej do danych, a mniejszą – warianty leżące na obrzeżach obszaru niepewności. Zadaniem systemu jest sprawdzenie, jaka część całego rozkładu prawdopodobnych orbit przechodzi przez obszar zajmowany przez Ziemię. Niepewność nie kurczy się w równym tempie. Dużo zależy od długości łuku obserwacyjnego, czyli odcinka orbity prześledzonego przez teleskopy. Pomiary wykonane w ciągu dwóch nocy mówią znacznie mniej niż obserwacje rozłożone na kilka miesięcy. Czasem przełom przynosi odnalezienie planetoidy na archiwalnych fotografiach. Takie „przedodkryciowe” zdjęcie może wydłużyć łuk obserwacyjny o kilka lat i usunąć wcześniej dopuszczaną trajektorię zderzeniową.

eprasa.pl 3a1b3655a0





Od lewej: Siedziba ESA-ESRIN we Frascati pod Rzymem. Działa tu Near--Earth Object Coordination Centre – europejskie centrum monitorowania planetoid i oceny ryzyka ich zderzenia z Ziemią.

Planowana trajektoria wejścia planetoidy 2024 RW1 w atmosferę nad Filipinami 4 września 2024 r. Ostateczne prognozy ESA wskazały miejsce uderzenia z dokładnością do ok. 100 m i czasu do 0,1 s.

do których wyliczono prawdopodobieństwo uderzenia większe od zera. Gdy mimo aktualizacji danych ryzyko się utrzymuje, sprawa wychodzi poza krąg astronomów. W styczniu 2016 r. NASA utworzyła w tym celu Planetary Defense Coordination Office. Biuro finansuje poszukiwania obiektów bliskich Ziemi, koordynuje ich badania, wspiera rozwój technologii odchylania oraz przekazuje informacje innym organom administracji. Jeżeli prawdopodobieństwo uderzenia niebezpiecznego obiektu w ciągu kolejnych 50 lat osiągnie co najmniej 1%, PDCO przygotowuje oficjalne powiadomienia dla Białego Domu, Kongresu i odpowiednich instytucji federalnych. Specjaliści NASA współpracują także z Federalną Agencją Zarządzania Kryzysowego, przekazując jej dane o możliwych skutkach zderzenia.

Ponad strukturami narodowymi działa International Asteroid Warning Network – IAWN. Powstała jako światowa sieć organizacji i astronomów zajmujących się wykrywaniem, obserwowaniem oraz charakteryzowaniem potencjalnie niebezpiecznych obiektów. Nie ma własnych teleskopów ustawionych w jednym miejscu. Łączy ludzi, instrumenty i centra obliczeniowe, które już prowadzą takie badania, oraz ustala zasady wydawania międzynarodowych ostrzeżeń. To właśnie IAWN ogłosiła w styczniu 2025 r. komunikat dotyczący 2024 YR4, gdy ryzyko uderzenia przekroczyło 1%. Jeżeli obserwacje potwierdziłyby poważniejsze zagrożenie, do pracy włączyłaby się Space Mission Planning Advisory Group, czyli SMPAG. Grupa skupia agencje kosmiczne i przygotowuje możliwości odpowiedzi prowadzonej w przestrzeni. Uzgodnione kryteria przewidują jej aktywizację, gdy prawdopodobieństwo zderzenia w ciągu 50 lat przekracza 1%, a średnica obiektu jest oceniana na ponad 50 m. SMPAG nie dysponuje jednak flotą sond czekających na start. Jej zadaniem jest opracowanie wspólnego planu oraz przedstawienie wariantów rządom i agencjom, które musiałyby podjąć decyzję o budowie i wysłaniu konkretnej misji.

W Stanach Zjednoczonych próbą uporządkowania kompetencji różnych urzędów była grupa robocza DAMIEN (Detecting and Mitigating the Impact of Earth-bound Near-Earth Objects). Doprowadziła ona do ogłoszenia w 2018 r. krajowej strategii i planu działań, zaktualizowanych w 2023 r. DAMIEN nie tworzył orbitalnej broni ani stanowiska dowodzenia zdolnego wydać rozkaz zniszczenia planetoidy. Zajmował się podziałem odpowiedzialności, czyli wykrywaniem zagrożeń, modelowaniem skutków, przygotowaniem misji oraz reagowaniem kryzysowym. Tym sposobem powstał system, w którym alarm może rozpocząć obserwator, obliczenia sprawdzają niezależne centra, ostrzeżenie uzgadnia międzynarodowa sieć, a możliwości interwencji analizują agencje kosmiczne. Ostateczna decyzja o wysłaniu sondy należałaby jednak do państw finansujących i przeprowadzających misję. Dopiero prawdziwy kurs kolizyjny pokazałby, czy rozproszona współpraca umożliwi przekształcenie w odpowiednim momencie tysięcy pomiarów i analiz w jedno skoordynowane działanie.

PIERWSZE UDERZENIE LUDZKOŚCI

Zostawmy na chwilę biurokrację i przyjmijmy, że polityka, sposób finansowania bądź rywalizacja międzynarodowa nie stanowią większych przeszkód w opracowaniu wspólnego planu kryzysowego. Czy odkrywszy dużą planetoidę na kursie kolizyjnym z Ziemią, możemy się przed nią uchronić? W wielu przypadkach tak, choć wszystko zależy od jej wielkości i czasu, jaki pozostał do impaktu. Gdyby w stronę Ziemi pędziła wielka kosmiczna skała,

Fot. Shutterstock, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, ESA (2), NASA

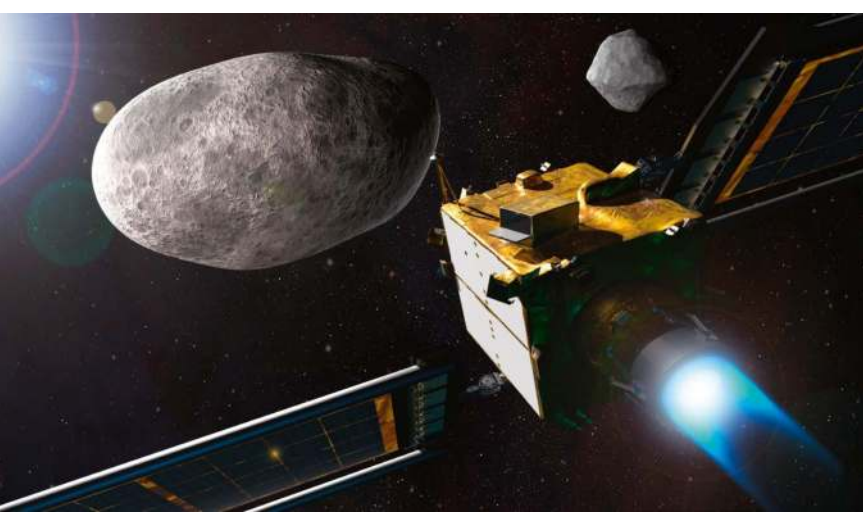
eprasa.pl 3a1b3655a0

najbardziej intuicyjną reakcją wydaje się po prostu wejście z nią w zderzenie czołowe i zepchnięcie jej z kursu. Koncepcja impaktora kinetycznego, czyli wykorzystania masy i prędkości statku kosmicznego jako specyficznego taranu, przez lata pozostawała jednak wyłącznie na kartach podręczników do fizyki. Wszystko zmieniło się w momencie, gdy inżynierowie z Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory we współpracy z NASA postanowili sprawdzić ten pomysł w rzeczywistych warunkach. Cel wyznaczono precyzyjnie: układ podwójny planetoid składający się z większej Didymos oraz krążącego wokół niej, zaledwie 160-metrowego księżyca, Dimorphosa. 26 września 2022 r. ważąca ok. 600 kg sonda DART (Double Asteroid Redirection Test) wbiła się w Dimorphosa z prędkością ponad 22 tys. km/h. Zderzenie było całkowicie bezpieczne dla naszej planety. Cały układ znajdował się wówczas kilkanaście milionów kilometrów od nas, a jego trajektoria nie zagrażała powierzchni Ziemi. Chodziło wyłącznie o jedno pytanie: czy kontrolowane uderzenie statku kosmicznego może w mierzalny sposób zmienić orbitę niewielkiego ciała niebieskiego?



Wygląd planetoidy Dimorphos na podstawie zdjęć przesłanych przez sondę DART

Odpowiedź przyszła wraz z dokładnymi pomiarami astronomów z całego świata. Kluczowy raport z tej misji przedstawiła dr Cristina Thomas z Northern Arizona University. Z badań jej zespołu wynikało, że prognozy zakładały minimalny sukces przy zmianie okresu obiegu Dimorphosa o zaledwie 73 s. Rzeczywistość przerosła jednak oczekiwania inżynierów. Wskutek uderzenia okres orbitalny małego księżyca skrócił się aż o 33 min (z marginesem błędu do 1 min). Wynik ten okazał się ponaddwudziestopięciokrotnie wyższy niż założony próg minimalny.



Wizualizacja sondy DART – pierwszej misji NASA zaprojektowanej do sprawdzenia, czy kontrolowane uderzenie statku kosmicznego może zmienić ruch planetoidy.

Jak wykazały dalsze analizy, siła uderzenia nie była jedynym czynnikiem odchylającym planetoidę. Odrzut wybitego w przestrzeń materiału – odłamków skalnych i pyłu, czyli tzw. ejektów – zadziałał w pewnym sensie jak dodatkowy silnik rakietowy, zwiększając efekt impaktu. Sukces misji potwierdził, że ludzkość dysponuje technologią zdolną zmienić bieg ciał niebieskich bez konieczności używania broni masowego rażenia. Aby jednak ten manewr zadziałał w przypadku realnego zagrożenia, kluczowy jest czas. Im wcześniej wykryjemy obiekt na kursie kolizyjnym, tym mniejszej siły będziemy potrzebować, by przesunąć go o bezpieczny ułamek stopnia.

OPCJA ATOMOWA

Chociaż impaktor kinetyczny pokazał swoje możliwości, inżynierowie planetarni muszą brać pod uwagę sytuacje, w których uderzenie czysto fizyczne okaże się zbyt słabe. W przypadku planetoid o średnicy przekraczającej kilkaset metrów lub obiektów wykrytych zaledwie na miesiące przed przewidywanym impaktem tradycyjna mechanika zderzeń nie wystarczy. Na stół trafia wówczas rozwiązanie budzące skrajne emocje: użycie broni jądrowej. Wokół kosmicznych eksplozji jądrowych narosło wiele mitów, napędzanych głównie przez hollywoodzkie produkcje SF. Popkultura przyzwyczaiła nas do obrazu ładunku rozsadzającego skałę od środka na drobne kawałki. W rzeczywistości fizyka obrony planetarnej zakłada zupełnie inny scenariusz. Nie chodzi o rozbicie obiektu na tysiące równie niebezpiecznych odłamków, lecz o tzw. ablację promieniowaniem. Eksplozja jądrowa w odległości kilkudziesięciu lub kilkuset metrów od powierzchni planetoidy emituje potężną dawkę promieniowania Roentgena, które natychmiast odparowuje zewnętrzną warstwę skały, a gwałtownie odrzucana materia działa jak odrzut rakietowy, spychając obiekt na bezpieczniejszy tor.

Broń jądrowa jest rozważana także w znacznie bardziej radykalnym wariancie: celowego rozbicia asteroidy. Dr Patrick King z Johns Hopkins University i jego współpracownicy analizowali komputerowo scenariusze, w których niebezpieczny obiekt zostaje pofragmentowany na krótko przed przewidywanym zderzeniem. W badanych przez nich wariantach interwencja wykonana 2 mies. wcześniej mogła zmniejszyć ilość materiału docierającego do Ziemi ponadtysiąckrotnie. Wynik nie oznacza jednak, że rozbicie każdej asteroidy dałoby podobny efekt – zależy on m.in. od wielkości obiektu, uwolnionej energii, momentu przeprowadzenia interwencji i geometrii orbity.

eprasa.pl 3a1b3655a0



Uszkodzony przez falę uderzeniową budynek w Czelabińsku, 16 lutego 2013 r. Dzień wcześniej nad miastem eksplodował meteoroid, w wyniku czego rannych zostało ok. 1200 osób.

Zderzenia kinetyczne i eksplozje nuklearne mają jedną zasadniczą wadę: niosą ryzyko niekontrolowanej fragmentacji asteroidy. Zamiast jednej dużej skały w stronę Ziemi mógłby wtedy lecieć niebezpieczny deszcz mniejszych, wciąż groźnych odłamków. Nic dziwnego, że inżynierowie szukają metod subtelniejszych, które korygują tor lotu bez bezpośredniego kontaktu z obiektem. Ciekawą propozycję w tym obszarze rozwija zespół geofizyka Günthera Kletetschki, związanego z University of Alaska Fairbanks oraz Univerzita Karlova w Pradze. Zamiast uderzać w asteroidę taranem, badacz proponuje wykorzystanie oddziaływania elektromagnetycznego. Znaczna część planetoid krążących w pobliżu Ziemi zawiera sporo metali, głównie żelaza i niklu. Sonda wyposażona w nadprzewodzący magnes o średnicy rzędu 20 m zasilany reaktorem jądrowym mogłaby, utrzymując się kilkanaście metrów nad powierzchnią, wytworzyć siłę stopniowo zsuwającą skałę z niebezpiecznego kursu.

Koncepcję przedstawiono na konferencji Lunar and Planetary Science. W obliczeniach zastosowano ją m.in. wobec planetoidy 2024 YR4, w wypadku której skuteczna operacja wymagałaby co najmniej 170 dni ciągłej pracy magnesu. Projekt natrafia tym samym na istotne bariery techniczne i finansowe. Aby pole magnetyczne działało skutecznie na odległość kilkudziesięciu metrów, rakieta musiałaby przenieść w przestrzeń kosmiczną gigantyczne aparaty zasilające oraz zaawansowane układy chłodzenia kriogenicznego. To oznacza potężne koszty startu i skomplikowaną inżynierię. Metoda ta ma też swoje ograniczenie mineralogiczne – zadziała wyłącznie na asteroidy o odpowiednim składzie chemicznym. Jest bezużyteczna w starciu ze zwykłymi skałami węglowymi czy krzemianowymi. Mimo tych trudności czeski zespół kontynuuje testy laboratoryjne, dopracowując modele teoretyczne z myślą o przyszłych misjach eksploracyjnych głębokiego kosmosu.



Ślad na niebie pozostawiony przez meteoroid czelabiński

NAJWAŻNIEJSZĄ BRONIĄ JEST CZAS

W 2005 r. Kongres Stanów Zjednoczonych postawił NASA cel wykrycia 90% obiektów bliskich Ziemi (NEO, *near-Earth objects*) o średnicy co najmniej 140 m. Termin wyznaczono na 2020 r., lecz celu nie udało się osiągnąć. Znaczna część takich obiektów nadal pozostaje nieznana. Termin minął, a do dziś znamy mniej więcej połowę szacowanej populacji NEO. Granica 140 m nie została wybrana przypadkowo. Uderzenie ciała tej klasy mogłoby spowodować katastrofę regionalną, choć dokładne skutki zależałyby od prędkości, budowy, kąta wejścia w atmosferę i miejsca zderzenia.

Wyzwaniem nadal pozostaje wykrywanie mniejszych obiektów. Takie planetoidy występują częściej, a zarazem są trudniejsze do detekcji. Szybko przemieszczają się po niebie, odbijają niewiele światła i można je dostrzec dopiero z niedużej odległości.

Fot. NASA, NASA/Johns Hopkins APL, Zuma/Forum, Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0



Meteoryt czelabiński o masie ponad 500 kg, wydobyty z jeziora Czebarkul

Dodatkowe przeszkody tworzą pogoda, blask Księżyca oraz światła miast. Szczególnie kłopotliwa pozostaje dzienna połowa nieba. Teleskop obserwujący w świetle widzialnym nie może swobodnie przeszukiwać obszaru położonego tuż obok Słońca. Właśnie z tego kierunku nadleciała skała, która 15 lutego 2013 r. eksplodowała nad Czelabińskiem. Jej średnicę oszacowano na 18 m, prędkość wejścia w atmosferę – na 18,6 km/s, a energię wybuchu – na mniej więcej 440 kiloton trotylu. Trajektoria mieściła się w odległości 15 stopni od kierunku ku Słońcu – poza obszarem dostępnym dla teleskopów prowadzących poszukiwania planetoid. Obiekt rozpadł się wysoko w atmosferze, a fala uderzeniowa wybiła szyby w tysiącach budynków. Ok. 1500 osób zostało rannych, wiele przez odłamki szkła. Czelabińsk pokazał bolesną cenę luki obserwacyjnej: nawet kilkugodzinne ostrzeżenie mogłoby skłonić mieszkańców do odsunięcia się od okien.

Technologie pozostaną bezużyteczne bez sprawnego centrum dowodzenia. Prawdziwa skuteczność obrony planetarnej leży w koordynacji działań, sprawnym przepływie danych oraz wypracowaniu jasnych protokołów prawnych na wypadek wykrycia realnego zagrożenia. Skuteczna obrona planetarna wymaga czasu. Wykrycie obiektu kilka miesięcy przed zderzeniem może oznaczać potrzebę gwałtownej interwencji albo jedynie przygotowanie się do skutków zdarzenia. Z kolei namierzenie niebezpieczeństwa kilkanaście czy kilkadziesiąt lat wcześniej mogłoby się wiązać z zaledwie minimalną zmianą prędkości. Dlatego pierwszą linią obrony Ziemi pozostają nie impaktory i ładunki jądrowe, lecz teleskopy, które odpowiednio wcześnie zauważą słaby punkt światła przesuwający się na tle gwiazd.

Kamil Nadolski

Redaktor, publicysta, popularyzator nauk o Ziemi. Współpracował m.in. z TVN24, TVP, „Wprost", „Rzeczpospolitą" i „Newsweekiem". Pasjonat historii, antropologii i nauk społecznych.

Nadciąga Apophis

W piątek 13 kwietnia 2029 r. z zachodu na wschód nocnego nieba przemknie punkt przypominający szybko poruszającą się gwiazdę. Z części Europy, Afryki i Azji da się go dostrzec bez teleskopu. W ciągu kilku godzin światła miast przestaną być największą przeszkodą w obserwacji planetoidy – Apophis znajdzie się bliżej Ziemi niż satelity krążące po orbicie geostacjonarnej. W najbliższym punkcie przeleci ok. 32 tys. km nad powierzchnią naszej planety, czyli mniej więcej 10 razy bliżej niż Księżyc. Zderzenie zostało wykluczone. Obiekt ma ok. 375 m średnicy. Obserwacje radarowe sugerują wydłużony dwupłatowy kształt, porównywany czasem do orzeszka ziemnego. Tak bliskie spotkanie Ziemi z planetoidą tej wielkości zdarza się według szacunków raz na 5–10 tys. lat. Apophis znajdzie się więc wystarczająco blisko, aby ziemska grawitacja wyraźnie zmieniła jego orbitę, sposób wirowania, a prawdopodobnie także powierzchnię.

Jeszcze dwie dekady wcześniej nazwa ta pojawiała się w zupełnie innym kontekście. Apophis został odkryty 19 czerwca 2004 r. przez Roya Tuckera, Davida Tholena i Fabrizia Bernardiego w Kitt Peak National Observatory w Arizonie. Pierwsze obliczenia wskazywały, że 13 kwietnia 2029 r. prawdopodobieństwo zderzenia z Ziemią może sięgać 2,7%. Planetoida otrzymała czwarty stopień w skali turyńskiej – najwyższy przyznany do tamtej pory rzeczywistemu obiektowi. Kolejne obserwacje pozwoliły wykluczyć katastrofę w 2029 r., a później – również rozważane zderzenia podczas następnych powrotów. Dane radarowe z 2021 r. usunęły Apophisa z listy zagrożeń na co najmniej 100 lat.

Planetoida pozostała jednak jednym z najważniejszych obiektów dla obrony planetarnej. Przelot w 2029 r. stworzy naturalny eksperyment, którego nie dałoby się bezpiecznie urządzić za pomocą sondy. Podczas największego zbliżenia różnica siły przyciągania działającej na poszczególne obszary Apophisa może odkształcić jego luźną strukturę. Zmieni się także jego rotacja: prędkość i orientacja. Modele dopuszczają wstrząsy, osuwiska, przemieszczanie głazów oraz odsłonięcie materiału znajdującego się pod powierzchnią. Skala tych zjawisk zależy od budowy wnętrza, spoistości i ułożenia planetoidy względem Ziemi.

Europejska Agencja Kosmiczna przygotowuje w tym celu misję Ramses (Rapid Apophis Mission for Space Safety). Sonda ma wystartować wiosną 2028 r. na japońskiej rakiecie H3, ścigać planetoidę przez jakieś 10 mies. i dotrzeć do niej przed bliskim spotkaniem z Ziemią. Obserwacje rozpoczną się zatem jeszcze przed działaniem silnych sił pływowych. Ramses wykona pomiary kształtu, powierzchni, masy, gęstości, porowatości, sposobu rotacji Apophisa oraz orientacji osi jego obrotu, a następnie powtórzy je po przelocie. Dzięki temu wszelkie różnice będzie można powiązać z oddziaływaniem Ziemi.



Wizualizacja sondy ESA Ramses – misji, która ma zbadać planetoidę Apophis przed jej bliskim przelotem obok Ziemi w 2029 r.

Fot. Shutterstock, ESA

eprasa.pl 3a1b3655a0

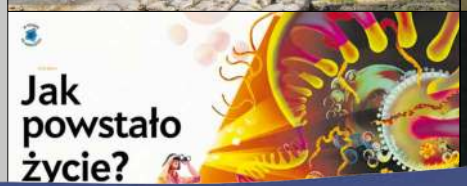
ŚWIAT NAUKI SCIENTIFIC AMERICAN

KUP TERAZ

Inni piszą o nauce, nasi autorzy ją tworzą















Listopadowy numer już w punktach sprzedaży prasy

Prenumerata cyfrowa:
projektpulsar.pl

Prenumerata druk:
sklep.polityka.pl/sn

Prenumerata także z bezpłatną dostawą do wybranego przez Ciebie

InPost Paczkomat 24/7

eprasa.pl 3a1b3655a0



Zdjęcie Neptuna wykonane przez sondę Voyager 2, która w 1989 r. przelatywała nad biegunem północnym planety.

OLBRZYMY LODOWE W LABORATORIUM

Wewnątrz Urana i Neptuna panują warunki, w których tworzy się diamentowy deszcz opadający w stronę ich jąder.

PRZEMEK BERG

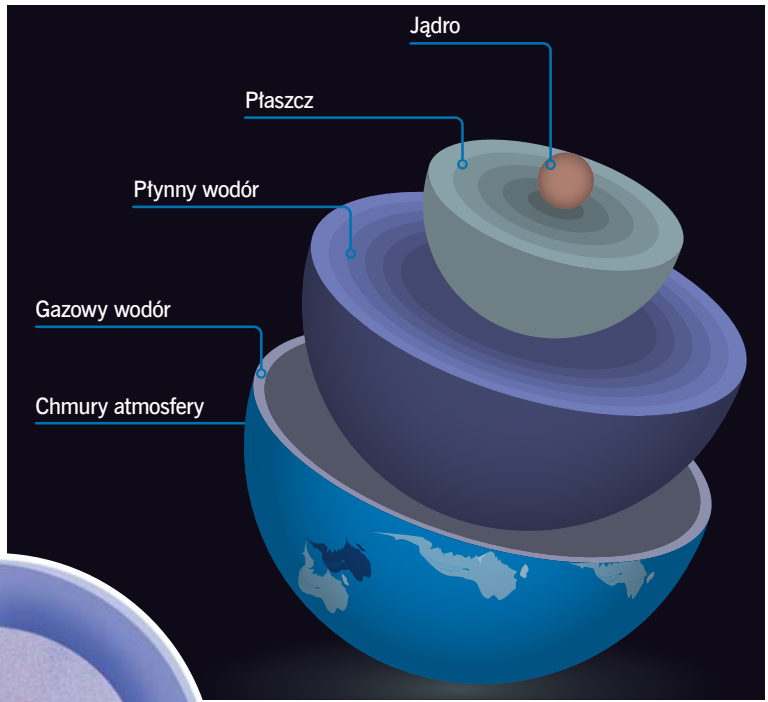
PLANETY Układu Słonecznego dzielą się na trzy kategorie: skaliste typu ziemskiego, gazowe olbrzymy i olbrzymy lodowe. Dwie pierwsze poznaliśmy dość dokładnie, ponieważ planety ziemskie były i są badane podczas wielu misji naukowych. Także gazowe olbrzymy (Jowisz i Saturn) stały się przedmiotem zaawansowanych obserwacji dzięki takim programom jak Juno czy Cassini. Tymczasem o lodowych olbrzymach, czyli Uranie i Neptunie, wiemy najmniej. Jedyną sondą, która zbliżyła się do tych planet, był Voyager 2, który minął Urana w styczniu 1986 r. (w odległości ponad 81 tys. km od szczytu jego najwyższych chmur) i szybko poleciał dalej, a Neptuna w 1989. Do tych ciał nigdy nie było misji orbitalnej.

Oba lodowe olbrzymy są do siebie dość podobne: posiadają niewielkie skaliste jądra, potężne płaszcze lodowe i atmosferę. Ich struktura w ogóle nie przypomina innych olbrzymów, Jowisza czy Saturna, ponieważ w ich wnętrzach lód dominuje nad gazem, przy czym nie jest to lód znany nam choćby z Ziemi, a raczej zamrożone substancje lotne, składające się głównie z metanu, amoniaku i wody oraz śladowych ilości

eprasa.pl 3a1b3655a0

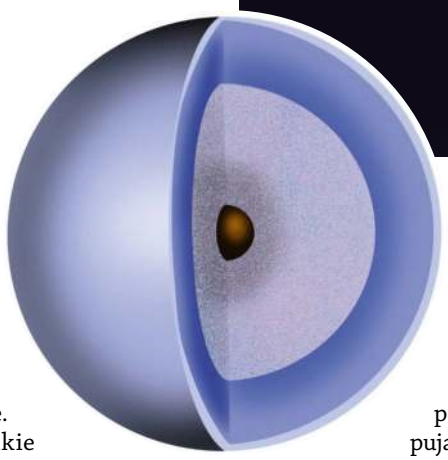
węglowodorów. Np. Uran nie ma dobrze określonej stałej powierzchni, choć jego zewnętrzne warstwy nazywa się atmosferą. Ta zawiera przede wszystkim wodór, hel i metan i jest niezwykle spokojna w porównaniu z atmosferami innych olbrzymów. Wynika to prawdopodobnie z tego, że Uran emituje mniej więcej tyle ciepła, ile otrzymuje ze Słońca, tymczasem i Jowisz, i Saturn, a nawet Neptun oddają go istotnie więcej. Uran ma aż 29 znanych księżyców i 13 pierścieni, Neptun – 16 znanych księżyców i 5 lub 6 pierścieni.

Wreszcie temperatura i ciśnienie wewnątrz Urana, podobnie jak Neptuna, są na tyle wysokie, aby metan mógł przekształcać się w mieszaninę pyłu diamentowego i węglowodorów. W związku z tym już jakiś czas temu niektórzy badacze przewidywali, że na planetach tych mogą występować diamentowe deszcze i diamentowe morza. Teraz potwierdzają to doświadczenia laboratoryjne.



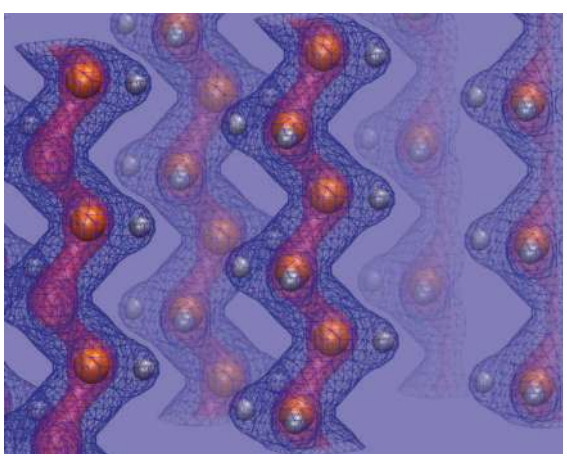
Struktura wewnętrzna Neptuna, czyli ósmej, najdalszej planety Układu Słonecznego

ŚCISKANIE PLASTIKU

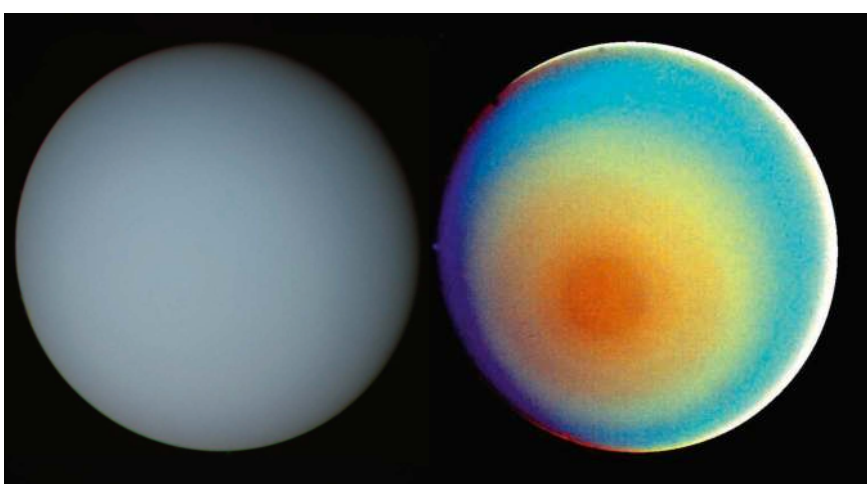


Struktura wewnętrzna Urana: skaliste jądro, lodowy płaszcz i wodorowo-helowa atmosfera

Węgiel i wodór należą do najliczniejszych pierwiastków we wszechświecie i stanowią główne składniki lodowych olbrzymów, Urana i Neptuna. W zewnętrznej atmosferze obu planet atomy te budują metan, ale głębiej, pod wysokim ciśnieniem, mogą powstawać bardziej złożone struktury węglowodorowe. Przewidywanie faz i struktur, jakie materia przyjmuje w tych warunkach, jest jednym z głównych zadań badaczy planetarnych. Aby lepiej zrozumieć strukturę lodowych olbrzymów, w 2017 r. międzynarodowy zespół kierowany przez dwóch badaczy z Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Nicholasa Hartleya i Dominika Krausa, analizował w eksperymencie laboratoryjnym dwa rodzaje plastiku: polistyren i polietylen. Te materiały są chemicznie podobne do węglowodorów występujących wewnątrz Urana i Neptuna. W National Accelerator Laboratory SLAC w USA naukowcy wystawili próbki na warunki, które – jak się przewiduje – występują ok. 10 tys. km poniżej powierzchni Neptuna i Urana. Na tej głębokości ciśnienie jest niemal tak wysokie jak w jądrze Ziemi i 2 mln razy wyższe niż atmosferyczne na powierzchni



Nawet przy ekstremalnie wysokim ciśnieniu, jakie panuje we wnętrzu Urana i Neptuna, mogą istnieć stabilne struktury węgla (pomarańczowe) i wodoru (szare).



Zdjęcia Urana. Po lewej – barwy prawdziwe. Po prawej – kompilacja obrazów uzyskanych przez sondę Voyager, która przelatywała koło planety w 1986 r.

Fot. NASA/JPL-Caltech (2), Shutterstock (2), J. Vorberger/HZDR

eprasa.pl 3a1b3655a0

naszej planety. Już w trakcie tych eksperymentów naukowcy rozpoznali początkowe wyniki: i jak się spodziewali, polistyren utworzył struktury węgla przypominające diamenty.

Metan to cząsteczka z jednym węglem związanym z 4 atomami wodoru, powodująca charakterystyczny niebieski odcień i Neptuna, i Urana. W pośrednich warstwach lodowych olbrzymów metan tworzy łańcuchy węglowodorowe (z wodoru i węgla), przekształcające się – jak od dawna zakładano – pod wpływem wysokiego ciśnienia i temperatury w głębszych warstwach w diamentowe deszcze. W eksperymencie plastik symulował związki powstałe z metanu. Naukowcy użyli wysokomocowego lasera optycznego do tworzenia par fal uderzeniowych w plastiku przy odpowiednim połączeniu temperatury i ciśnienia. Pierwsza fala uderzeniowa była mniejsza i wolniejsza, ale następowała po niej silniejsza fala druga. Gdy fale uderzeniowe się nałożyły, to właśnie wtedy ciśnienie osiągnęło szczyt i powstała większość diamentów. W tych momentach zespół badał reakcję za pomocą impulsów promieniowania rentgenowskiego z Linac Coherent Light Source, które trwały zaledwie 50 femtosekund. Pozwalało im to dostrzegać małe diamenty tworzące się w ułamkach sekundy za pomocą techniki zwanej femtosekundową dyfrakcją rentgenowską. Zdjęcia rentgenowskie dostarczyły informacji o rozmiarze diamentów oraz szczegółach reakcji chemicznej.

PRODUKCJA NANODIAMENTÓW

W 2022 r. powtórzono ten eksperyment. W poprzednim uczeni badali materiał wykonany z mieszaniny wodoru i węgla, kluczowych składników ogólnego składu chemicznego Neptuna i Urana. Ale oprócz węgla i wodoru lodowe olbrzymy zawierają także inne pierwiastki, takie jak duże ilości tlenu. W nowszym eksperymencie naukowcy wykorzystali plastik PET (znany nam aż za dobrze, gdyż to z niego wytwarza się plastikowe butelki do wody i napojów), który ma dobre proporcje węgla, wodoru i tlenu, aby symulować procesy zachodzące we wnętrzu lodowych planet. Jak ustalono, obszary diamentowe rosną do kilku nanometrów szerokości. Odkryto też, że dzięki obecności tlenu w materiale nanodiamenty mogą rosnąć przy niższych ciśnieniach i temperaturach, niż wcześniej obserwowano. Efektem istnienia tlenu było przyspieszenie rozszczepienia węgla i wodoru, a tym samym powstawanie warunków do rodzenia się nanodiamentów.

Badania wskazują również na potencjalną drogę produkcji nanodiamentów poprzez laserowo sterowaną kompresję uderzeniową tanich tworzyw sztucznych PET.

A nanodiamenty są cenne, bo poza tym, że są istotnym elementem różnego rodzaju materiałów ściernych, mogą być wykorzystywane w sensorach kwantowych, medycznych środkach kontrastujących oraz akceleratorach reakcji w instalacjach fotowoltaicznych.

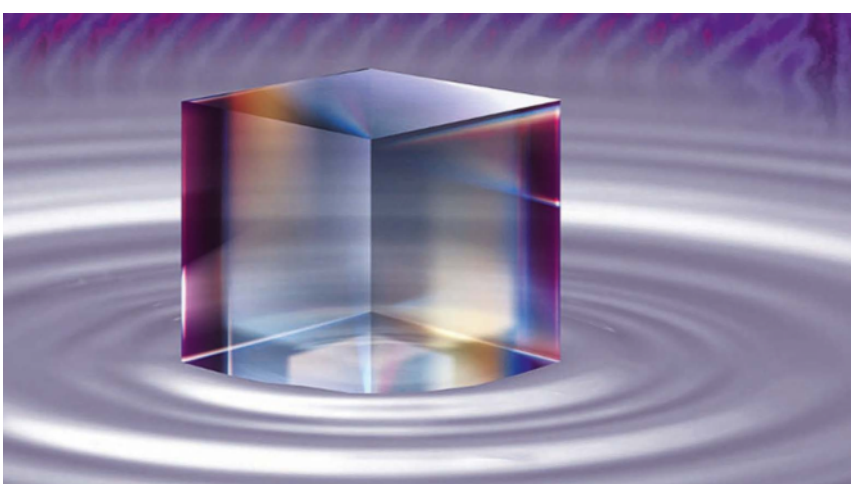


Próbkę plastiku PET poddano za pomocą potężnego lasera działaniu ogromnego ciśnienia i temperatury. Zaobserwowano tworzenie się w niej nanodiamentów.

Obecnie uzyskuje się je poprzez wysadzanie dużej ilości węgla za pomocą materiałów wybuchowych, ale ten proces trudno kontrolować, dlatego powstają nanodiamenty o różnych rozmiarach i kształtach. Produkcja laserowa byłaby czystszą i łatwiejszą metodą ich wytwarzania.

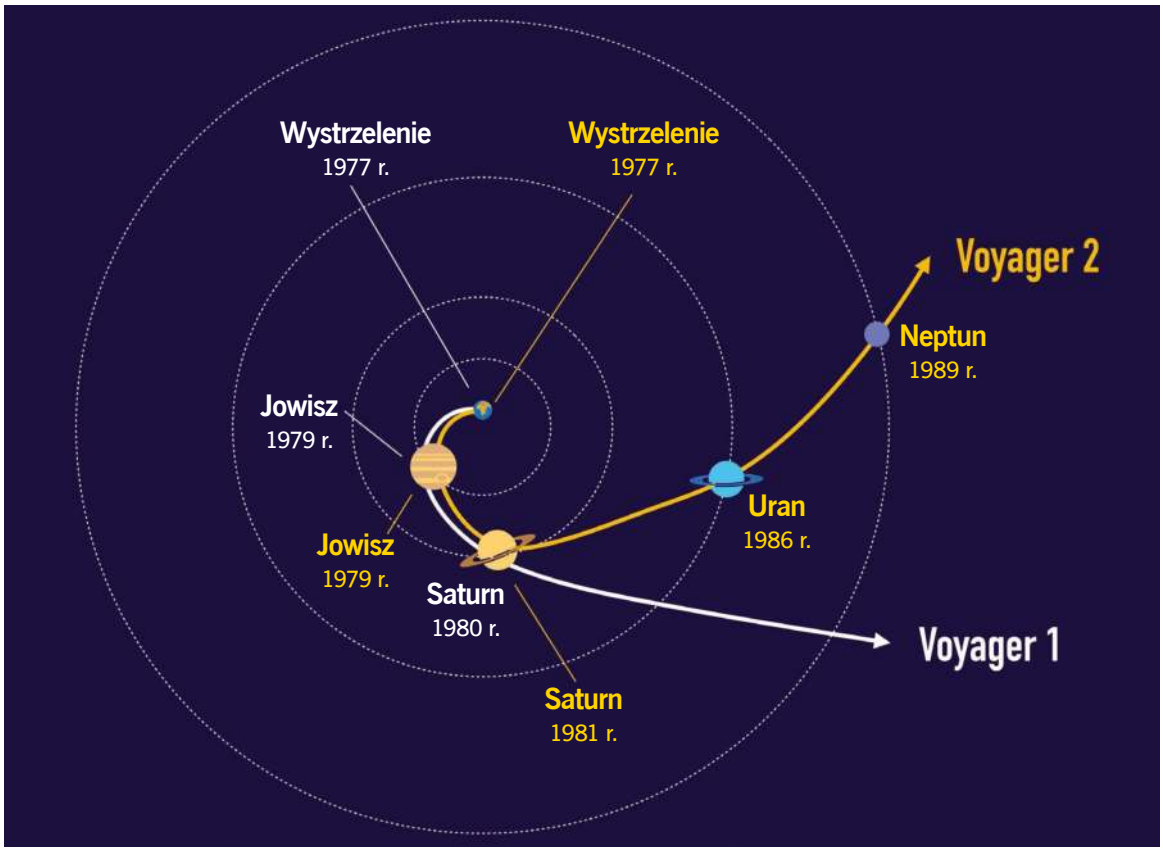
STOPIONY DIAMENT

W sierpniu br. w czasopiśmie „Nature Physics" ukazał się artykuł fizyków z Lawrence Livermore National Laboratory, w którym dokumentują oni, jak diament topnieje pod ciśnieniem trzykrotnie większym niż to, jakie panuje w jądrze Ziemi. Udało im się pobrać maleńkie próbki diamentów i podziałać na nie temperaturami wyższymi niż na powierzchni Słońca oraz



W warunkach wysokiego ciśnienia diament unosi się w ciekłym węglu niczym kostka lodu w wodzie (wizja artystyczna).

eprasa.pl 3a1b3655a0



Trajektorie lotu bliźniaczych sond Voyager 1 i Voyager 2. Sondy rozdzieliły się w listopadzie 1979 r. i każda poleciała w swoją stronę. Obecnie są już poza Układem Słonecznym.

ciśnieniami wyższymi niż w środku Neptuna i Urana – a jednocześnie mierzyć strukturę atomową, gęstość i refleksyjność optyczną materiału. Zespół LLNL przeprowadził eksperymenty z dynamiczną kompresją sterowaną laserami w Laboratorium Energetyki Laserów (LLE) University of Rochester, korzystając z Omega Laser Facility. Naukowcy odparowali laserowo zewnętrzną warstwę maleńkiej próbki, dzięki czemu powstała ściskająca fala uderzeniowa. Diament się stopił, co zostało potwierdzone bezpośrednio za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej. To z kolei ma bezpośrednie konsekwencje dla badań nad energią fuzji jądrowej.

Metodami tzw. laserowej mikrosyntezy termojądrowej zajmują się uczeni z należącego do LLNL National Ignition Facility. Ich potężne lasery generują fale uderzeniowe, które zagęszczają maleńką diamentową kapsułę do środka. Powstała implozja spręża paliwo fuzyjne – zwykle mieszaninę izotopów wodoru, czyli deuteru i trytu – wewnątrz kapsuły do ekstremalnych ciśnień i temperatur potrzebnych do zainicjowania fuzji inercyjnej. Stopienie diamentu w jednolity, gładki płyn podczas początkowego wstrząsu jest kluczowe, aby zminimalizować ryzyko wygasania reakcji fuzyjnej. Aby upewnić się, że pierwsza fala uderzeniowa stopi kapsułę diamentową, naukowcy z National Ignition Facility zwykle wywołują stosunkowo silny pierwszy wstrząs. Ale omawiany eksperyment ukazuje, że można użyć nieco łagodniejszych początkowych wstrząsów i stopić całkowicie diament podczas implozji. Słabszy wstrząs sprawia, że paliwo fuzyjne staje się bardziej ściśliwe.

Odkrycia te otwierają także nowe perspektywy przed naukowcami planetarnymi. Wnętrza lodowych gigantów, takich jak Neptun i Uran, są praktycznie niedostępne, więc badacze polegają na eksperymentach laboratoryjnych i modelach, aby zgadywać, co się dzieje pod ich powierzchniami. Niektóre badania sugerują, że lodowe olbrzymy krystalizują węgiel głęboko wewnątrz, gdzie opada on i tworzy diamentowy deszcz. Ponieważ eksperymenty z LLNL dotyczyły zachowania diamentu przy ciśnieniach przekraczających te wewnątrz lodowych olbrzymów, najnowsze dane o topnieniu stanowią solidną podstawę do bardziej realistycznych prognoz formowania się i ewolucji planet. Zresztą nie tylko planet Układu Słonecznego, także wielu egzoplanet, gdyż przypuszcza się, że lodowe olbrzymy występują dość powszechnie w obcych systemach planetarnych.

Poza tym być może doczekamy się startu Uranus Orbiter and Probe (UOP). To planowana duża i strategiczna misja naukowa dla NASA. Zakłada wejście na orbitę Urana orbitera oraz zrzucenie sondy atmosferycznej. Misja miałaby się zacząć w 2031 r. i dotrzeć do Urana po 13 latach podróży. Faza naukowa miałaby trwać 4,5 roku.

Przemek Berg

Dziennikarz naukowy. Stały współpracownik „Wiedzy i Życia". Specjalizuje się w tematyce kosmicznej. Absolwent Uniwersytetu Warszawskiego.

Fot. Blaurock/HZDR, James Wiskoboldt/LLNL, Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0



Nubijczyk w stroju wojownika na wystawie w zoo w Hamburgu

prasa.pl 3a1b36

LUDZKIE ZOO

Kiedyś ludzi z innych kontynentów pokazywano w europejskich ogrodach zoologicznych. Istniały też gabinety osobliwości. Dziś mamy wystawy prezentujące ciała utrwalone metodą plastynacji.

RADOSŁAW KOŻUSZEK

PREKURSOREM pokazywania ludzi innych ras lub grup plemiennych Europejczykom był Carl Hagenbeck – niemiecki handlarz dzikich zwierząt, treser, właściciel kilku zespołów cyrkowych i założyciel zoo w Hamburgu. W latach 1874–1876 zorganizował do Europy transporty m.in. Samoańczyków, Lapończyków, Nubijczyków, Inuitów i Masajów, których potem latami wystawiał za opłatą w różnych placówkach zoologicznych. Tłumaczył, że przywiezieni cudzoziemcy są typowymi przedstawicielami danych ras lub grup etnicznych i nie są skażeni cywilizacją. W 1879 r. zorganizował „wystawę antropologiczno-zoologiczną" w Berlinie, eksponując na niej Nubijczyków. Zaledwie w ciągu jednego dnia odwiedziło ją 58 tys. widzów. Po berlińskim sukcesie wystawa prezentowana była w drezdeńskim zoo, które w związku z brakiem regularnych odwiedzających chyliło się ku upadkowi. Dziennie do ogrodu zoologicznego przybywało teraz średnio 20 tys. osób, co znacznie podreperowało budżet placówki i pozwoliło na realizację zarzuconych inwestycji oraz zakup nowych zwierząt. Następnie Hagenbeck zorganizował w Paryżu słynny pokaz mieszkańców Cejlonu. W ciągu 100 dni wystawę obejrzały 2 mln widzów.

Początkowo pokazy Hagenbecka polegały jedynie na prezentowaniu osób w typowych strojach. Po pewnym czasie, gdy frekwencja zaczęła spadać, organizator wpadł na pomysł, by ludzi eksponować podobnie jak zwierzęta w zoo, czyli w warunkach zbliżonych do naturalnych. Na ogrodzonym terenie posadzono zatem rośliny przypominające tropikalne lub stworzono je z dostępnych materiałów. Stawiano budynki naśladujące oryginalne domy, konstruowano zagrody, paleniska i warsztaty pracy. Wraz z nowymi ludzkimi „eksponatami" przywożono z egzotycznych krajów narzędzia codziennego użytku, instrumenty muzyczne, broń, skóry i kości zwierząt. Wszystko to miało dawać widzom wrażenie, że znajdują się w miejscu, skąd pochodzą wystawiani ludzie. Nierzadko zdarzało się, że reżyserowane obozowisko lokalizowano obok klatki czy wybiegu zwierząt pochodzących z tej samej strefy klimatycznej. Tworzono także dioramy, gdzie granica między sztucznym tłem a miejscem wystawiania miała być niezauważalna.



Nubijczycy prezentowani w hamburskim zoo jako wojownicy

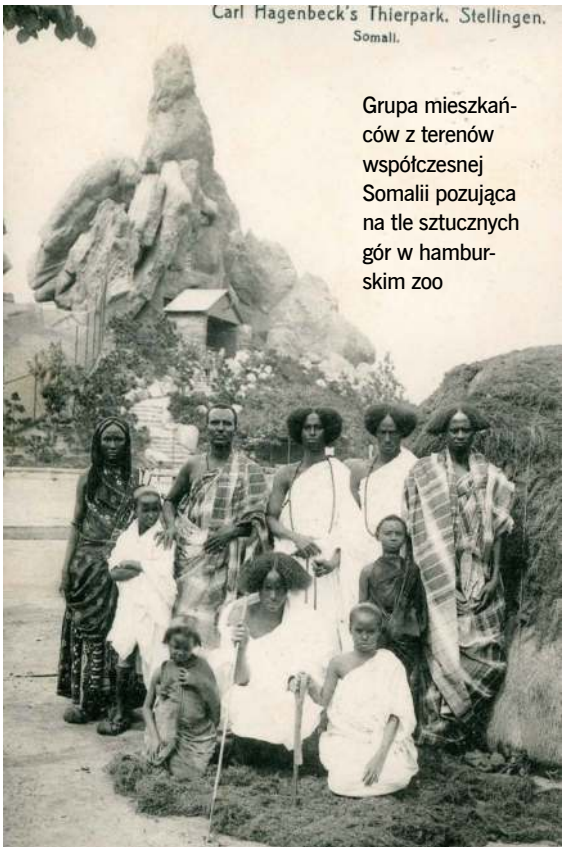
Dzisiejszy hamburski ogród zoologiczny cały czas dumnie nosi nazwę „Hagenbeck" i trudno w nim znaleźć informację na temat niechlubnych wystaw ludzi czy tysięcy zwierząt, które zginęły podczas odłowów z natury, długich transportów lub niewłaściwych warunków przetrzymywania w europejskich zwierzyńcach. O pełnej historii jakby się zapomina, prezentując Carla Hagenbecka jako twórcę pierwszego na świecie nowoczesnego ogrodu zoologicznego, gdzie zwierzęta można było oglądać nie za kratami,

Fot. AKG/Forum (2)

eprasa.pl 3a1b3655a0



Ludność z terenów dzisiejszej Etiopii przed tradycyjną chatą, Hagenbeck Tierpark w Hamburgu



Grupa mieszkańców z terenów współczesnej Somalii pozująca na tle sztucznych gór w hamburskim zoo

lecz na obszernych wybiegach odgrodzonych od zwiedzających skalnymi murkami i fosami, w warunkach zbliżonych do naturalnych. O niechlubnym fakcie eksponowania ludzi w hamburskim zoo świadczy jedynie odtworzona dawna brama wejściowa z 1907 r., na której obok rzeźb dzikich zwierząt znajdują się wizerunki rdzennych mieszkańców skolonizowanych regionów.

POKAZ ZDOBYCZY KOLONIALNYCH

Prezentacje ludzi w ogrodach zoologicznych cieszyły się dużą popularnością w zasadzie do wybuchu I wojny światowej. Chęć poznawania nowych kultur poprzez tę niewybredną formę edukacji została wykorzystana w tworzeniu wystaw światowych. Na stanowiskach i w pawilonach mocarstw kolonialnych powstawały „wioski edukacyjne", mające przedstawiać podbite narody. Celem organizatorów było ukazanie, że „pierwotne i zacofane" społeczeństwa potrzebują kolonistów, którzy je ucywilizują. Wystawy ludzi tworzono w taki sposób, by jak najmocniej ukazać odmienność i braki cywilizacyjne. Osoby oglądające owe „wioski" miały mieć wrażenie słuszności kolonizacji i własnej wyższej wartości w porównaniu z „okazami". Podczas Wystawy Światowej w Paryżu w 1878 r. prezentowano kilka wiosek, do których sprowadzono ponad 400 osób z francuskich kolonii. Z kolei na Wielkiej Wystawie Brytyjskiej w 1899 r. wystawiono ponad 170 rdzennych mieszkańców z podbitej Afryki Południowej. Wśród nich były osoby z plemienia San, uważanego za jeden z najstarszych ludów na świecie. Osoby te prezentowano tuż obok pawianów, co prawdopodobnie miało wskazywać na ich „pierwotne pochodzenie". W 1900 r. Wystawę Światową w Paryżu według oficjalnych danych przez 7 mies. odwiedziło prawie 51 mln widzów. Tzw. sekcja kolonii zajmowała aż 50 tys. m². Z kolei w 1911 r. na terenie znajdującego się pod zaborem pruskim Poznania odbywała się Wschodnioniemiecka Wystawa Przemysłu, Rzemiosła i Rolnictwa, podczas której m.in. prezentowano osoby z podbitych przez zaborców nowych terytoriów w Afryce.

Wystawy egzotycznych osób były niezmiernie popularne i przynosiły organizatorom niemałe dochody, dlatego po skończonej prezentacji w jednym mieście całą trupę przewożono do innego. Scenariusz wyglądał podobnie. Początkowo pokazywano jedynie osoby w typowych strojach, a gdy mieszkańcy danego miasta już się z tym zapoznali, dodawano inne elementy, które mogły ponownie przyciągnąć (za dodatkową opłatą) tych samych odwiedzających. Organizowano



Araukanie (Mapucze) w paryskim Ogrodzie Aklimatyzacyjnym, 1883 r.

eprasa.pl 3a1b3655a0

zatem prezentacje przygotowywania posiłków, jazdy konnej, symulowanych walk, tańców i śpiewów. Zapotrzebowanie na oglądanie ludzi z podbitych terenów było tak duże, że z czasem powstały firmy specjalizujące się w organizowaniu tego rodzaju pokazów, sprowadzające ludzi z drugiego końca świata. Uczestnicy takich wystaw niekoniecznie byli zmuszani do udziału w nich. Oszukiwani już na samym początku lub nieświadomi procederu, często dobrowolnie podpisywali stosowny dokument. W większości przypadków nie mieli pojęcia, co tak naprawdę ich spotka za Wielką Wodą. Zamiast reklamowanej sławy i dobrobytu czekała bieda, a ich honoraria przejmowali impresariowie. Wielu też nie mogło pogodzić się z poniżeniem, dlatego nierzadko odbierali sobie życie.

ANTROPOLOGIA RASISTOWSKA

Politykę kolonializmu wspierali nie tylko nacjonaliści i niespełnieni megalomani, ale także naukowcy. Za pomocą różnych, głównie stronniczych, metod próbowali udowodnić wyższość rasy białej człowieka nad pozostałymi. Pseudonaukowcy mierzyli ciała (głównie głowy) przywożonych osób-eksponatów, snując teorię bliskiego ich spokrewnienia z małpami. Uważali, że kształt i pojemność czaszki korelują z inteligencją, moralnością, pracowitością, a nawet siłą ekspansji i potencjałem cywilizacyjnym.



Ota Bengi z Konga prezentowany był w nowojorskim zoo razem z małpami.



Ludność z ówczesnego Dahomeju (Benin) na plakacie reklamującym Wystawę Światową odbywającą się w 1900 r. w Paryżu

Oczywiście uznawano, że czaszki osób z kręgu zachodnioeuropejskiego pod tym względem wypadają najkorzystniej. Eksponowanych ludzi poddawano także różnym analizom psychologicznym, by wykazać, że ich zdolności pojmowania świata są ograniczone lub gorsze niż przedstawicieli zachodniego świata. Czasami wysuwano teorie, że rasa biała człowieka pochodzi od innego przodka niż pozostałe rasy ludzkie.

Apogeum antropologii rasistowskiej przypadało na XIX w. i uważa się, że było swego rodzaju usprawiedliwieniem kolonializmu, niewolnictwa i wyzysku. W skrajnych przypadkach zdarzało się nawet eksponowanie osób – głównie czarnoskórych – w ogrodach zoologicznych obok wybiegów czy klatek ze ssakami naczelnymi, uważając wystawiane osoby i małpy za bardzo bliskich krewnych. Jedną z bardziej rozpoznawanych osób, które eksponowano na różnego rodzaju wystawach, był Kongijczyk Ota Benga. Jako młody chłopak pokazywany był publiczności w nowojorskim zoo Bronx na jednym wybiegu z szympansem.

OBNAŻONA PRUDERIA

Badacze historii przyznają, że wiele osób odwiedzających ludzkie zoo przychodziło na wystawy, by napawać się widokiem prezentowanych nagich ciał. Fakt ten dotyczył zarówno mężczyzn, jak i kobiet. Pruderyjne zachodnioeuropejskie społeczeństwo było spragnione nie tylko inności, ale także nagości. W życiu codziennym nagość była w zasadzie niedostępna, a jakakolwiek inność, w tym inne niż typowe zachowania seksualne, wiązała się z pogardą, a nawet wykluczeniem społecznym. Organizatorzy wystaw szybko wyczuli, co szczególnie podoba się klientom, i nakazali prezentować się osobom-eksponatom w sposób wyuzdany. Mężczyźni występowali jedynie w przepaskach na biodrach, a kobietom zakładano zbyt ciasne ubrania, by uwypuklać ich kształty. Wystawiane osoby przebierane były także niezależnie od tego, skąd

Fot. AKG/Forum (3), RDA/Forum, Library of Congress

eprasa.pl 3a1b3655a0

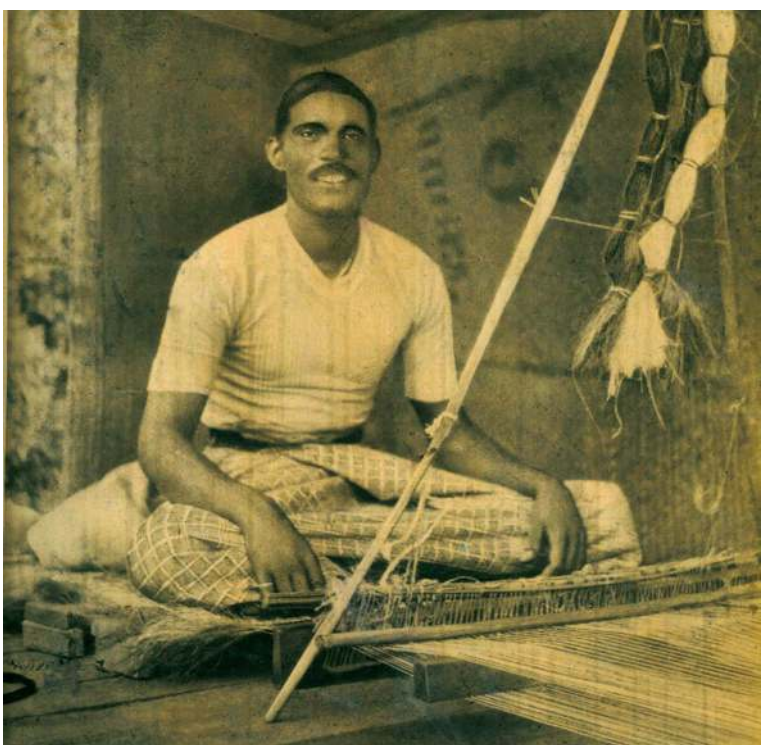
pochodziły, za herosów, Amazonki czy plemienne księżniczki. Wszystko to miało zaspokajać seksualną ciekawość u odwiedzających, którzy pod pretekstem zwykłego zainteresowania lub pseudonauki penetrowali wzrokiem każdy centymetr ciała wystawianych osób. Zdarzało się także, że osoby-eksponaty prezentowano nagie w klatkach. W podświadomości odwiedzających były wówczas niczym towar na sprzedaż. Uważa się, że wielokrotnie zdarzały się akty wykorzystywania seksualnego za opłatą tak samo przez mężczyzn, jak i przez kobiety. Zazwyczaj wszystko odbywało się w głębokiej tajemnicy, dlatego dokumentacja na ten temat jest znikoma.

WYSTAWY W POLSCE

Gdy świat zachodni fascynował się wystawami ludzi, Polski jako niepodległego kraju nie było na mapie Europy. Nie przeszkadzało to jednak Polakom w braniu udziału w tego rodzaju wydarzeniach. Dostępna dokumentacja wskazuje, że tego typu pokazy odbywały się np. w Poznaniu i Warszawie. Słynne „wystawy etnologiczne" organizowano w ogrodzie restauracyjnym poznańskiego zoo od końca XIX w. Uważa się, że pierwszym udokumentowanym pokazem ludzi w Poznaniu była wystawa z 1879 r. Zajął się tym przedsiębiorca Reiche, który po udanych występach w głębi Niemiec sprowadził do stolicy Wielkopolski grupę Nubijczyków. Według zachowanych artykułów w poznańskich gazetach grupie miał przewodzić szeik, któremu towarzyszyły 15-letnia córka oraz synowa. W skład zespołu wchodziło także 8 mężczyzn z różnych plemion oraz koń, osioł i egzotyczne zwierzęta (wielbłądy, słonie, hipopotamy, żyrafa). Grupa miała prezentować przedmioty codziennego użytku, broń i stroje. Inscenizowano także polowania, przygotowywanie jedzenia oraz tworzenie karawany.

Spora frekwencja gwarantowała niemały zysk organizatorowi, dlatego wydarzenie to najprawdopodobniej zapoczątkowało całą serię innych wystaw ludzi w poznańskim zoo. W 1883 r. prezentowani byli w stylizowanej wiosce mieszkańcy północno-zachodniej Syberii, którym towarzyszyły psy i renifery. Jako że pokaz zorganizowano na początku marca, chętni widzowie za dodatkową opłatą mogli przejechać się zaprzęgiem ciągniętym przez renifery. Rok później do Poznania sprowadzono Siuksów, którzy mieli prezentować tańce, śpiewy, a także umiejętności jeździeckie, polowania oraz strzelanie z łuku. Według dokumentacji prasowej wystawę odwiedziło kilka tysięcy dzieci i młodzieży z okolicznych szkół. Inną wystawą ludzi była prezentacja Kałmuków, którym towarzyszyły wielbłądy, konie i owce. Publiczność mogła obejrzeć różne widowiska tematyczne (wesele, wędrówkę po stepie, wyścigi) oraz sporządzanie kumysu z kobylego mleka. W 1885 r., po półrocznych pokazach w Berlinie, do Poznania sprowadzono południowoafrykańskich Zulusów, a w 1892 r. w zoo podziwiać można było grupę Amazonek z ówczesnego Dahomeju (Benin). Szczególnie ważne pokazy odwiedzali także lokalni przedstawiciele władz niemieckich. Tak było w przypadku prezentacji grup z Samoa i Togo, które stanowiły wówczas część kolonii niemieckich. Prasa nazywała ich nowymi współobywatelami Rzeszy. W różnym okresie w Poznaniu można było zobaczyć także osoby z ludu Suahili, Kirgizów, Tatarów, Sudańczyków, Papuasów, Aborygenów, Lapończyków, Cejlończyków i in.

W będącej pod zaborem rosyjskim Warszawie komercyjne pokazy ludzi prawdopodobnie odbywały się w parkach miejskich. W 1931 r., już za czasów niepodległej Polski, na terenie dzisiejszego Parku Praskiego, tuż obok zoo, ulokowano wystawę osób pochodzących z Afryki. Innym ogrodem zoologicznym organizującym wystawy ludzi, a znajdującym się aktualnie na terenie Polski, było zoo we Wrocławiu. Uważa się, że przygotowano w nim ponad 20 wystaw ludzi. Według niektórych relacji w ciągu jednego dnia podczas prezentacji Tunezyjczyków w 1904 r. ówczesny niemiecki zwierzyniec odwiedziło ponad 41 tys. gapiów.





Fotografie ze zbiorów ogrodu zoologicznego w Poznaniu. Góra: reprezentant grupy Cejlończyków (mieszkańcy współczesnej Sri Lanki), dół: grupa etniczna pochodząca z Hagenbeck Tierpark w Hamburgu

eprasa.pl 3a1b3655a0



Eksponat z wystawy Body Worlds „The Cycle of Life", goszczącej we Wrocławiu w 2026 r.

WYSTAWY MARTWYCH

Aktualnie nie spotyka się takich wystaw ludzi, jakie zdarzały się ponad 100 lat temu, bo wszyscy uznaliby je za skandaliczne i niedopuszczalne. Organizowane są wprawdzie różnego rodzaju wydarzenia etnograficzne, ale biorących w nich udział aktorów czy twórców ludowych traktuje się jak przedstawicieli każdego innego zawodu. Kontrowersyjne stają się jednak pokazy martwych ludzi, których ciała zostały utrwalone za pomocą różnych technik chemicznych i są prezentowane w postaci eksponatów. Najbardziej znaną metodą jest plastynacja, polegająca na usunięciu ze zwłok wody oraz tłuszczu, sprzyjających rozwojowi bakterii gnilnych, i zastąpieniu ich kolorowymi żywicami. Proces został opracowany i opatentowany przez anatoma niemieckiego pochodzenia Gunthera von Hagensa (zmarł w lipcu br.). Plastynacji poddawano zwłoki zwierząt oraz ludzi, którzy dobrowolnie, jeszcze za życia, zapisali swoje ciała na użytek naukowy. Nie brak jednak oskarżeń, że do tworzenia preparatów używano także zakupionych od rządu chińskiego ciał młodych skazańców.

W zasadzie nie ma sprzeciwu, jeśli tego rodzaju „pomoce naukowe" służą studentom medycyny czy kryminalistyki, którzy w przyszłości będą ratować czyjeś życie czy tropić morderców. W przypadku jednak publicznej prezentacji ciał lub ich fragmentów (zwłaszcza tworzenia z nich czegoś na kształt dzieł sztuki) zdania są podzielone. Tak jak w przypadku ludzi pokazywanych w zoo, i tu mamy naruszenie czyjejś godności. Wystawy ludzkich ciał są zakazane w niektórych krajach ze względu na dominującą religię czy szczególne traktowanie zwłok. Spotykane są także pojedyncze zakazy wystawiania ludzkich ciał w niektórych miastach w konsekwencji protestów społecznych lub protestów organizacji broniących praw człowieka. Gunther von Hagens nie miał z tym problemu. Jak czytamy w mediach, poprosił żonę, żeby jego ciało trafiło po śmierci na wystawę.

dr inż. Radosław Kożuszek
Wykładowca Uniwersytetu Wrocławskiego,
podróżnik, organizator wypraw trekkingowych, przyrodniczych i kulinarnych

Fot. Ogród Zoologiczny w Poznaniu/Muzeum Historii Zoo (2), Bartłomiej Kudowicz/Forum, AKG/Forum

Gabinety osobliwości

Z jednej strony już od zamierzchłych czasów ludzi interesowało wszystko to, co było inne i tajemnicze. Z drugiej strony odmienność zawsze wywoływała strach i w związku z niewystarczającą ówczesną wiedzą naukową i brakiem podstawowej edukacji zwykłych ludzi nie była akceptowana. Inność kojarzono bezpośrednio z zagrożeniem. Uważano, że osoba o odmiennym wyglądzie może być chora na zakaźną chorobę lub emanować złą aurą, czynić czary czy nawet być łącznikiem świata żywych ze światem umarłych. Ludzi o niestandardowym wyglądzie czy zachowaniu wykluczano z grupy, wypędzano, a nawet niesłusznie oskarżano o czary lub czynienie uroków i zabijano. Narodziny dziecka o odmiennym wyglądzie czy zachowaniu odbierane były przez jego rodziców jako porażka życiowa. Ojca traktowano jako niezdolnego do spłodzenia wartościowego potomka, a matkę za tę, która urodziła „odmieńca". Gawędziarze opowiadali niestworzone historie o dziedzicznych grzechach przodków rodziców, o zemście bogów czy wymierzonej karze przez Boga. Aktualnie naukowcy tego rodzaju zachowania wiążą z atawizmem (zachowaniem pierwotnym), gdzie każda widoczna i znacząca odmienność musiała być likwidowana w grupie, aby zachować ciągłość gatunku.

Z biegiem rozwoju cywilizacji i nauki osoby o innym wyglądzie traktowano jak okazy do oglądania (wiadomo już było, że „innością" nie można się zarazić ani od niej umrzeć) i w tym momencie można już mówić o początkach ekspozycji ludzi przez ludzi. Prawdopodobnie w zwierzyńcu azteckiego władcy Montezumy (XVI w.) więziono i eksponowano jeńców z innych plemion oraz osoby z fizycznymi wadami wrodzonymi (albinizm, gigantyzm, karłowatość). W związku z coraz dalszymi podbojami wojennymi na europejskie dwory królewskie czy książęce przywożono niewolników obojga płci, mających dodawać kolorytu pałacowi. Bardzo często byli także wykorzystywani seksualnie. Władcę, którego oprócz świty pałacowej otaczali liczni niewolnicy o różnej barwie skóry, traktowano z szacunkiem jako odnoszącego sukcesy, gdyż był w stanie kupić sobie najbardziej egzotycznych niewolników.

Z czasem zainteresowanie innością wyszło z pałaców na ulice miasteczek i wsi. Popularne stały się przedstawienia objazdowych cyrków, gdzie występowały osoby o odmiennym wyglądzie. Potem zaczęto organizować tzw. gabinety osobliwości. Prezentowano w nich ludzi o wyglądzie daleko odbiegającym od standardu (np. osoby z zaburzeniami hormonalnymi czy niedorozwojem fizycznym). Dziś możemy zobaczyć tylko wystawy ze zdeformowanymi chorobowo ciałami. Przykładem są eksponaty (w tym ludzkie płody) z wiedeńskiej Narrenturm.



Obraz toskańskiego artysty z XVII w. przedstawiający bankiet, którego uczestnikami są osoby o odmiennym wyglądzie.

eprasa.pl 3a1b3655a0



eprasa.pl 3a1b3655a0

PŁYNNA PŁEĆ

Biologia długo dzieliła nas na kobiety i mężczyzn. Dziś jednak wyraźnie widać, że między tymi kategoriami kryje się świat, którego nauka nie potrafi do końca opisać.

PAWEŁ WALEWSKI

RZECZYWISTOŚĆ płciowa przypomina gęsty las pełen ścieżek – wciąż spowitych mgłą i jeszcze nieprzetartych. Coraz więcej krajów i instytucji wprowadza w dokumentach rozróżnienie nie na dwie płcie, lecz stosuje pięć lub więcej opcji na ich określenie: mężczyzna, kobieta, transgender, *non-binary* i „pozostali". Facebook już od dobrych kilku lat daje użytkownikom możliwość wyboru spośród wielu określeń tożsamości płciowej. Seksuolodzy, psycholodzy i rodzice nastolatków zmagają się z lawiną zgłoszeń o niezgodności tożsamości z ciałem. Podczas gdy jako społeczeństwo mamy do dyspozycji istny bufet z zaimkami, nauka wciąż próbuje ustalić, co właściwie mierzymy – chromosomy, hormony, strukturę mózgu czy subiektywne poczucie siebie?

Dr n. med. Aleksandra Jodko-Modlińska, psychoseksuolożka z II Kliniki Psychiatrii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego i poradni seksuologicznej Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie, od lat pracująca z osobami doświadczającymi takich rozbieżności, zauważa: „Zmian w formularzach oczekują już nie tylko osoby, które przeszły korektę płci, ale również te, które nie czują się mężczyzną ani kobietą. Albo uważają się za kobietę i mężczyznę jednocześnie. To też jest spora grupa ludzi, do tej pory niezauważana".

ILE JEST PŁCI I CZY DA SIĘ JE POLICZYĆ?

Przez wieki sprawa wydawała się banalnie prosta: różowe śpioszki dla dziewczynek, niebieskie dla chłopców. Mieliśmy mężczyzn, mieliśmy kobiety, a cała reszta – jeśli w ogóle istniała – była dyskretnie zamiatana pod dywan obyczajowej poprawności. Dzisiaj ten czarno-biały świat przypomina rozbitą w drobny mak mozaikę. Nawet eksperci, którzy z założenia powinni wiedzieć o naszej psychice i seksualności wszystko, próbują nadążyć za zmieniającymi się słownikami i statystykami. Żyjemy w epoce, w której biologia to tylko jeden z wielu czynników, a płeć stała się kwestią żmudnych językowych i społecznych negocjacji.

Klasyczna medycyna, opisująca transseksualizm w kategoriach ICD-10 (wedle międzynarodowej klasyfikacji chorób i problemów zdrowotnych, wydanej przez WHO w 1990 r.), długo operowała jasnym schematem: transseksualizm to niezgodność między odczuwaną płcią psychiczną a determinantami somatycznymi, genetycznymi, gonadalnymi i metrykalnymi. Częstość szacowano na 1 na 30 tys. biologicznych mężczyzn i 1 na 100 tys. biologicznych kobiet, z proporcją 3:1 na korzyść mężczyzn, choć akurat w Polsce odwróconą (częściej do leczenia zgłaszają się kobiety). Etiologia pozostawała wieloczynnikowa: wpływy hormonalne w okresie prenatalnym, podatność genetyczna, różnice anatomiczne w podwzgórzu i ciele modzelowatym, gdzie struktury mózgu osób transseksualnych przypominały te charakterystyczne dla płci odczuwanej (z zastrzeżeniem, że były to badania pośmiertne, więc zauważone zmiany mogły być wynikiem wcześniejszego leczenia hormonalnego). Identyfikacja płciowa, raz ukształtowana, miała być trwała i nieodwracalna. Dziś szacuje się częstość występowania transseksualizmu w populacji na 0,001–0,002%, a najnowsze ustalenia wskazują, że dotyczy on 4,6 osób na 100 tys. urodzin. Badania ankietowe wśród młodzieży mówią nawet o kilku procentach deklarujących tożsamość transpłciową lub niebinarną (1–2% chłopców i 2–4% dziewczynek).

Klasyfikacja ICD-11, znacznie unowocześniona wersja ICD-10 (choć w Polsce jeszcze niestosowana), przeniosła niezgodność płci z rozdziału psychiatrycznego do kategorii problemów zdrowia seksualnego, odchodząc od patologicznego stygmatyzowania. Dr Jodko-Modlińska tłumaczy tę zmianę terminologii: „Od pojęcia transseksualizmu i transgenderyzmu się odchodzi. Dziś częściej używa się określeń »dysforia płciowa« lub »niezgodność płci«.

Fot. Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0

To parasol rozpostarty nad wszystkimi osobami, które doświadczają dyskomfortu lub cierpienia związanego z niezgodnością między obiektywną płcią biologiczną a subiektywną tożsamością płciową". A zatem wielu pojęć uczymy się od nowa, dostosowując również język medycyny i psychologii do oczekiwań takich osób (patrz ramka „Słownik"). Ile więc mamy płci? Biologicznie – wciąż dwie główne kategorie z rzadkimi wariantami interseksualnymi. Tożsamościowo chodzi o spektrum, którego nie da się zamknąć w liczbie. Jak ironicznie zauważają niektórzy badacze, pytanie „ile płci" jest tak samo sensowne jak pytanie o liczbę odcieni szarości – zależną od oświetlenia i oczu patrzącego.

NIEBINARNOŚĆ – JAKIE MA OBLICZA?

Dr Jodko-Modlińska definiuje to w ten sposób: „Niebinarność opisuje osobę, która nie czuje się ani mężczyzną, ani kobietą. A niektóre z osób używających tego pojęcia mówią, że czują się po trosze zarówno kobietą, jak i mężczyzną. Czasami niebinarność jest też wynikiem tego, że człowiek ma zarówno męskie, jak i żeńskie cechy płci biologicznej". I to jest prawdziwe nieszczęście, bo w świecie zagospodarowanym przez dwie płcie biada każdemu, kto się w tym schemacie nie mieści.

Pod parasolem niebinarności kryją się rozmaite warianty: agender – poczucie braku płci, neutralność; bigender lub polygender – jednoczesne lub naprzemienne doświadczanie kilku tożsamości; genderfluid – płynność w czasie zależna od kontekstu, nastroju lub sytuacji; demigender – częściowa identyfikacja z jedną płcią i jednocześnie z czymś innym; androgyne – pozycja pomiędzy; xenogender – odwołania do pojęć spoza ludzkiego katalogu płci (zwierzęta, abstrakcje, sensoryczne wrażenia). Niektóre tożsamości są inkluzywne (obejmują elementy męskie i żeńskie), inne – ekskluzywne (odrzucają obie). W praktyce oznacza to, że osoba niebinarna może domagać się zaimków „oni/ich", unikać toalet binarnych, sportu podzielonego na kategorie albo dokumentów z literą X zamiast M/K.

Jeszcze niedawno transseksualna kobieta to była transpłciowa osoba, której płeć po urodzeniu ustalono jako żeńską, a ona mówiła, że czuje się mężczyzną. Do jej opisu używano skrótu K/M, a dla transseksualnego mężczyzny – M/K. Dziś jest odwrotnie! Transseksualna kobieta to osoba M/K, czyli osoba z męską płcią biologiczną obdarzona stuprocentowo kobiecym poczuciem tożsamości. Pojawiają się mniej lub bardziej skomplikowane roszady jak małżeństwo cispłciowej biseksualnej kobiety z niebinarną osobą transmęską. „Posługiwanie się właściwymi określeniami odgrywa niezwykle istotną rolę, by nie urazić niczyjej godności" – podkreśla moja rozmówczyni. Sformułowanie „zmiana płci" również wylądowało na językowym śmietniku. Medycyna preferuje obecnie terminy takie jak „tranzycja" lub „korekta", słusznie zakładając, że płeć nie jest zmieniana niczym opony w aucie, lecz korygowana do najprawdziwszej płci psychicznej danego człowieka.

Słownik:

Dysforia płci (niezgodność płci) – dyskomfort i psychiczne cierpienie związane z posiadaniem ciała niezgodnego z identyfikacją psychiczną; niespójność płci i trwała rozbieżność między poczuciem danej osoby a jej płcią metrykalną.

Tożsamość płciowa – osobiste poczucie przeżywania swojej płci jako żeńskiej, męskiej lub niebinarnej (zgodne lub niezgodne z płcią metrykalną).

Korekta płci – działania podejmowane przez osobę transpłciową prowadzące do dopasowania ciała do płci odczuwanej, część tzw. tranzycji (jako synonim korekty płci często błędnie używa się sformułowania „zmiana płci").

Cispłciowość – tożsamość płciowa, ekspresja płci i zachowanie pozostają zgodne z płcią przypisaną przy urodzeniu. Cismężczyźni i ciskobiety wykazują spójność między płcią metrykalną a odczuwaną tożsamością płciową.

Niebinarność – osoba nie identyfikuje się (lub nie identyfikuje się w pełni) z płcią przypisaną jej przy narodzinach (ani męską, ani żeńską).

Genderqueer – określenie podobne do niebinarności; posługują się nim osoby nieidentyfikujące się z żadną płcią. Określenie „queer" coraz częściej jest jednak wykorzystywane w opisach postaw politycznych, które łączą osoby transpłciowe z aktywizmem LGBTQ+.

Transpłciowość – tożsamość płciowa, ekspresja płci lub zachowanie różnią się od tych charakteryzujących płeć przypisaną przy urodzeniu.

Transpłciowy mężczyzna (transchłopak/transmężczyzna) – osoba, której płeć została przy urodzeniu określona jako żeńska, ale teraz identyfikująca się jako mężczyzna.

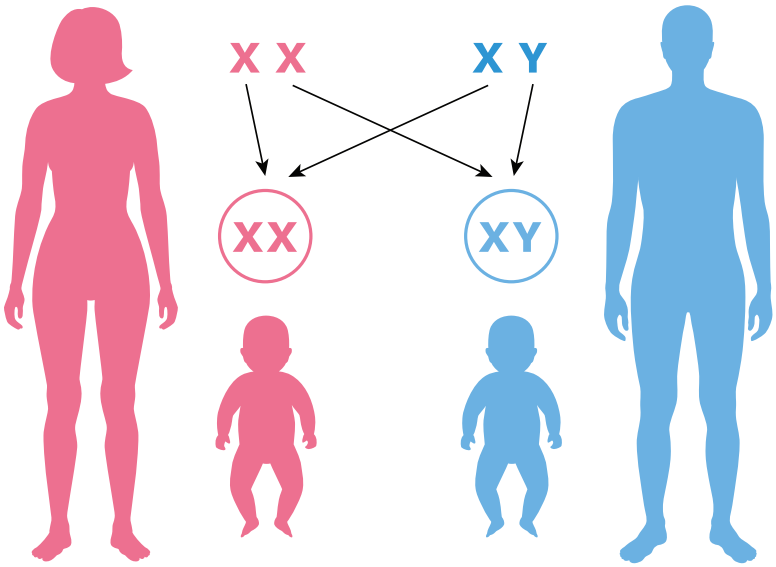
Transpłciowa kobieta (transdziewczyna/transkobieta) – osoba, której płeć została przy urodzeniu określona jako męska, ale obecnie identyfikująca się jako kobieta.

Tranzycja – czas, gdy dana osoba zaczyna żyć zgodnie z charakterystyką płci, z którą się identyfikuje, a nie płcią określoną przy urodzeniu.

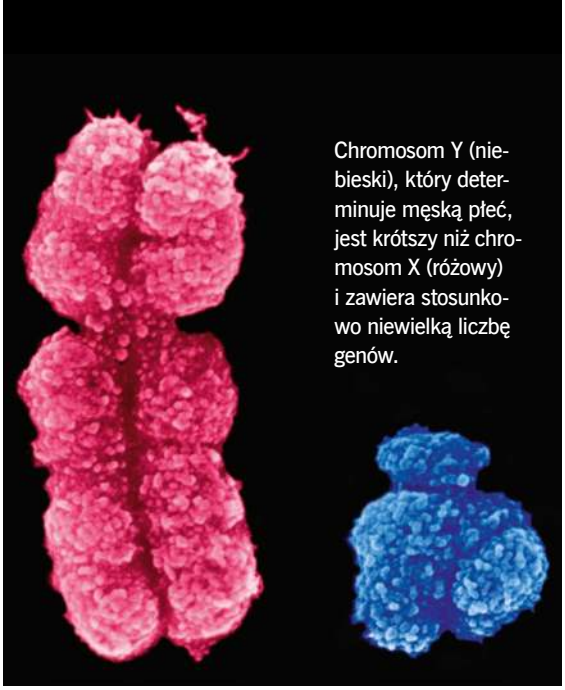
Transseksualista/ transseksualizm – nieaktualny już w świetle najnowszych klasyfikacji termin określający osoby transpłciowe (obecny nadal w starych klasyfikacjach).

Crossdresser – osoba, która ubiera się charakterystycznie dla płci przeciwnej (także podczas artystycznych performance'ów), ale bez intencji pełnej życiowej identyfikacji z tą płcią.

eprasa.pl 3a1b3655a0



Nasza płeć jest w dużym stopniu zdeterminowana genetycznie: kobieta powinna mieć dwa chromosomy X, a mężczyzna – jeden chromosom X i jeden Y w każdej komórce ciała.



Chromosom Y (niebieski), który determinuje męską płeć, jest krótszy niż chromosom X (różowy) i zawiera stosunkowo niewielką liczbę genów.

Fot. Shutterstock, SPL/East News

Niebinarność zderza się boleśnie ze ścianą pragmatyzmu. W której drużynie ma wystartować osoba niebinarna pragnąca uprawiać sport wyczynowy – męskiej czy żeńskiej? „Jesteśmy społecznie i architektonicznie nieprzygotowani nie tylko w kontekście sportu, ale też w kwestii tak prozaicznych miejsc jak publiczne toalety, szpitale, areszty czy wreszcie zakłady karne" – zauważa dr Jodko-Modlińska. I dodaje: „Dopóki świat akceptuje samą czerń lub biel i nie dostrzega odcieni szarości, osoby niebinarne będą miały do rozwiązania wiele realnych problemów w życiu". To prawda, że niektóre warszawskie licea tworzą toalety neutralne, a szkoły muzyczne ściągają nauczycieli od mutujących głosów dla uczniów w trakcie hormonoterapii podczas procesu tranzycji, ale przeciętny urząd czy szpital wciąż operują kategoriami z epoki, gdy płeć była oczywista jak kolor nieba.

PŁEĆ BIOLOGICZNA KONTRA TOŻSAMOŚĆ

Płeć biologiczna to zespół cech: chromosomalnych (XX/XY i ich warianty nieprawidłowe), gonadalnych, hormonalnych, anatomicznych wewnętrznych i zewnętrznych. W 99% przypadków jest ona zgodna z tożsamością. A tożsamość płciowa to subiektywne poczucie bycia mężczyzną, kobietą, kimś pomiędzy lub poza. Kształtuje się ona już od 2. roku życia. Badania sekcyjne mózgów wskazywały na podobieństwa struktur (jądro łożyskowe prążka krańcowego, ciało modzelowate) do płci odczuwanej, choć wpływ długoletniej hormonoterapii komplikuje wnioski. Dr Jodko-Modlińska stawia sprawę ostro: „Dla mnie najważniejsze jest to, co człowiek czuje w związku ze swoją płcią i jak przeżywa swą tożsamość. We współczesnej seksuologii nadrzędne będzie to, kim ten ktoś się czuje, wobec tego, jaką płeć nadano mu przy urodzeniu".

We francuskim magazynie „Le Point" eksperci kilka lat temu ostrzegali, że 3% chłopców i 5% dziewczynek wykazuje w dzieciństwie niezgodność płciową, lecz w 60–90% przypadków dziecko wyrasta na homoseksualistę, a nie osobę transpłciową. Debra Soh, seksuolożka i autorka książki „The End of Gender", sugerowała, że część zjawiska wśród dorastających dziewcząt to ucieczka przed seksualizacją i seksizmem. Przy braku akceptacji wobec osób nieheteronormatywnych, jaką obserwujemy w Polsce, poglądy na własną płeć i orientację u nastolatków mogą wynikać ze strachu. Pewna 16-letnia pacjentka dr Jodko-Modlińskiej kupiła w internecie maść testosteronową, bo zakochała się w koleżance, a było dla niej nie do pomyślenia, że może być lesbijką. Znaczenie mają jeszcze przeżywane koszmary, np. młodej dziewczynie, która była regularnie gwałcona w dzieciństwie, bardzo teraz trudno uznać własną kobiecość. Wiele jest też osób z osobowością borderline, dość popularnym obecnie zaburzeniem, w którym jednym z kryteriów rozpoznania jest niejasny i niestabilny obraz siebie, co może dotyczyć również tożsamości seksualnej. Wszystkie te przypadki wymagają gruntownej diagnozy i interdyscyplinarnego podejścia, którego w Polsce bardzo brakuje.

GDY NAUKA PROSI O HAMULEC

Z czego zatem wynikają te skomplikowane i z pozoru nielogiczne zjawiska? Skąd bierze się potężna awersja do własnej cielesności? Chociaż nauka nie rozstrzyga, w jakim stopniu obecny zalew przypadków dysforii płciowej ma faktycznie charakter trwały, a w jakim jest wynikiem eksploracji, ucieczki przed homofobią czy niestabilnego obrazu siebie (przy zaburzeniach borderline), to jednak u części osób udaje się potwierdzić biologiczne korzenie tożsamości. Z pewnością transpłciowość i niebinarność nie są wymysłem naszej

eprasa.pl 3a1b3655a0



Keyonce Lee Hang z polinezyjskiej wyspy Upolu jest przedstawicielką trzeciej płci, nazywanej w tamtejszej kulturze *fa'afafine*. Na wyspach Samoa takich osób jest kilka tysięcy.



Pochód mężczyzn z kasty *hidźra* w indyjskim mieście Amravati podczas święta religijnego

cywilizacji – wzmianki o osobach podejmujących się nietypowych dla własnej płci życiowych ról sięgają XIV w.: na Madagaskarze to *sekrata*, w Ameryce Północnej – *berdache*, w kulturach Samoa – *fa'afafine*, a w Polinezji – *mahu*. W Tajlandii można spotkać tzw. trzecią płeć, w Indiach mężczyźni funkcjonujący jako kobiety należą do szczególnej kasty *hidźra*.

W wydanym przez PZWL w 2017 r. podręczniku „Seksuologia" można przeczytać, że u osób transseksualnych „jądro łożyskowe prążka krańcowego oraz trzecie jądro śródmiąższowe podwzgórza przedniego prezentują strukturę typową dla osób o ich płci psychicznej, absolutnie nie zważając na zewnętrzną budowę ich ciała". Jak jednak zauważa autorka tego rozdziału dr Aleksandra Robacha, wielu badaczy łączy to z wpływem wieloletniej hormonoterapii. Z kolei neuroendokrynolog Jacques Balthazart z Université de Liège jest bardziej stanowczy i twierdzi, że niezgodność płciowa nie jest zachcianką ani tym bardziej chorobą psychiczną, lecz jej podłoże leży w głębokich obszarach mózgowia. Owszem, zdeterminowanych w dużej mierze przez hormony, ale te po części matczyne, bo w okresie prenatalnym.

Dlaczego więc diagnoza przysparza tyle kłopotów? Ponieważ ludzka natura bywa podstępna, a nasze kulturowe nawyki nakładają się na czystą biologię. Badacz David C. Geary przyznaje, że nie mamy jasnego obrazu tych zmian, i zaleca ostrożność, przypominając, że terapie hormonalne u dorastających osób wciąż oznaczają niepewny wynik. I nawet jeśli neuroendokrynolodzy podkreślają biologiczne uwarunkowania, będące poza zasięgiem wyborów człowieka, doradzają mimo wszystko ostrożność wobec blokowania dojrzewania i hormonoterapii u niepełnoletnich – dane długoterminowe są skąpe, a mózg w okresie adolescencji wciąż się reorganizuje. Terapie konwersyjne są szkodliwe, ale pochopna medykalizacja, zwłaszcza jeśli proces diagnostyki oparty był na wątpliwych kryteriach „z internetu", też nie jest panaceum.

Pełna procedura tranzycji, czyli korekty płci, podporządkowana jest następującej sekwencji: hormonoterapia (testosteron u K/M, estrogeny i antyandrogeny u M/K), zmiana metrykalna (od niedawna bez postępowania procesowego), operacje chirurgiczne: mammektomia, histerektomia (usunięcie macicy), falloplastyka (rekonstrukcja członka), orchidektomia (usunięcie jąder), waginoplastyka. Efekty poprawiają jakość życia u większości, lecz ryzyko samobójstw pozostaje podwyższone, a część pacjentów staje się zakładnikami medycyny do końca życia. Diagnostyka zależy od historii z dzieciństwa i innych objawów psychopatologicznych (jeśli takie występują). Tylko ok. 20% dzieci z objawami dysforii oczekuje tranzycji w dorosłości.

Część ekspertów więc – stojąc na stanowisku, że dorośli z trwałą dysforią płci dużo zyskują na korekcie – zadaje jednak pytanie, czy nastolatki nie nazbyt pochopnie podejmują decyzję, by wejść na tę drogę? Czy nie bywają ofiarami zarówno po prostu braku akceptacji, jak i nadmiernej afirmacji bez dogłębnej analizy przeprowadzonej przez niezależnych ekspertów? W dodatku diagnozę dodatkowo utrudnia gigantyczna złożoność natury ludzkiej, więc powinny zajmować się tym wyłącznie zespoły specjalistów: psycholog, psychiatra dziecięcy, seksuolog, endokrynolog. A na naszym podwórku takiej interdyscyplinarności boleśnie brakuje (również placówek seksuologicznych z wykwalifikowanym i doświadczonym personelem).

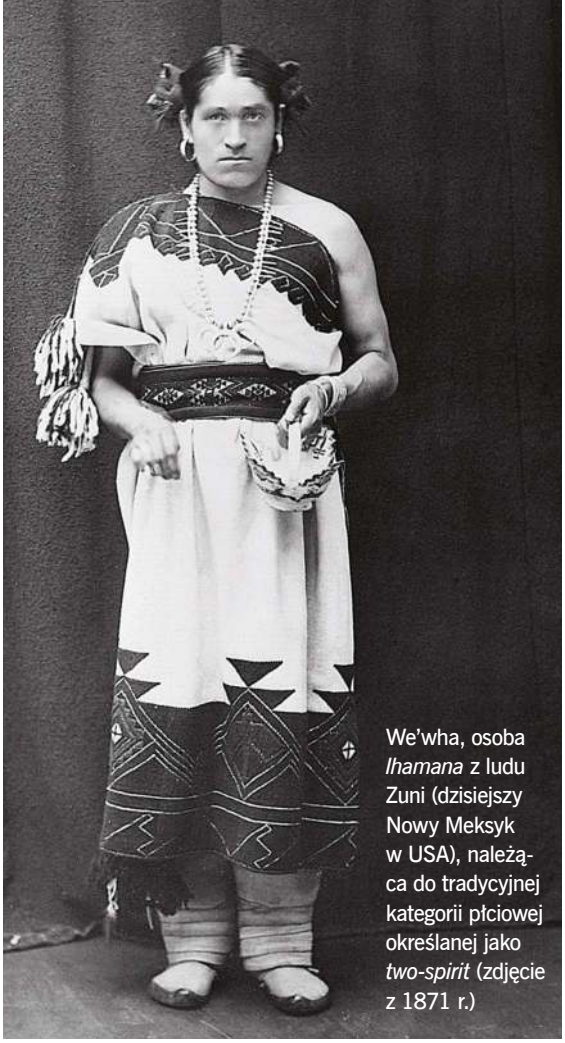
eprasa.pl 3a1b3655a0

Z kolei w wielu rodzinach dotkliwy jest niedostatek wiedzy o rozwoju dzieci oraz najzwyklejszego czułego wsparcia (patrz ramka „Jak obserwować dzieci"). Co zatem radzi nasza ekspertka wobec sześciolatka twierdzącego, że jest dziewczynką? Uznać go za dziewczynkę, za którą się uważa, ale być obok niego, obserwować. To nie znaczy, by zezwolić na korektę płci w wieku kilku lat, ale nie zaprzeczać, mówić raczej: „Rozumiem, że czujesz się dziewczynką. Będę się temu z tobą przyglądać, bo od strony biologicznej jesteś chłopcem". Według tzw. protokołu holenderskiego mamy tu potrzebę negocjacji z dzieckiem, bo u 80% tych kilkulatków do okresu dojrzewania objawy dysforii płci ustąpią.

Jeśli niebinarność nie zakłóca rozwoju i wykonywania zadań życiowych, nie musi być problemem. Jeżeli zaś powoduje cierpienie, wymaga profesjonalnej pomocy. Jak celnie puentuje francuski filozof Éric Marty – fenomen wielkich intelektualnych studiów nad płcią (*gender studies*) nigdy ostatecznie nie oderwał się od swoich czysto naukowych fundamentów. Co więcej: „Jest to jeden z ostatnich epizodów seksualnej epopei ludzkości". Może więc w kolejnych jej aktach rozróżnianie płci przestanie być polowaniem na czarownice, stając się po prostu barwnym, pełnym empatii odbiciem w krzywym zwierciadle natury. W którym znajdzie się miejsce dla każdego zaimka i każdego odcienia tożsamości.

Paweł Walewski

Publicysta „Polityki". Zawód lekarza zamienił na dziennikarstwo i od 30 lat zajmuje się w mediach popularyzacją tematyki medycznej i zdrowotnej.



We'wha, osoba *lhamana* z ludu Zuni (dzisiejszy Nowy Meksyk w USA), należąca do tradycyjnej kategorii płciowej określanej jako *two-spirit* (zdjęcie z 1871 r.)

Fot. Reuters/Forum, Shutterstock, Alamy/Indigo

Jak obserwować dzieci zdradzające sygnały nieakceptowania swojej biologicznej płci

Coraz częściej młode osoby same informują rodziców i nauczycieli o swojej transpłciowości. Ważne są jednak sygnały, które wysyłają, gdy same odkryją, że są transpłciowe. Nie stanowią one podstawy diagnozy, ale mogą być przydatne w ocenie sytuacji i skłonić do rozmowy. Należy też pamiętać, że dane dziecko może nie mieć nic wspólnego z żadną z poniższych wskazówek, a i tak być trans. Albo na odwrót: mieć – i nie być.

1. UBIÓR – dzieci transpłciowe często nie mają możliwości noszenia ubrań w pełni zgodnych z płcią odczuwaną, ale zdecydowanie odmawiają włożenia stroju typowego dla płci metrykalnej. Warto umieć rozróżnić, czy ubiór jest kwestią stylu lub mody, czy ma maskować płeć metrykalną. Charakterystyczne jest np. spłaszczanie biustu przez transpłciowych chłopców, zakładanie obszernych bluz i za dużych koszul nawet w upały.

2. WYGLĄD – transdziewczyny mogą zapuścić włosy, a transchłopcy je ściąć lub bezustannie chodzić w czapce, jeśli rodzice nie zgadzają się na radykalne zmiany fryzury. Transchłopcy mogą zmienić oprawki okularów na stereotypowo bardziej męskie.

3. UNIKANIE zajęć i spotkań z podziałem na płeć: niechęć do wuefu, wycieczek z noclegiem, uczestnictwa w apelach, balach itd. Transchłopiec na uroczystość może np. przyjść w garniturze albo odmówić udziału.

4. ZACHOWANIE – stany depresyjne, lękowe, samookaleczanie, próby samobójcze, izolacja od rówieśników. Odsetek prób samobójczych wśród dzieci transpłciowych jest znacznie wyższy niż wśród pozostałych nastolatków.

5. PODPISYWANIE PRAC – dziecko transpłciowe może unikać używania imienia nadanego przy urodzeniu i podpisywać prace samym nazwiskiem, pseudonimem, inicjałami lub w sposób uniemożliwiający odczytanie imienia.

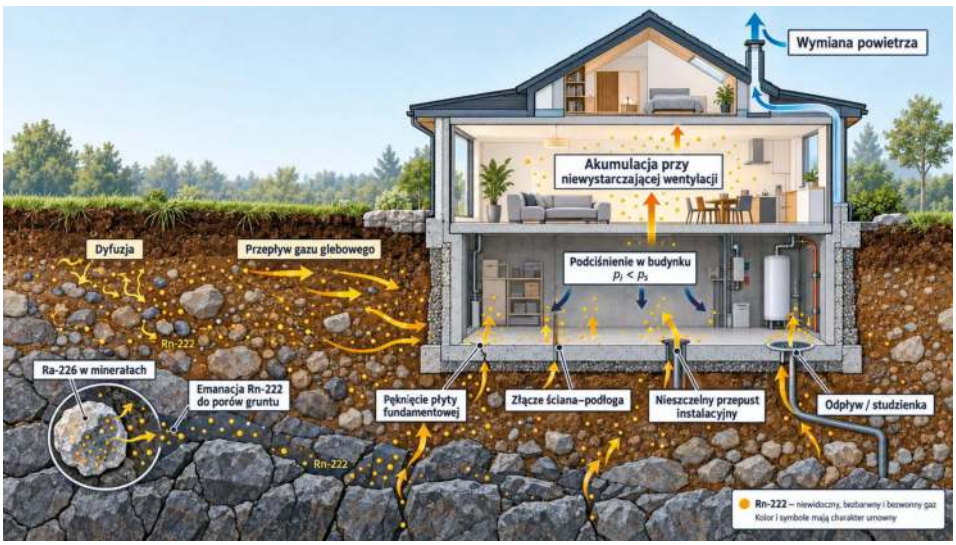
6. OBJAWY SOMATYCZNE – bóle brzucha, bóle w klatce piersiowej, duszności.

7. NIEAKCEPTOWANIE własnego ciała, zwłaszcza tych części, które zmieniają się w okresie dojrzewania.

Źródło: Materiały Fundacji Trans-fuzja (Ewelina Słowińska, Agnieszka Mocarska)

eprasa.pl 3a1b3655a0

Promieniowanie jonizujące i radon – niewidoczne zagrożenia w naszym otoczeniu



Obawy związane z promieniowaniem dotyczą zazwyczaj źródeł sztucznych - aparatów RTG, tomografów, izotopów w medycynie nuklearnej, defektoskopów przemysłowych czy odpadów elektrowni jądrowych, te jednak podlegają restrykcyjnej instytucjonalnej kontroli. Inaczej jest ze źródłami naturalnymi, na które jesteśmy skazani przez sam fakt życia na Ziemi. Kluczowym i dominującym czynnikiem tego narażenia jest radon – naturalny gaz szlachetny, który potrafi niepostrzeżenie gromadzić się w budynkach. Problem ten przybliżyli w kolejnym odcinku popularnonaukowego podcastu „Zrozumieć ryzyko", realizowanego przez Instytut Medycyny Pracy im. prof. dr. med. Jerzego Nofera, zaproszeni do studia wybitni specjaliści w dziedzinie ochrony radiologicznej: prof. Joanna Domienik-Andrzejewska oraz prof. Jerzy Olszewski.

Czym jest promieniowanie jonizujące? To każdy rodzaj promieniowania korpuskularnego lub elektromagnetycznego, które może prowadzić do jonizacji atomów lub cząsteczek. Promieniowanie takie oddziałuje na ludzki organizm przez zaburzanie naturalnych procesów chemicznych zachodzących w komórkach, a konsekwencją tych uszkodzeń mogą być m.in. nowotwory.

Naturalne promieniowanie jonizujące oddziałuje na nas na co dzień. To promieniowanie kosmiczne, a także to będące wynikiem promieniotwórczości samej skorupy ziemskiej. W glebie i skałach powszechnie występują pierwiastki radioaktywne, takie jak uran, tor czy potas 40K. Potas ten jest stale obecny w naszych tkankach, ponieważ wchłaniamy go wraz z codziennym pożywieniem (np. jedząc banany, ziemniaki czy orzechy). W dozymetrii istnieje nawet pojęcie ekwiwalentu bananowego – jeden owoc dostarcza dawkę około 0,1 mikrosiwerta. (Siwert jest jednostką miary w układzie SI określającą wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe). Jednak aż za połowę dawki promieniowania ze źródeł naturalnych odpowiedzialny jest wspomniany radon. Powstaje w wyniku rozpadu odkrytego przez Marię Skłodowską-Curie radu. Rad cechuje się długim okresem połowicznego rozpadu (1600 lat), natomiast radon rozpada się znacznie szybciej, bo w ciągu 3,8 dnia, tworząc kolejne radioaktywne produkty pochodne, aż do uzyskania w pełni stabilnego ołowiu.

Niebezpieczeństwo związane z radonem wynika przede wszystkim z faktu, że jest on gazem, który dyfunduje przez glebę i przedostaje się do atmosfery.

Jego krótkożyciowe produkty rozpadu mają jednak postać stałą i wykazują silną tendencję do przyłączania się do zawieszonych w powietrzu drobin pyłu, tworząc promieniotwórcze aerozole. Wraz z wdychanym powietrzem do płuc dostają się zarówno atomy radonu, jak i jego produkty rozpadu. Sam radon jest w dużej mierze wydychany z organizmu i nie stanowi głównego źródła zagrożenia. Znacznie większe niebezpieczeństwo stwarzają natomiast radioaktywne produkty rozpadu osadzające się w tkance płucnej, gdzie ulegają dalszym przemianom promieniotwórczym, emitując cząstki alfa. Choć cząstki te mają bardzo krótki zasięg, charakteryzują się wysoką zdolnością do przekazywania energii na niewielkiej odległości, co może prowadzić do powstawania uszkodzeń DNA w komórkach nabłonka dróg oddechowych.

Do budynków radon przedostaje się z gruntu, a przyczyną jest tzw. efekt kominowy (różnica ciśnień i temperatur). Gaz wnika przez mikroszczeliny w fundamentach lub niedostatecznie uszczelnione przepusty instalacyjne. Dlatego jego najwyższe stężenie odnotowuje się w podpiwniczeniach i na parterach.

Ze względu na budowę geologiczną Polska nie jest skrajnie zagrożona wysokim stężeniem radonu, choć w pewnych rejonach jest ono zauważalnie wyższe z powodu bogatego w uran i rad granitowego podłoża. Dotyczy to przede wszystkim Sudetów - rejonu Kotliny Jeleniogórskiej, a w szczególności Kowar. Szacuje się, że średnie stężenie radonu na otwartej przestrzeni w kraju wynosi około 10 Bq/m^3, natomiast wewnątrz zamkniętych budynków, według najnowszych ustaleń, około 100 Bq/m^3. W Europie znacznie trudniejszą pod tym względem sytuację mają Szwecja, Norwegia, Dania i Czechy oraz niektóre regiony Wielkiej Brytanii (np. Kornwalia). To właśnie z tych państw, a także z USA i Kanady, pochodzi najwięcej wyników badań dotyczących radonu.

Ryzyko zdrowotne przy ekspozycji na niskie dawki promieniowania jest trudne do określenia, ponieważ trudno je oddzielić od ryzyka związanego z innymi czynnikami cywilizacyjnymi. Dlatego też międzynarodowe instytucje stosują liniowy model bezprogowego działania

eprasa.pl 3a1b3655a0

promieniowania (Linear No-Threshold, LNT), zakładając, że każda, nawet najmniejsza dawka, dokłada swoją cegiełkę. Wieloletnie badania epidemiologiczne prowadzone w grupach górników kopalń uranu oraz wśród mieszkańców terenów o wysokim tle naturalnym udowodniły, że wdychanie pochodnych radonu może prowadzić do rozwoju raka płuc. Co istotne, występuje synergia między ekspozycją na radon a paleniem tytoniu – u palaczy ryzyko zachorowania na złośliwy nowotwór rośnie drastycznie, bo aż 10-12-krotnie. Statystyczny mieszkaniec Polski z tytułu wdychania radonu otrzymuje roczną dawkę na poziomie około 1,2 mSv. Prof. Domienik-Andrzejewska porównała to do 12 standardowych prześwietleń RTG klatki piersiowej.

Polskie Prawo atomowe, zgodne z rygorystycznymi dyrektywami Unii Europejskiej, wprowadziło jako poziom odniesienia dla średniorocznego stężenia radonu w budynkach wartość 300 Bq/m³. Jej przekroczenie jest sygnałem, że należy podjąć działania naprawcze. Wiele krajów europejskich stosuje znacznie ostrzejsze limity. Aktualne rozporządzenie Ministra Zdrowia wskazuje w Polsce 27 powiatów, w których pracodawcy mają bezwzględny obowiązek mierzenia stężenia radonu w miejscach pracy zlokalizowanych pod ziemią oraz na parterach budynków. Według prof. Olszewskiego obowiązkiem tym należałoby objąć cały kraj. Każdy odpowiedzialny pracodawca – w ramach rutynowej oceny ryzyka zawodowego – powinien profilaktycznie przeprowadzić taki pomiar. W zdecydowanej większości przypadków wykaże on bardzo niskie wartości, jednak da to pracodawcy ochronę prawną przed ewentualnymi roszczeniami odszkodowawczymi.

Polskie przepisy nakazują obecnie wykonywanie pomiarów w sezonie grzewczym, ponieważ wtedy budynki są zamknięte, rzadziej wietrzone, a pracujące systemy grzewcze intensywniej zasysają gaz z gruntu, najbardziej wiarygodne są jednak pomiary całoroczne. Do ocen długoterminowych stosuje się tzw. detektory śladowe – małe, tanie i niewymagające zasilania. Wpadające do wnętrza ich komory cząstki alfa bombardują specjalną folię, pozostawiając na niej mikrodefekty, które po zakończeniu pomiaru – trwającego od miesiąca do trzech – i po dodatkowej obróbce detektorów, zlicza się pod mikroskopem. Drogie, elektroniczne mierniki do pomiarów ciągłych są używane przez wyspecjalizowane instytucje.

A jak bronić się przed radonem na co dzień? Najskuteczniejsze jest regularne wietrzenie pomieszczeń oraz dbałość o drożność wentylacji. Przy wentylacji mechanicznej kluczowy jest jej typ – systemy ssące mogą wyciągać radon z gruntu, natomiast nadmuchowe tworzą lekkie nadciśnienie i wypychają gaz na zewnątrz. W przypadku zdecydowanego przekroczenia norm konieczne bywa uszczelnienie fundamentów specjalnymi foliami, zaizolowanie ścian piwnic lub montaż tzw. studni radonowych pod budynkiem.

Przed innymi formami promieniowania naturalnego, jak promieniowanie kosmiczne, nie trzeba się chronić, natomiast powinniśmy pamiętać, by bez wyraźnej potrzeby nie poddawać się takim badaniom diagnostycznym, jak RTG czy tomografia - ograniczać je do niezbędnych, wyraźnie zaleconych przez lekarza.



eprasa.pl 3a1b3655a0

KŁOPOTLIWE SKRAWKI LĄDÓW

Mały kawałek terytorium może wywołać wielką polityczną awanturę. Czasem wystarczy kilkadziesiąt metrów granicy, by skomplikować życie tysiącom ludzi. Witajcie w surrealistycznym świecie eksklaw i enklaw!

ANDRZEJ HOŁDYS

GRANICE są na swój sposób fascynujące. Przekraczając je, opuszczasz jeden świat i wkraczasz do innego, często tak odmiennego, że aż trudno uwierzyć, jak wiele może zmienić wąski pasek granicy. Sytuacja jeszcze bardziej się komplikuje, gdy kawałek terytorium danego państwa został oddzielony granicami od jego głównego obszaru. Wtedy kilka kilometrów kwadratowych, czasem kilka hektarów, może utrudniać politykę, handel, podróże, a nawet zwykłe wyjście do lekarza.

Ceuta i Melilla od dawna są eksklawami na afrykańskim wybrzeżu – kawałkami Hiszpanii oddzielonymi od jej głównego terytorium przez morze. Dla Marokańczyków symbolizują europejską obecność kolonialną, dlatego Rabat podtrzymuje roszczenia do obu miast od czasu uzyskania niepodległości w 1956 r. Madryt zaś uważa je za integralną część Hiszpanii i Unii Europejskiej. W 2026 r. spór ponownie się zaostrzył. Pod koniec lipca do Ceuty próbowały przedostać się dziesiątki tysięcy ludzi, a kryzys humanitarny szybko stał się kryzysem politycznym. Hiszpańskie służby ostrzegały przed możliwością



Ceuta, 31 lipca 2026 r. Marokańczycy, którzy nielegalnie przekroczyli granicę z Hiszpanią, wracają do swojego kraju.

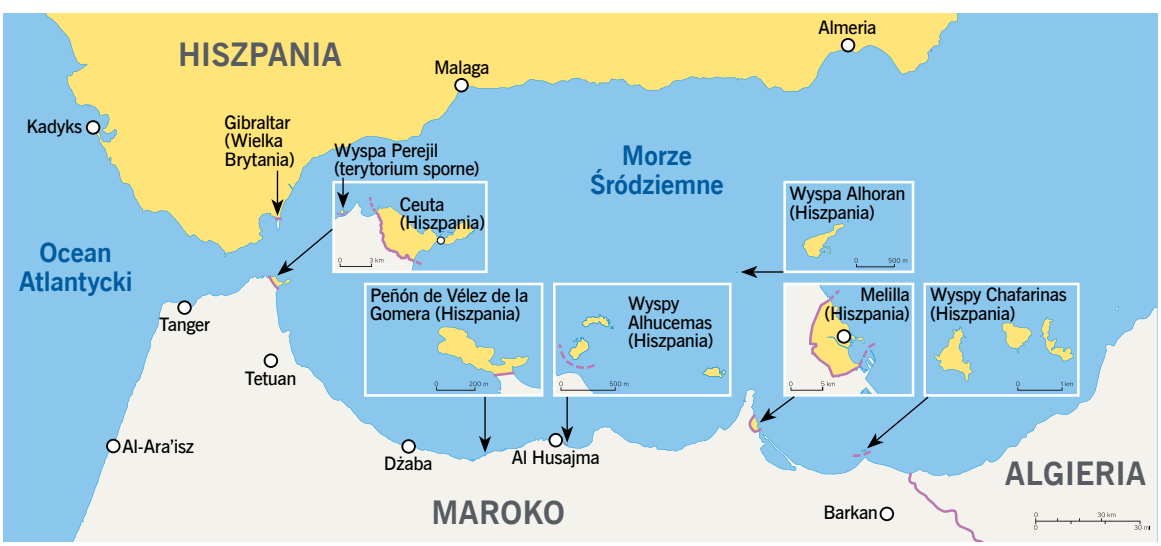
eprasa.pl 3a1b3655a0



Nadmorska promenada w Melilli – hiszpańskiej eksklawie sąsiadującej z Marokiem

masowego przekroczenia granicy, a później Madryt ujawnił dokumenty dotyczące wydarzeń. Według hiszpańskiego rządu nie ma dowodów, że marokańskie władze zorganizowały całe przedsięwzięcie, ale podczas kryzysu granica przez pewien czas praktycznie przestała pełnić swoją funkcję. Marokański minister sprawiedliwości kolejny raz przypomniał o „historycznych i geograficznych" prawach Maroka do obu miast i zaproponował rozmowy o ich przyszłości. Hiszpania odpowiedziała, że kwestia ich suwerenności nie podlega negocjacjom.

Historia tych dwóch miast jest znacznie starsza niż współczesne państwo marokańskie. Ceuta została ostatecznie przejęta przez Hiszpanów od Portugalczyków w XVII w., którzy z kolei odbili ją na początku XV w. muzułmańskim władcom Fezu (wcześniej była m.in. fenicka, rzymska i wizygocka). Melilla znalazła się pod panowaniem Hiszpanii w XV w. Od tego czasu oba ufortyfikowane porty na afrykańskim wybrzeżu były świadkami wojen, oblężeń i kolejnych porozumień, które utrwalały ich status. Przez oba miasta przebiega też szczególny rodzaj granicy: aby opuścić



Hiszpańskie terytoria rozrzucone wzdłuż marokańskiego wybrzeża Morza Śródziemnego

Fot. Reuters/Forum, Shutterstock (2)

eprasa.pl 3a1b3655a0

Ceutę czy Melillę i udać się do Hiszpanii kontynentalnej, trzeba przejść jeszcze jedną kontrolę zgodną z zasadami Schengen. Geografia jest tu wyjątkowo namacalna – morze oddziela te miasta od Hiszpanii, a kilkumetrowy pas ogrodzeń od Maroka.

Ceuta i Melilla nie są zresztą jedynymi hiszpańskimi przyczółkami na tym wybrzeżu. Z morza, tuż przy marokańskim brzegu, wyrastają niewielkie skaliste *peñón* – góry, na których zakładano forty, aby mieć baczenie na to, co się dzieje w Afryce Północnej. Najbardziej znane są Peñón de Vélez de la Gomera, ok. 100 km na wschód od Ceuty, oraz Peñón de Alhucemas, położona mniej więcej 30 km dalej. Ta pierwsza nie jest już właściwie wyspą. W pierwszej połowie XX w. połączenie z lądem utworzyła piaszczysta łacha, dzięki czemu powstała niezwykle krótka granica hiszpańsko-marokańska. Alhucemas pozostaje niewielką skałą wystającą z morza, oddaloną od afrykańskiego brzegu o zaledwie kilkaset metrów. Dalej na wschód leżą wysepki Chafarinas, również należące do Hiszpanii. Maroko nie uznaje praw Madrytu do tych posiadłości i od lat domaga się ich zwrotu.

Do podobnego sporu doszło w 2002 r. na maleńkiej wysepce Perejil, leżącej w pobliżu marokańskiego wybrzeża. Niespodziewanie zajęło ją kilkudziesięciu marokańskich żołnierzy, a po kilku dniach Hiszpania wysłała komandosów, którzy bez walki ich usunęli. Rozpoczęły się negocjacje, w których mediatorami byli Amerykanie, i ostatecznie przywrócono wcześniejszy stan rzeczy. Długość Perejil to zaledwie ok. 500 m, a ta niezamieszkana skała nie ma większego znaczenia gospodarczego. Grunt to nie odpuścić nawet skrawka lądu.

Gdy spojrzeć na mapę nieco dalej na północ, można znaleźć niemal lustrzane odbicie tego problemu. Gibraltar jest brytyjskim terytorium na południowym krańcu Półwyspu Iberyjskiego, otoczonym niemal ze wszystkich stron przez Hiszpanię i Morze Śródziemne. Brytyjczycy zdobyli go podczas wojny o sukcesję hiszpańską, a prawa do niego uzyskali na mocy traktatu utrechckiego z 1713 r. Hiszpania nigdy nie pogodziła się z utratą tego strategicznego obszaru i nadal rości sobie do niego prawa. Przez dziesięciolecia granica była miejscem napięć, a po brexicie pojawiła się groźba, że stanie się twardą zewnętrzną granicą między Hiszpanią a terytorium pozostającym poza Unią Europejską. W tym roku stało się jednak coś, co jeszcze niedawno wydawało się mało prawdopodobne. Wielka Brytania i Unia Europejska podpisały porozumienie dotyczące Gibraltaru, przewidujące respektowanie zasad strefy Schengen dotyczących kontroli granicznych, a tym samym swobodniejszy przepływ ludzi i towarów oraz usunięcie fizycznej bariery na granicy z Hiszpanią. Nowe zasady wprowadzono w życie 15 lipca 2026 r., choć jest to decyzja tymczasowa. Hiszpania nie zrezygnowała ze swoich roszczeń, a warto też dodać, że nie wszyscy geografowie zaliczają Gibraltar do eksklaw brytyjskich. Formalnie nie jest bowiem częścią Zjednoczonego Królestwa, lecz brytyjskim terytorium zamorskim.



Hiszpańska baza wojskowa na wyspie Peñón de Alhucemas



Peñón de Vélez de la Gomera



Hiszpański samolot wojskowy nad bezludną wysepką Perejil u wybrzeży Maroka

ODIZOLOWANE, ALE STRATEGICZNIE WAŻNE

Jeszcze dziwniejsze układy powstają tam, gdzie granica wrzyna się w miejsca, których znaczenie jest nieproporcjonalne do powierzchni lądu. Oman posiada na półwyspie Musandam część swojego terytorium



Gibraltar – brytyjskie terytorium zamorskie na południu Półwyspu Iberyjskiego

eprasa.pl 3a1b3655a0



Widok na Królewiec – stolicę obwodu królewieckiego, który jest rosyjską eksklawą nad Morzem Bałtyckim.

oddzieloną od reszty kraju przez Zjednoczone Emiraty Arabskie. Sam półwysep wciska się w cieśninę Ormuz, jedną z najważniejszych dróg morskich świata. Z górskich wybrzeży można obserwować statki płynące między zatokami Omańską a Perską. Maskat kontroluje więc niewielki, oddalony od reszty kraju obszar, na którym ruch statków ma znaczenie dla całego świata. W 2026 r. geografia Musandamu przestała być tylko ciekawostką kartograficzną. Napięcia wokół cieśniny Ormuz sprawiły, że niewielki omański półwysep znalazł się w samym środku wydarzeń związanych z bezpieczeństwem żeglugi. W pobliżu Khasabu dochodziło do incydentów z udziałem statków, a organizacje międzynarodowe ostrzegały przed zagrożeniami dla żeglugi. Sama cieśnina jest tak wąska, że każdy fragment wybrzeża i każda zatoka stają się częścią wielkiej geopolitycznej układanki. Na mapie Musandam jest tylko oderwanym kawałkiem Omanu. Na morzu okazuje się miejscem, którego nie można przeoczyć.

W środku tego geograficznego labiryntu znajduje się jeszcze jeden. Ok. 100 km od głównego terytorium Omanu leży Madha, niewielka eksklawa całkowicie otoczona przez Zjednoczone Emiraty Arabskie. Jest więc zarazem enklawą z punktu widzenia ZEA. Tymczasem wewnątrz Madhy znajduje się Nahwa, należąca do Zjednoczonych Emiratów Arabskich. Powstaje więc niezwykła konstrukcja: terytorium ZEA otoczone przez terytorium Omanu, które z kolei jest otoczone przez ZEA. To dopiero puzzle. Granica przechodzi przez góry, drogi i niewielkie osady, a mieszkańcy mogą znaleźć się po drugiej stronie państwowej granicy, nie pokonując nawet kilku kilometrów.

Do eksklaw należy też obwód królewiecki (daw. kaliningradzki), oddzielony od głównego terytorium Rosji przez Litwę i Białoruś. Od zachodu ma dostęp do Bałtyku, dlatego nie jest enklawą. Jest za to rosyjskim fragmentem terytorium wciśniętego pomiędzy Polskę i Litwę. Dziś granica oddziela dwa



Madha – eksklawa Omanu otoczona przez terytorium Zjednoczonych Emiratów Arabskich



Statki w cieśninie Ormuz widziane z półwyspu Musandam, który jest eksklawą Omanu.

Fot. Shutterstock (5), Reuters/Forum (2)

eprasa.pl 3a1b3655a0



Meczet w Nachiczewanie – stolicy eksklawy Azerbejdżanu oddzielonej od reszty kraju przez Armenię

światy polityczne – Rosję od państw Unii Europejskiej i NATO. Przed II wojną światową także znajdowała się tu eksklawa, ale należąca do innego państwa. W miejscu dzisiejszego obwodu królewieckiego i części województwa warmińsko-mazurskiego znajdowały się Prusy Wschodnie – niemieckie terytorium oddzielone od reszty Vaterlandu przez terytorium Polski. Aby dostać się z Niemiec do Prus Wschodnich, należało przejechać przez polskie terytorium albo skorzystać z połączeń morskich. Granica była więc nie tylko kreską na mapie, lecz częścią wielkiej polityki europejskiej. Jakie z tego wynikły kłopoty, wiadomo doskonale.

Na osobliwy układ natrafimy na południowym Kaukazie. Nachiczewan to część Azerbejdżanu oddzielona od reszty kraju przez Armenię. Graniczy także z Iranem i na niewielkim odcinku z Turcją – jest zatem azerską eksklawą, ale nie enklawą. Jeszcze większy labirynt granic powstał w gęsto zamieszkanej Kotlinie Fergańskiej w Azji Środkowej, gdzie granice Uzbekistanu, Kirgistanu i Tadżykistanu przeplatały się przez dziesięciolecia. Gdy upadł ZSRR, dawne republiki radzieckie stały się niezależnymi państwami i nagle się okazało, że ich granice tworzą prawdziwy labirynt: wewnątrz Kirgistanu znalazły się cztery uzbeckie i dwie tadżyckie eksklawy. Z kolei na terytorium Uzbekistanu pozostała jedna eksklawa kirgiska i jedna tadżycka. Jakby tego było mało, głównymi mieszkańcami dużej uzbeckiej eksklawy Sokh w Kirgistanie są… Tadżykowie. Ten węzeł gordyjski, który w ostatnich dekadach był zarzewiem wielu konfliktów granicznych i narodowościowych, jest stopniowo rozsupływany. Np. w 2025 r. Tadżykistan i Kirgistan podpisały porozumienie regulujące kwestię granic wokół enklawy Woruch, należącej do tego pierwszego kraju, a otoczonej przez drugi, a rok później Uzbekistan w ramach wymiany terenów przekazał Kirgistanowi dwie małe eksklawy.

WŁOSKA SZWAJCARIA CZY SZWAJCARSKIE WŁOCHY?

Nie wszystkie eksklawy jednak to pozostałości po wielkiej polityce i nie wszystkie wywołują konflikty. W Europie zachowały się takie będące dziś przede wszystkim osobliwościami geograficznymi. Ich mieszkańcy nauczyli się żyć tak, jakby skomplikowana granica była czymś zupełnie zwyczajnym. Nad malowniczym jeziorem Lugano, którego taflę dwukrotnie przecina granica włosko-szwajcarska, leży Campione d'Italia. Na tym stromym brzegu jeziora, wciśniętym pomiędzy szwajcarskie góry, mieszka ok. 2 tys. osób. Reszta Włoch znajduje się tuż za górami. Do najbliższego włoskiego miasteczka, do którego wiedzie kręta asfaltowa droga, jest ok. 15 km.



Droga łącząca główne terytorium Uzbekistanu z jego eksklawami w Kotlinie Fergańskiej

eprasa.pl 3a1b3655a0

Skąd ta włoska eksklawa na terytorium Szwajcarii? Na upartego jej początków można doszukiwać się w VIII w., kiedy ziemiami tymi władali Longobardowie. Jeden z ich władców przekazał okolicę arcybiskupowi Mediolanu, ten zaś – opactwu Sant'Ambrogio. W 1521 r. papież Juliusz II podarował Szwajcarom ziemie nad jeziorem Lugano, ale bez Campione. Kiedy prawie 300 lat później powstawała Republika Helwecka, mieszkańcy odmówili przyłączenia do niej. I tak już pozostało. W 1933 r. za rządów Mussoliniego do nazwy miasta dodano drugi człon – d'Italia. Nie przeszkodziło to amerykańskiemu wywiadowi w zainstalowaniu placówki obserwacyjnej w Campione podczas II wojny światowej. Neutralni Szwajcarzy udawali, że o niczym nie wiedzą.

Dziś miasto to osobliwa administracyjna i gospodarcza hybryda. Niby włoskie, a jednak Szwajcarię czuje się tu na każdym kroku. Oficjalną walutą jest frank szwajcarski, choć wszędzie można płacić euro. Samochody mają szwajcarskie tablice, główny operator telefoniczny to Swisscom, a telefon z Włoch do Campione jest połączeniem zagranicznym. Korespondencję można wysyłać za pośrednictwem poczty włoskiej albo szwajcarskiej, a miejscowość ma dwa kody pocztowe. Opiekę medyczną zapewniają Szwajcarzy, bezpieczeństwa strzegą włoscy karabinierzy i miejscowa policja. Głównym pracodawcą pozostaje państwo włoskie, do którego należy miejscowe kasyno. Ogromny budynek Casinò di Campione stoi nad brzegiem jeziora i nocą świeci tak, jakby chciał przypomnieć, że nawet najbardziej osobliwa granica może być całkiem dochodowym interesem. Kasyno po bankructwie zostało ponownie otwarte w 2022 r. i nadal jest najważniejszym biznesem w miejscowości.



Granica pomiędzy niderlandzkim miastem Baarle-Nassau i belgijskim Baarle-Hertog przecina ulice i domy.

ENKLAWY JAK MATRIOSZKI

Jeżeli ktoś uważa, że Campione jest skomplikowane, powinien przyjrzeć się Baarle-Nassau i Baarle-Hertog. Tutaj granica nie tylko przecina drogę czy podwórko. Przechodzi przez domy, sklepy, restauracje, pola uprawne i przedsiębiorstwa. Niderlandzkie Baarle-Nassau otacza 22 belgijskie eksklawy należące do sąsiedniego Baarle-Hertog, a wewnątrz części belgijskich enklaw znajdują się jeszcze mniejsze fragmenty



Włoska eksklawa Campione d'Italia nad jeziorem Lugano jest otoczona przez terytorium Szwajcarii.

Fot. Shutterstock (3), Imagebroker/Forum

eprasa.pl 3a1b3655a0

Niderlandów. Jedna z takich eksklaw ma rozmiar mniej więcej kortu tenisowego i obejmuje pojedynczą posesję. Granica przypomina tu układankę bez obrazka na pudełku – niderlandzki dom stojący wewnątrz belgijskiego kwartału ulic, ze wszystkich stron otoczonego przez Niderlandy. Miejscowy browar również został przecięty granicą i składa się z części belgijskiej i niderlandzkiej. Nikt jednak nie projektował tego miasta jako atrakcji turystycznej. Dzisiejsza mozaika jest wypadkową niezliczonych traktatów, porozumień, ugód i transakcji zawieranych przez stulecia między właścicielami ziemskimi Bredy a książętami Brabancji. W połowie XIX w. Belgia i Niderlandy zawarły traktat, który usankcjonował istniejącą mozaikę. I tak pozostało do dziś.

Jeszcze bardziej fantastyczna była kiedyś sytuacja na granicy Indii i Bangladeszu. Przez stulecia istniały tam setki *chitmahals* – eksklaw należących do jednego państwa, a otoczonych przez terytorium drugiego. Wewnątrz niektórych znajdowały się kolejne enklawy, a rekordową konstrukcją była Dahala Khagrabari, indyjska enklawa trzeciego stopnia: fragment Indii znajdował się wewnątrz enklawy Bangladeszu, która leżała wewnątrz indyjskiej enklawy otoczonej przez Bangladesz. Od tego poplątania z pomieszaniem można było dostać zawrotu głowy. Tyle że mieszkańcom wcale nie było do śmiechu. Wzajemna nieufność Indii i Bangladeszu sprawiała, że ludzie żyjący w *chitmahals* mieli utrudniony dostęp do szkół, lekarzy, urzędów i instytucji własnego państwa. Niektórzy nie mogli nawet opuścić swojej enklawy – aby przejść przez terytorium drugiego kraju, potrzebowaliby dokumentów, których nie mieli gdzie uzyskać. Przez dziesięciolecia rozmawiano o wymianie enklaw, aż wreszcie w 2015 r. Indie i Bangladesz podpisały porozumienie, które zakończyło ten niezwykły układ. Wymieniono 111 indyjskich enklaw w Bangladeszu i 51 bangladeskich



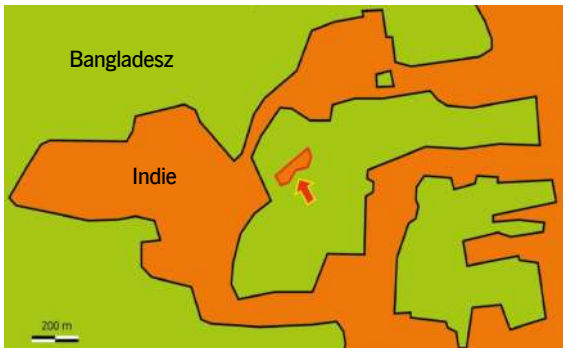
W wyborach powszechnych w Indiach w 2016 r. po raz pierwszy głosowali mieszkańcy enklaw zlikwidowanych rok wcześniej w wyniku wymiany terytoriów z Bangladeszem.



Przejście graniczne Check Point Bravo pomiędzy Berlinem Zachodnim a NRD (zdjęcie z lat 60. XX w.)

Fot. Alamy/Indigo, Ullstein/Forum, Colohisto

eprasa.pl 3a1b3655a0



Dahala Khagrabari (wskazuje ją czerwona strzałka) była do 2015 r. indyjską enklawą otoczoną przez enklawę bangladeską leżącą wewnątrz większej indyjskiej enklawy w Bangladeszu.

w Indiach, a mieszkańcy mogli zdecydować, po której stronie chcą pozostać. Dahala Khagrabari przestała istnieć jako enklawa.

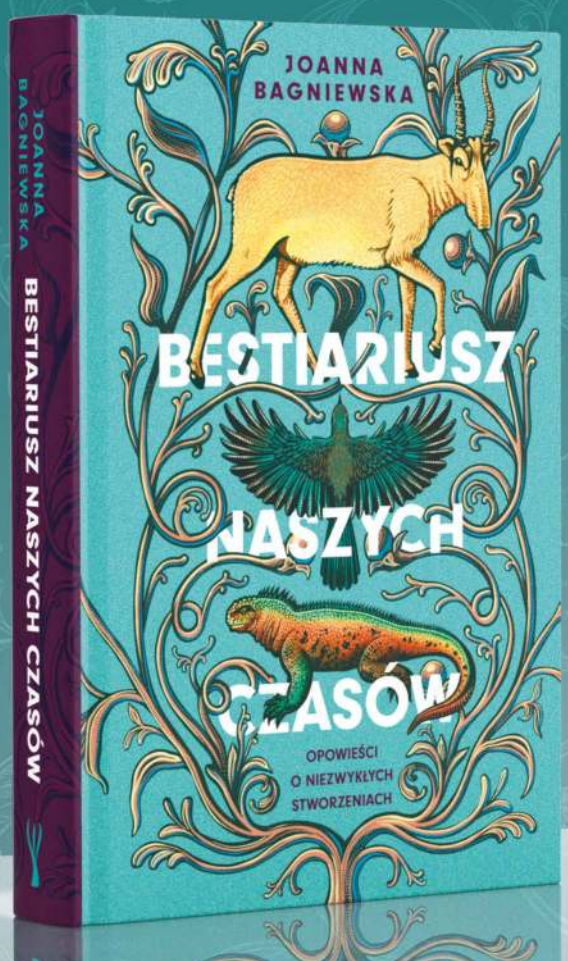
W Europie również istniały enklawy, których mieszkańcy przez lata żyli niemal jak więźniowie granicy. Berlin Zachodni należał do RFN, ale otaczało go terytorium NRD. Co więcej, sam, będąc enklawą, miał jeszcze własne eksklawy – niewielkie fragmenty miasta oddzielone od reszty Berlina Zachodniego i leżące na terenie NRD. Najbardziej znana była osada Steinstücken. Od 1949 do 1972 r. kilkuset jej mieszkańców, aby dostać się do oddalonego o kilometr Berlina Zachodniego, musiało pokonywać dwa przejścia graniczne. Potem dokonano wymiany terenów pomiędzy RFN i NRD, dzięki czemu osada została połączona z resztą miasta wąskim korytarzem. Sama enklawa Berlina Zachodniego przestała istnieć dopiero po zjednoczeniu Niemiec.

A jaka jest największa eksklawa na świecie? Pytanie wygląda niewinnie, ale przy bliższym przyjrzeniu się odpowiedź staje się skomplikowana. Teoretycznie brzmi: Alaska. Jest to część Stanów Zjednoczonych oddzielona przez Kanadę, choć dzięki dostępowi do morza nie jest enklawą. Taki sam problem definicyjny dotyczy obwodu królewieckiego, tyle że to niewielki skrawek rosyjskiego terytorium, podczas gdy Alaska jest olbrzymia. Powierzchnia tego największego stanu USA wynosi ok. 1,7 mln km^2 – ponad dwa razy więcej niż Teksasu, drugiego pod względem wielkości. Czy tak olbrzymi obszar wciąż należy traktować jak eksklawę, nawet jeśli jest to zgodne z definicją tego pojęcia, czy też po prostu uznać, że Stany Zjednoczone mają dwa oddzielone od siebie wielkie terytoria?

Andrzej Hołdys

Dziennikarz naukowy specjalizujący się w naukach o Ziemi i dyscyplinach pokrewnych, tłumacz literatury popularnonaukowej. Ukończył geografię na Uniwersytecie Warszawskim. Stały współpracownik „Wiedzy i Życia".

REKLAMA



Wyjątkowa, niesamowita książka, bo to najprawdziwszy

BESTIARIUSZ NASZYCH CZASÓW

TE ZNANE I TE, W KTÓRYCH ISTNIENIE AŻ TRUDNO UWIERZYĆ. ODRAŻAJĄCE. ROZCZULAJĄCE. SŁOWEM: NIEZWYKŁE!

Znajdziecie tu gatunki, które trafiały na pierwsze strony gazet, ale i takie, o których zapewne nigdy nie słyszeliście: beznogie płazy żywiące się skórą, gąbki przypominające harfy czy robaki zombie, zwane również pożeraczkami kości.

O znajomych zwierzętach dowiecie się zaskakujących rzeczy. A mniej znane gatunki? Jest ich tu mnóstwo: drapieżne myszy wyjące do księżyca, samce mątw podszywające się pod samice, chutliwce – maleńkie torbacze, które kopulują tak intensywnie, że przypłacają to życiem. Są tu wreszcie prawdziwi „ziemscy kosmici" – istoty tak nieprawdopodobne i absurdalne, że niemal baśniowe. Poczytajcie o niesporczakach, pasożytniczych skorupiakach zjadających języki swoich gospodarzy i nieśmiertelnych meduzach. To stworzenia tak zdumiewające, że jednorożce wydają się przy nich całkiem pospolite.

Bestiariusz naszych czasów – książka napisana przez zoolożkę z wyjątkowym talentem do barwnych opowieści – to fascynujący pean na cześć wspaniałego królestwa zwierząt.

insignis

eprasa.pl 3a1b3655a0



Karol III z berłem i jabłkiem królewskim podczas koronacji w Opactwie Westminsterskim, 6 maja 2023 r.

eprasa.pl 3a1b8

WŁADZA W GARŚCI

Dłonią można wskazywać i gestykulować, ale dopiero trzymany w niej przedmiot zamienia gest w rozkaz. Kij, berło, buława czy różdżka stają się przedłużeniem ręki i znakiem niewidzialnej mocy.

AGNIESZKA KRZEMIŃSKA

NIE wiemy, kiedy ludzie po raz pierwszy zaczęli manifestować szczególną pozycję, dzierżąc charakterystyczny przedmiot. Najstarszy kandydat do roli tego symbolu z naszych ziem został wykonany 42–40 tys. lat temu. To ponadsiedemdziesięciocentymetrowy bumerang z ciosu mamuta, znaleziony w Jaskini Obłazowej na Podhalu. Był zapewne bronią, ale niezwykły materiał, staranne wykonanie i najprawdopodobniej rytualny kontekst znaleziska pozwalają podejrzewać, że nie służył wyłącznie do rzucania. Czy jego właściciel, biorąc go do ręki, demonstrował swoją pozycję, czy uczestniczył z nim w obrzędach? Tego nie wiemy. Obłazowa od razu pokazuje problem dotyczący kolejnych dziesiątek tysięcy lat: nasz współczesny podział na narzędzie, broń, oznakę prestiżu i przedmiot magiczny bywa zbyt ostry.

Tym trudniej szukać pierwszego berła. Najprostszy kandydat – obrobiony kij o odpowiednim kształcie – poza wyjątkowymi warunkami szybko znika z zapisu archeologicznego. Z głębokiej przeszłości pozostają nam więc jego trwalsi krewni z kości i poroża, których funkcje możemy jedynie zgadywać. Tak jest z zabytkami z Jaskini Maszyckiej pod Krakowem. Naukowcy znaleźli tam wykonane z poroża reniferów przedmioty z wywierconymi otworami. Długo uznawano je za rytualne laski wodzów lub szamanów. W Maszyckiej takiej interpretacji sprzyjał ponury kontekst – „berła" leżały obok szczątków ludzi, których kości poddano obróbce ok. 18 tys. lat temu. Łatwo sobie wyobrazić, że jeden z zabitych zajmował szczególną pozycję, a tajemniczy przedmiot dzierżył niczym oznakę władzy lub magicznej mocy. Podobnie tłumaczono mezolityczne perforowane fragmenty poroża znalezione w Podjuchach pod Szczecinem czy w Gołębiewie na Kujawach.

Przez większą część XX w. określano takie znaleziska jako berła wodzowskie, laski władzy, szamańskie czy magiczne – pisze Szymon Zdziebłowski w książce „Bogowie Polski". Dziś wiadomo, że jedna etykietka może być zwodnicza. Analizy części podobnych zabytków wykazały ślady użytkowania. Mogły one służyć do prostowania drzewców, napinania lin, miotania harpunów czy mocowania namiotów. Ale narzędzie mogło zarazem świadczyć o pozycji właściciela albo być wykorzystywane w rytuale. Szczególne znaczenie mogło stopniowo narastać wokół rzeczy, która już służyła do prowadzenia, wskazywania, podpierania się albo... uderzania. A ten kij zrobił niezwykłą karierę.



„Laska szamana" z Jaskini Maszyckiej sprzed 18 tys. lat



Ceremonialny bumerang z kła mamuta z Jaskini Obłazowej sprzed 42–40 tys. lat

Fot. PA/Forum, Muzeum Archeologiczne w Krakowie, Grzegorz Kozakiewicz/Forum

eprasa.pl 3a1b3655a0



Egipska „magiczna różdżka" z ciosu hipopotama sprzed 3900–3640 lat. Miała chronić kobiety podczas porodu i noworodki.

KIJ, KTÓRY UDERZA

Najprostsza maczuga była tylko odpowiednio ciężkim kawałkiem drewna, najlepiej z grubszym końcem. Archeologicznie staje się widoczna dopiero wtedy, gdy człowiek zaczyna osadzać na trzonku kamienną głowicę. Najstarsze takie zabytki z Bliskiego Wschodu mają ok. 9 tys. lat. Badacze łączą je z walką, rytuałem i prestiżem. Nie zawsze zresztą łatwo rozstrzygnąć, czy konkretnym egzemplarzem rzeczywiście rozbijano czaszki, choć można założyć, że broń przeznaczona do walki była solidniejsza od delikatnych i dekorowanych okazów, które lepiej nadawały się do pokazywania niż do zadawania ciosów. Bo broń mówi o władzy nawet wtedy, gdy nie trzeba jej używać. Człowiek ją trzymający może zadać cios, więc w ręku wodza lub króla staje się znakiem siły, zwycięstwa i prawa do stosowania przemocy. W Egipcie faraona przez tysiąclecia przedstawiano z maczugą uniesioną nad głową pokonanego wroga, choć dawno przestała być używana w walce. Gest przeżył przedmiot, symbolizując króla, który przywraca ład w świecie chaosu.

Władca nie tylko uderzał. Miał również prowadzić i panować. Dlatego w jego rękach pojawiała się zakrzywiona laska *heka* i przypominający cep *nekhakha*, które widzimy skrzyżowane na piersi Ozyrysa i w dłoniach faraonów. Kusi, by pierwszą uznać za znak troski



Berła *heka* (przypominające laskę pasterską) i *nekhakha* (w kształcie cepa) z grobowca Tutanchamona



Ozyrys jako mumia z insygniami władzy królewskiej – drewniana rzeźba z okresu ptolemejskiego



Paleta Narmera, ok. 3100 r. p.n.e. – jeden z najstarszych wizerunków władcy jako pogromcy nieprzyjaciół. Faraon unosi maczugę nad pokonanym wrogiem. Muzeum Egipskie w Kairze.

władcy prowadzącego lud niczym pasterz stado, a drugą – za symbol prawa do karania, lecz oba insygnia mają długą i nie do końca jasną historię. Bezpieczniej powiedzieć, że Egipcjanie włączyli przedmioty kojarzące się z władzą nad zwierzętami do języka królewskości. Jeszcze ciekawsze jest *was* – długi, smukły kij rozwidlony u dołu, a u góry zakończony stylizowaną głową zwierzęcia. Pojawia się już w predynastycznej sztuce naskalnej i też wiązany jest z pasterstwem, ale późniejszy hieroglif przedstawiający *was* oznaczał „panowanie". Nie był to przy tym wyłącznie znak znany z ikonografii. W jednym z grobów zachowała się mierząca 165 cm drewniana laska *was* sprzed ok. 4 tys. lat.

BERŁO DZIERŻĘ OD ZEUSA

Do rewolucji doszło w Mezopotamii. Tam władcy również długo trzymali maczugi (ma ją jeszcze na reliefach z Nimrud rządzący w IX w. p.n.e. asyryjski król Aszurnasirpal II jako oznakę królewskiego autorytetu), ale ważniejszą przemianę przeszło tam berło *ĝidru*, które stało się symbolem boskiego nadania władzy. Sumeryjski król otrzymywał je od bogów, a gdy umierał, trafiało do następcy. Berło stało się insygnium przechodnim.

Podobną ideę odnajdujemy u Homera. Greckie *skēptron* (od którego wywodzi się *sceptre*) było długą

eprasa.pl 3a1b3655a0



Nefrytowe *gui* z okresu chińskiej kultury Longshan (2500–1900 r. p.n.e.) w kształcie ostrza topora stały się oznakami rangi używanymi podczas ceremonii państwowych i religijnych.

laską noszoną przez królów, ale też heroldów, sędziów i kapłanów. Oznaczało więc prawo do występowania z autorytetem. W „Iliadzie" berło Agamemnona ma nawet rodowód – wykonał je Hefajstos dla Zeusa, ten przekazał je Hermesowi, a potem poprzez trzech kolejnych władców trafiło do wodza Achajów. Najbardziej wymowna jest jednak scena, gdy Odyseusz próbuje powstrzymać swoich przed ucieczką spod Troi – dostojników przekonuje słowami, ale zwykłych wojowników okłada berłem Agamemnona. Trudno o lepsze przypomnienie, że kij może symbolizować władzę, ale pozostaje przedmiotem, którym można przyłożyć.

PO TYM MÓWCĘ POZNACIE

Trochę inną drogą poszedł symbol władzy w Chinach. Tam ważną rolę odgrywały podłużne tabliczki. Ich historia sięga kultury Longshan (ok. 2500–1900 r. p.n.e.), z której znamy nefrytowe *gui*, przypominające ostrza toporów. Niektóre noszą ślady użytkowania, inne najwyraźniej od początku pełniły funkcje rytualne. Z czasem stały się oznakami rangi i przedmiotami używanymi podczas ceremonii państwowych i religijnych. Trzymał je również sam cesarz – Syn Nieba. Odpowiedni przedmiot w dłoni był częścią jego rytualnego stroju i manifestacją miejsca na szczycie hierarchii.

Podobnie działało *hu* – wąska tabliczka noszona na dworze przez władcę i dostojników. O randze właściciela mówił m.in. materiał, z którego ją wykonano. Początkowo miały one praktyczne zastosowanie, bo urzędnik notował na nich polecenia otrzymane podczas audiencji albo sprawy do przedstawienia władcy. Kiedy do pisania zaczęto używać wygodniejszych materiałów, tabliczka pozostała elementem ceremoniału i oznaką prawa do sprawowania urzędu. Chiński dwór znał również przedmiot bardziej przypominający nasze wyobrażenie berła, czyli *ruyi* – ozdobną, lekko zakrzywioną laskę o szerokim zakończeniu. Jej nazwa znaczy mniej więcej „zgodnie z życzeniem", dlatego stała się symbolem pomyślności i spełnienia pragnień. Wykonywane z nefrytu, drewna, metalu czy porcelany, *ruyi* cieszyły się szczególną popularnością na dworze dynastii Qing, gdzie ofiarowywano je jako prestiżowe dary i kolekcjonowali je cesarze. Nie były jednak odpowiednikiem naszego berła koronacyjnego.



Asyryjski król Aszurnasirpal II (883–859 r. p.n.e.) z maczugą na reliefie z pałacu w Nimrud



Agamemnon z berłem, które według Homera wykonał Hefajstos. Fragment attyckiego naczynia, 410–400 r. p.n.e.



Hermes z laską herolda, którą mógł usypiać i budzić. Rzymski relief z 27 r. p.n.e.–68 r.

Fot. Metropolitan Museum of Art (2), Shutterstock, Alamy/Indigo (3), ROA/Forum, WHA/Forum

eprasa.pl 3a1b3655a0

Ten sam mechanizm pojawiał się w kulturach, które nie miały nic wspólnego z wielkimi cywilizacjami euroazjatyckimi. U Majów takim insygnium było berło przedstawiające K'awiila, bóstwo związane z błyskawicą i królewską władzą. Na stelach władcy trzymają je podczas najważniejszych ceremonii, a objęcie tronu mogło być określane jako „wzięcie K'awiila". I trudno pomylić je ze zwykłą laską: K'awiil ma zoomorficzną głowę, z czoła wyrasta mu płonący element, a jedna z nóg przechodzi w węża. Berło wygląda więc bardziej jak schwytana w dłoń nadprzyrodzona istota niż przedmiot.

W Afryce podobnie szczególną rolę odgrywało *kibango* ludu Luba z Konga. Tę bogato rzeźbioną laskę nosili królowie, dostojnicy, zarządcy i kapłanki. Jej przekazanie było częścią obejmowania urzędu. Niektóre wyglądały jak podpórki używane podczas polowania albo wiosła, jakby przypominały o łowieckiej i rzecznej gospodarce przodków. Rzeźbienia mogły przechowywać historię dynastii i terytorium, ale laska była też znakiem władzy możliwym do odczytania dla wtajemniczonych. Zupełnie inną postać przybrała laska autorytetu w tradycji Maorysów. Mówca trzymał tokotoko podczas whaikōrero na zgromadzeniach, a jego dość bogata dekoracja często przedstawiała przodków właściciela. Ta genealogia potwierdzała prawo do zabierania głosu przed wspólnotą.

PAŚ OWCE MOJE

Ciekawy kontrapunkt stanowią Wyspy Kanaryjskie. Michał Kuźniar w książce „Królowie Wysp Kanaryjskich" opisuje długie drewniane laski pasterskie, niekiedy zakończone kozim rogiem. Pomagały prowadzić stada, służyły do obrony, a w stromym, pociętym wąwozami krajobrazie umożliwiały pokonywanie trudnego terenu. Nie były insygniami władców, lecz pokazują coś dla naszej historii ważnego – jeszcze u schyłku średniowiecza zwyczajny kij mógł zachowywać archaiczny zestaw funkcji, podczas gdy w ówczesnej Europie jedna z takich funkcji dawno już usamodzielniła się i obrosła złotem oraz klejnotami.



Urzędnik z dynastii Ming z tabliczką *hu*



Fragment majańskiego berła z jadeitu z VII–IX w., zakończonego głową węża

eprasa.pl 3a1b3655a0





Ruyi z czasów dynastii Qing, XIX w.



Ruyi z czasów dynastii Qing, XVIII w.

Berła *kibango* ludu Luba (z Konga) nosili królowie, dostojnicy, zarządcy i kapłanki, a ich przekazanie było oznaką przejęcia urzędu.

Nie każda europejska laska władzy utraciła pasterski rodowód. Pastorał biskupi, z charakterystycznie zakrzywioną głowicą, odwołuje się wprost do chrześcijańskiego obrazu duchownego jako pasterza prowadzącego powierzoną mu trzodę. Łacińskie *baculus pastoralis* oznacza przecież laskę pasterską, i to ona w średniowieczu stała się jednym z najważniejszych insygniów Kościoła, nie bronią czy podporą biskupa lub opata, lecz widzialnym znakiem prawa i obowiązku kierowania wspólnotą. Ten sam prosty przedmiot pozwalał pokazać dwa rodzaje władzy – w dłoni monarchy laska przekształciła się w berło, w ręku biskupa – w pastorał. W obu przypadkach chodziło o to samo – człowiek trzymający laskę jest tym, który prowadzi. Nie trzeba przy tym szukać bezpośredniej genealogii łączącej pastorał z egipskim *heka*. Po prostu laska pasterza dość naturalnie stawała się metaforą zwierzchnictwa. W przypadku monarchy jednak europejska laska poszła znacznie dalej.





Jedno z brytyjskich insygniów, wykonane na koronację Karola II w 1661 r. W 1911 r. osadzono w nim diament o masie ponad 530 karatów, będący częścią słynnego diamentu Cullinan.

6 maja 2023 r. w Opactwie Westminsterskim Karol III siedział już namaszczony i ubrany w szaty koronacyjne, gdy włożono mu do obu dłoni dwa berła. W prawej znalazło się Sovereign's Sceptre with Cross, związane z doczesną władzą monarchy, w lewej – zwieńczona gołębicą Laska Równości i Miłosierdzia, symbolizująca duchowy wymiar królewskości. Dopiero po wręczeniu insygniów na jego głowie spoczęła korona św. Edwarda. Europejski „kij władzy" nie był już wielofunkcyjnym narzędziem. Stał się częścią precyzyjnego języka regaliów, w którym korona, miecz, jabłko i berła mówiły o różnych aspektach monarchii.

Nie od razu berło przybrało postać krótkiego, wysadzanego klejnotami przedmiotu. Średniowieczna ikonografia pokazuje władców również z długimi laskami – *virga* lub *baculus* – a nazwy i formy insygniów długo nie były jednolite. Z czasem jednak materiał i dekoracja zaczęły mówić równie dużo jak sam kształt. Złoto, perły i kamienie szlachetne oddzielały berło od wszystkiego, co mogło służyć w codziennym życiu, a krzyże, lilie czy orły wskazywały, w czyim imieniu i nad kim sprawuje się władzę. Brytyjskie berło z krzyżem świetnie pokazuje, że insygnium może zmieniać się razem z monarchią. Wykonano je na koronację Karola II w 1661 r., po restauracji Stuartów, gdy trzeba było zastąpić regalia zniszczone za republiki. W 1911 r. osadzono w nim Cullinana I – największy bezbarwny oszlifowany diament świata, uzyskany z kamienia znalezionego w 1905 r. w dzisiejszej Republice Południowej

Fot. Alamy/Indigo (5), Diderot/Wikimedia Commons, Te Papa

eprasa.pl 3a1b3655a0



Pastorał z kości, 1300–1350 r. Jego kształt nawiązuje do laski pasterskiej – chrześcijańskiego symbolu biskupa jako pasterza prowadzącego powierzoną mu wspólnotę.



Krzywaśń pastorału wykonana w Limoges we Francji ok. 1220–1230 r. (zbiory Muzeum Narodowego w Krakowie)

Afryki. Klejnot okazał się tak wielki, że berło należało wzmocnić, aby utrzymało jego ciężar. Trudno o bardziej przewrotny finał kariery zwykłego kija. Symbol władzy stał się tak kosztowny, że nie wytrzymywał ciężaru własnego klejnotu.

UMARŁ KRÓL, NIECH ŻYJE KRÓL

Maczuga też jednak nie zniknęła. Jej drugie życie w Europie to buława – broń, która stała się oznaką dowództwa. W Rzeczypospolitej była symbolem hetmana stojącego na czele armii. Na XVIII-wiecznych portretach hetmani trzymają już pozłacane buławy nabijane klejnotami; skrzyżowane buławy trafiały na ich pieczęcie i chorągwie. Pamięć o broni pozostała jednak czytelna. Berło mówiło „mam prawo rządzić", buława – „mam prawo dowodzić". Ta symbolika okazała się zaskakująco trwała, bo gdy w 1920 r. Józef Piłsudski otrzymał stopień pierwszego marszałka Polski, uroczyście wręczono mu buławę.

W europejskich monarchiach berło koronacyjne zwykle należało do skarbca i służyło kolejnym władcom – król umierał, ale insygnium przechodziło w ręce następcy. Inaczej traktowano buławę hetmańską czy laskę marszałkowską, które wiązały się ściśle z urzędem i osobą danego piastuna. Dlatego podczas staropolskich pogrzebów insygnia i broń zmarłego ostentacyjnie niesiono w orszaku, a rytualne kruszenie kopii czy łamanie oznak urzędu symbolizowało kres jego ziemskiej władzy. Władza dowodzenia była imienna, związana z konkretnym człowiekiem – i kończyła się razem z jego ostatnim tchnieniem.

Berło koronacyjne nie mogło jednak „umrzeć" ani trafić do ziemi. Sens nadawały mu urząd i ceremonia, dlatego regalia były pilnie strzeżone, a ich zniszczenie znaczyło więcej niż utrata złota i klejnotów. Polska dostarcza tu wyjątkowo bolesnego przykładu, ponieważ historyczne insygnia koronacyjne przechowywane na Wawelu zostały po III rozbiorze wywiezione przez Prusaków, a na początku XIX w. rozebrane i przetopione. Paradoksalnie przetrwały za to niektóre mniej wartościowe regalia grobowe. Gdy w 1931 r. badacze dostali się do królewskich krypt katedry wileńskiej, odnaleźli szczątki Aleksandra Jagiellończyka oraz dwóch żon Zygmunta Augusta – Elżbiety Habsburżanki i Barbary Radziwiłłówny. Aleksandra i Barbarę wyposażono w zestaw insygniów z cienkiej srebrnej blachy. Ponieważ regalia koronacyjne należały do państwa i kolejnych monarchów, zmarły, by pozostać królem także w grobie, musiał dostać ich tańszy substytut.

HOKUS-POKUS, CZARY-MARY

Berło pokazywało, że jego właściciel może wydawać polecenia ludziom. Różdżka robiła coś podobnego, tyle że adresatem rozkazu stawały się siły nadprzyrodzone. Nie oznacza to oczywiście, że istnieje prosta linia prowadząca od paleolitycznych „lasek szamańskich" do różdżki Harry'ego Pottera.

eprasa.pl 3a1b3655a0



Józef Piłsudski z buławą marszałkowską podczas uroczystości dekorowania herbu Lwowa Orderem Virtuti Militari w listopadzie 1920 r.

Wiemy natomiast, że pomysł wyposażania osoby kontaktującej się ze światem nadprzyrodzonym w szczególny przedmiot trzymany w dłoni pojawia się w wielu kulturach. Jedne z najstarszych przedmiotów, które służyły magicznym celom, pochodzą z Egiptu. Są to zakrzywione kły hipopotamów, pokryte wizerunkami groźnych istot ochronnych – hipopotamicy Taweret, Besa, lwów, krokodyli, węży i fantastycznych hybryd uzbrojonych w noże. Miały one chronić rodzącą kobietę i noworodka, dlatego na niektórych są imiona kobiet i dzieci oraz zaklęcia apotropaiczne. Część nosi ślady zużycia na końcach – być może, zanim trafiły do grobu, zakreślano nimi ochronną granicę wokół matki i dziecka.

Europejska różdżka ma zatem historię znacznie starszą niż baśniowi czarodzieje. Greckie *rhabdos* i łacińska *virga* oznaczały po prostu pręt, gałązkę lub laskę, ale w rękach bogów i magów mogły stawać się narzędziami nadnaturalnego działania. Hermes złotą różdżką, opisaną w „Odysei", mógł usypiać ludzi i budzić ich ze snu, a Kirke dotknięciem swojej różdżki przemieniała towarzyszy Odyseusza w świnie. Gest jest już niemal taki sam jak w późniejszej magii – moc zostaje skierowana poprzez przedmiot trzymany w ręce. W średniowiecznej i nowożytnej Europie różdżki pojawiały się w praktykach magicznych, ale także w działaniach długo sytuowanych na pograniczu magii i wiedzy praktycznej. Różdżkarze za pomocą rozwidlonych gałązek poszukiwali wody, rud metali czy ukrytych skarbów. Ceremonialna magia coraz dokładniej określała natomiast, z jakiego drewna ma być wykonana różdżka, jakie znaki powinny się na niej znaleźć i jak należy się nią posługiwać. Zwyczajny patyk stawał się skuteczny dzięki odpowiedniemu materiałowi, rytuałowi i osobie, która miała prawo wziąć go do ręki. Różdżka okazuje się więc bliską krewną berła – nie genealogicznie, lecz symbolicznie. Król wskazuje berłem, ponieważ jego gest ma moc rozkazu; mag wskazuje różdżką, ponieważ jego gest ma wywołać zmianę w świecie. W obu przypadkach przedmiot przedłuża rękę i czyni niewidzialną moc widzialną.

Bogato zdobiona buława z XVII–XVIII w., tradycyjnie wiązana z królem Michałem Korybutem Wiśniowieckim lub Michałem Serwacym Wiśniowieckim





Buława z XVIII w. – broń, która w Rzeczypospolitej stała się insygnium hetmańskim i oznaką najwyższego dowództwa wojskowego.

Fot. AKG/Forum, Muzeum Narodowe w Krakowie (2), Narodowe Archiwum Cyfrowe, Muzeum Narodowe w Warszawie

NA POCZĄTKU BYŁ KIJ

Czym w takim razie były perforowane przedmioty z Jaskini Maszyckiej? Narzędziami, oznakami pozycji, przedmiotami rytualnymi? Być może nie musimy wybierać jednej odpowiedzi. To my lubimy wkładać rzeczy do osobnych szuflad – broń, narzędzie, insygnium, przedmiot magiczny – podczas gdy przez większą część ludzkiej historii granice między tymi funkcjami nie musiały być wyraźne. Historia berła nie jest zatem historią jednego przedmiotu ani jednej linii rozwojowej. Jest historią kija, który człowiek nauczył się obdarzać znaczeniem. Maczugę faraona, *skēptron*, nefrytową tabliczkę chińskiego dostojnika, *kibango* Luba, złote berło monarchy i różdżkę czarownika łączy prostszy pomysł, odkrywany w różnych miejscach i czasach – abstrakcyjna moc staje się bardziej realna, kiedy można ją zobaczyć w czyjejś dłoni.

Agnieszka Krzemińska
Dziennikarka naukowa tygodnika „Polityka" specjalizująca się w popularyzacji historii i archeologii, jedna z prowadzących wideopodcast „POLITYKA o historii". Ukończyła archeologię śródziemnomorską na UW. Autorka książek „Miłość w starożytnym Egipcie", „Dawniej ludzie żyli w brudzie" i „Grody, garnki i uczeni. O archeologicznych tajemnicach ziem polskich".

eprasa.pl 3a1b3655a0



Korzeń siewki maku (zdjęcie spod mikroskopu elektronowego) z licznymi włośnikami i czapeczką okrywającą wierzchołek

eprasa.pl 3a1b3655a0

CO KORZENIE ROBIĄ W UKRYCIU

Funkcji korzeni jest o wiele więcej, niż powszechnie myślimy. Np. nieomylnie rozpoznają bliskich krewnych i traktują ich ulgowo.

EWA NIECKUŁA



Czapeczka przykrywająca wierzchołek korzenia cebuli (zdjęcie spod mikroskopu elektronowego)

JAKIEŚ 400 mln lat temu rośliny, korzystając z tego, że źródło energii, czyli światło, jest powszechnie dostępne, przyjęły osiadły tryb życia. A ponieważ były pokarmem dla wielu zwierząt, musiały wykształcić mechanizmy szybko rekompensujące straty i umożliwiające regenerację całego organizmu. Dlatego stopień specjalizacji tkanek i komórek jest u nich – w porównaniu ze zwierzętami – ograniczony. Kolejną konsekwencją osiadłego trybu życia była konieczność posiadania sprawnego systemu percepcji. Rośliny nie tylko czujnie badają otoczenie, ale też szybko reagują na zagrożenia. Zbieranie tych informacji odbywa się zarówno nad ziemią, jak i pod nią. Tyle że procesy zachodzące w ciemnościach bardzo długo były przez naukowców zaniedbywane. Dopiero niedawno zaczęto im poświęcać większą uwagę. Przyczyna tego jest banalna: badanie tej części rośliny, którą trzeba najpierw wykopać, nie jest łatwe.

Korzenie rekompensują roślinie tkwienie w jednym miejscu: polują na składniki pokarmowe i niczym najlepsi górnicy drążą podłoże w poszukiwaniu wody. Już Karol Darwin wykazał, że odbierają różne bodźce. Reagują na dotyk, światło, wilgoć i siłę ciążenia. W zależności od aktualnych warunków wybierają sygnał, na który odpowiedzą najintensywniej. Innymi słowy, w wypadku roślin centrum decyzyjne i zmysłowe – a więc odpowiednik głowy – znajduje się pod ziemią. A konkretnie: w końcówkach korzeni. Za tę teorię, ale i badania nad tropizmami, czyli ruchami roślin, spotkała Darwina miażdżąca krytyka. Wiodący botanicy

Stabilność ma mocne korzenie

U przeciętnego drzewa część nadziemna jest 5–6 razy cięższa i większa niż jego korzenie. Jednak w tej kwestii nie ma twardych reguł, gdyż wiele czynników (np. zwartość gleby, wilgotność środowiska czy siła wiatrów w danym miejscu) kształtuje ten stosunek. Większość korzeni rozrasta się w górnej warstwie podłoża o grubości ok. 50 cm, ale mogą one się rozpościerać na odległość nawet do 5 razy większą niż szerokość korony drzewa.

Rośliny tworzą korzenie różnego typu. Za pobieranie wody i składników odżywczych odpowiadają przede wszystkim korzenie drobne i bardzo drobne, które nie przyrastają na grubość. Wspierają je w tym zadaniu pozostające z nimi w symbiozie grzyby mikoryzowe i bakterie. Żyją dość krótko, od kilku miesięcy do maksymalnie dwóch lat, dlatego są stale zastępowane przez roślinę nowymi. Natomiast zakotwiczenie w gruncie oraz utrzymanie pionowej postawy zapewniają drzewu sięgające głębiej grube, zdrewniałe korzenie o dużej wytrzymałości mechanicznej.

Fot. SPL/East News, Getty

eprasa.pl 3a1b3655a0



Wilec nadbrzeżny – gatunek pospolity w strefie nadbrzeżnej w tropikalnych rejonach



Porastająca wydmy trawa *Uniola paniculata*

jego czasów, a szczególnie wybitny fizjolog roślin Julius von Sachs, zarzucali mu amatorstwo, niedbalstwo w prowadzeniu eksperymentów i mylne wyniki. Przybywa nam jednak dowodów, że co do korzeni Darwin miał rację. Obdarzone są niezwykłymi właściwościami, jakby były na swój sposób inteligentne.

POLOWANIE NA ŻÓŁWIE JAJA

Pokarm w glebie nie jest rozłożony równomiernie. Kiedy przeszukujący podłoże korzeń napotka rejon bogaty w składniki odżywcze, np. azotany, szybko produkuje masę korzeni bocznych. Jeśli więc w danym miejscu jest gęsto od korzeni, to nie brakuje tam pożytecznych dla roślin substancji. Jak sprawnie (i często na całkiem dużą odległość) działa ten system detekcji, można się przekonać na nadmorskich terenach. Pas piaszczystego wybrzeża to dla roślin prawie pustynia – nie ma w nim stałych źródeł słodkiej wody ani zbyt wielu składników pokarmowych. Wyjątkiem są plaże lęgowe żółwi morskich, np. z gatunku karetta, na Florydzie. Kilkadziesiąt tysięcy samic tych gadów co roku (od połowy kwietnia do końca października) kopie tam w piasku doły, które zasypuje i ugniata po złożeniu w nich jaj. Ale do morza trafia zaledwie co trzeci żółwik. Reszta pada ofiarą drapieżników i… korzeni roślin znajdujących się na wydmach.

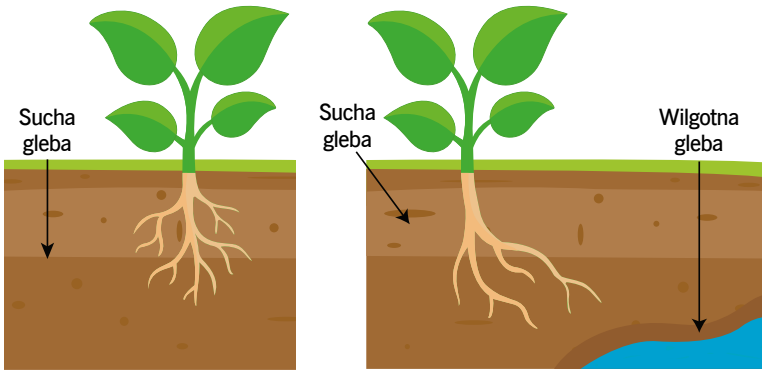
Jaja, które nagle pojawiają się na plaży, to cenne zasoby dla roślin. Bo i woda (skorupki chłoną wodę z otoczenia), i pokarm (żółtko to źródło potasu, azotu, fosforu). Im szybciej uda się do nich dobrać, tym większy zysk. Korzenie w poszukiwaniu składników pokarmowych często wrastają w jaja i przerywają rozwój embrionów. Bywa i tak, że oplatają je, uniemożliwiając żółwikom wydostanie się na zewnątrz, albo gęsta sieć korzeni w ścianach gniazda i wewnątrz komory lęgowej skutecznie blokuje maluchom drogę wyjścia na powierzchnię. Najwięcej szkód wyrządzają dwa gatunki roślin – trawa *Uniola paniculata* oraz wilec nadbrzeżny (*Ipomoea pes-caprae*). Na skorzystanie z tej stołówki mają 45–60 dni (patrz ramka „Jak rośnie korzeń"). Pracownicy Sea Turtle Conservation przy Mote Marine Laboratory, patrolujący gadzie lęgowiska, znaleźli korzenie trawy w co trzecim z badanych gniazd, a wilca – w co siódmym. Tylko co druga komora lęgowa nie miała śladu żadnych korzeni. Im bardziej była nimi przerośnięta, tym mniej żółwi się wylęgało (nawet tylko z co drugiego jaja). Natomiast w gniazdach wolnych od korzeni żółwiki wylęgały się z ponad 70% jaj. Nic dziwnego, że pojawiają się pomysły, by nawozić plaże i w ten sposób zniechęcić rośliny do czatowania na żółwie jaja.

W równie niezawodny sposób korzenie trafiają do wody. W zwykłych warunkach rosną w dół (wpływ

Jak rośnie korzeń

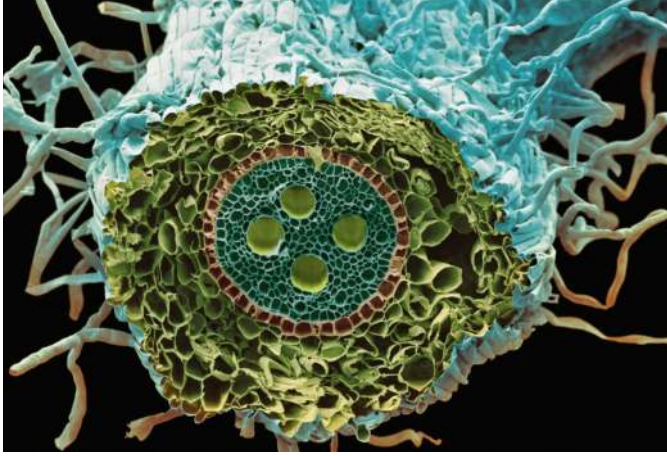
Wierzchołek korzenia jest chroniony przez czapeczkę ułatwiającą przebijanie się przez glebę. Pod nią znajduje się tzw. centrum spoczynkowe, na które składają się komórki zdolne do szybkich podziałów, gdy trzeba naprawić uszkodzenia. Korzeń dzieli się na wyraźne strefy: strefę podziałów komórkowych, strefę wydłużania oraz strefę różnicowania (dojrzewania). Tylko niewielka część korzenia rośnie na długość – to tzw. strefa wydłużania komórek, położona tuż za jego wierzchołkiem (w odległości 4–15 mm). Wakuole znajdujących się tu komórek wydłużają się, gromadząc pobieraną wodę (ich ściany komórkowe się rozciągają). W rezultacie tego procesu wierzchołek korzenia przesuwa się przez glebę z prędkością 2–4 cm na dobę. Komórki położone za tą strefą nie ulegają już wydłużeniu, za to zaczynają się różnicować, czyli specjalizować. Ten proces kończy się z kolei w strefie dojrzewania (1–5 cm od wierzchołka), gdzie wyrastają włośniki korzeniowe (nawet do 40 tys. na cm^2). Ich długość zazwyczaj nie przekracza 1 mm, ale zwiększają powierzchnię korzenia tysiąckrotnie. Żyją krótko, zaledwie kilka dni, i powstają wyłącznie w dojrzałym odcinku korzenia, który zakończył proces wzrostu.

eprasa.pl 3a1b3655a0



Proste korzenie

Korzenie rosną w stronę wilgoci



Przekrój przez korzeń rośliny dwuliściennej. Wiązka przewodząca składa się z drewna (w centrum cztery zielone kółka) oraz otaczającego je łyka (niebieskie).

W równomiernie wilgotnym podłożu korzenie rosną prosto w dół, a w suchszym, gdy woda występuje tylko w określonym miejscu, wyginają się w jej stronę (tzw. hydrotropizm).

siły grawitacji), docierając do głębszych i wilgotniejszych warstw gruntu. Przy niedoborach wody, np. podczas suszy, sprawa się komplikuje. Podstawą nawigacji stają się wtedy minimalne nawet różnice wilgotności. Wyczuwa je superczujnik, czyli wierzchołek korzenia. W razie różnic w potencjale wody po przeciwnych stronach korzenia komórki wierzchołka zaczynają rosnąć w korzystniejszym kierunku – może to oznaczać skręcenie w bok, a nawet wzrost ku górze. Odkryto też, że rośliny pilnie słuchają odgłosów i reagują na wibracje powodowane przez płynącą wodę, np. w rurach podziemnych. Tak właśnie działo się podczas doświadczeń na zwykłym grochu, prowadzonych w Center for Evolutionary Biology przy University of Western Australia. Co więcej, korzenie rozróżniały rzeczywiste odgłosy przepływającej wody od nagrania. Gdy odtwarzano im nagranie, nie reagowały zmianą kierunku wzrostu. Wyniki tego eksperymentu wyjaśniają, dlaczego korzenie tak często wrastają w rury odprowadzające ścieki. Według danych Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych odpowiadają za ponad 50% wszystkich przypadków zatorów w sieciach kanalizacyjnych.

RODZINA PRZEDE WSZYSTKIM

Korzenie mogą rozpoznawać najbliższych krewnych. Naukowcy udowodnili, że rośliny dostosowują swoje tempo wzrostu do tego, kto żyje w ich najbliższym sąsiedztwie. Jeśli jest to „rodzeństwo", czyli siewki tej samej rośliny macierzystej, lub osobniki tego samego gatunku, zwykle nieco ograniczają rozwój systemu korzeniowego. Dzięki temu rosną z bliskimi krewniakami zgodnie korzeń w korzeń i nie konkurują za wszelką cenę o podziemne zasoby, co jest korzystne dla obu roślin. Przypominają nieco pod tym względem zwierzęta, które dzielą się pokarmem wyłącznie z rodziną. Jedną z pierwszych prac naukowych, które dowiodły właśnie takiego zachowania, były badania prowadzone na północnoamerykańskim gatunku *Cakile edentula*, występującym na wydmach nadmorskich. Roślina ta posadzona w jednej doniczce z obcymi gatunkami szeroko rozpościerała system korzeniowy, ale gdy musiała dzielić tę samą przestrzeń z krewniakami, zostawiała więcej miejsca pod ziemią dla innych osobników, co ułatwiało im zdobywanie składników pokarmowych i wody.

Ta rodzinna solidarność przyjmuje także inne formy. Niektóre rośliny reagują na sąsiedztwo nasileniem produkcji kwiatów, a więc i nasion, są też takie, które pilnują sposobu rozpościerania liści. Do tych ostatnich należy niecierpek *Impatiens pallida*, występujący na dnie cienistych lasów. Gatunek ten najczęściej nie ma problemu z brakiem w glebie wody czy składników pokarmowych. W jego przypadku dobrem krytycznym staje się światło. Bez niego nie ma fotosyntezy, wzrostu

Cakile edentula – jej korzenie rozpoznają pobratymców.





Rury uszkodzone przez korzenie drzewa

Fot. Shutterstock (5), SPL/East News

i dobrej kondycji całej rośliny. Jest więc o co walczyć – należy wyprzedzić konkurencję, czyli zablokować dostęp do światła sąsiadom, a równocześnie zagarnąć jak największą jego ilość dla siebie. Gdy niecierpek żyje w sąsiedztwie krewniaka, przyspiesza wzrost (wydłuża łodygę), odchyla się nieco na bok i liście ustawia tak, by go nie zacieniać. Ale reaguje tak wyłącznie wtedy, gdy korzenie obu się stykają. W obecności osobników niespokrewnionych przeznacza dużo zasobów na wzrost liści, tym samym szykując się do silnej rywalizacji o światło.

RÓWNA BABKA DLA SWOICH

Rośliny wymieniają się informacjami mogącymi im pomóc przetrwać w trudnych warunkach, np. w razie zasolenia gleby, ponieważ często prowadzi ono do utraty wody. Bronią się przed taką sytuacją, zamykając aparaty szparkowe, czyli mikroskopijne pory na powierzchni liści, które regulują wymianę gazową i transpirację (czynne parowanie). Do tej pory wiele badań koncentrowało się na komunikacji między roślinami zachodzącej nad powierzchnią gruntu. Natomiast japońscy naukowcy dowiedli, że babka azjatycka (*Plantago asiatica*) także pod ziemią ostrzega krewnych o zagrożeniu. Gatunek wybrano do badania nieprzypadkowo. Babka ta nie rozsiewa daleko nasion, więc osobniki z tego samego pokolenia rosną w gęstych skupiskach.

Kiedy naukowcy u rośliny centralnej wywołali stres solny (użyli wody morskiej), jej korzenie zaczęły uwalniać do ziemi działające jak ostrzeżenie wydzieliny. W niespełna godzinę spokrewnione sąsiadki zamknęły dużą część swoich aparatów szparkowych. Dla innych babek sygnał ten był najwyraźniej nieczytelny, gdyż ich szparki nie reagowały. Z kolei gdy sygnał stresu stanowiły lotne związki organiczne przekazywane drogą powietrzną, wszystkie sąsiednie rośliny (niezależnie od stopnia pokrewieństwa genetycznego) zamykały aparaty szparkowe w równym stopniu. Czy i w jaki sposób te dwa systemy informacyjne oddziałują na siebie oraz funkcjonują jako całość, pozostaje nadal zagadką – podsumował kierujący tym badaniem prof. Akira Yamawo z Kyoto University.



Niecierpek *Impatiens pallida* przyjmuje różne strategie wzrostu w zależności do gatunku sąsiada.



Babka azjatycka wysyła alarm (nad ziemią i pod nią) ostrzegający przed stresem solnym.

Słonecznik z wojownika zamienia się w społecznika, kiedy zostaje posadzony przy bliskim krewnym. Zwykle widzimy słoneczniki na grządce rosnące gęsto w rzędzie. Ale mało kiedy są równej wysokości, bo osobniki tego gatunku ostro ze sobą konkurują. Starają się wzajemnie prześcignąć i górować nad innymi, rozkładać szeroko jak najwięcej liści, by przechwycić maksymalnie dużo promieni słonecznych. Jeśli jednak ramię w ramię spotkają się genetyczni krewni, to rośliny rosną naprzemiennie wychylone do przodu i do tyłu. Ograniczają w ten sposób do minimum cień rzucany na rodzeństwo. Podobnie korzenie nie starają się szybko opanować najlepszych fragmentów gleby, gdy słonecznik wykrywa w pobliżu rodzeństwo. Rosną krótsze i zostawiają przestrzeń dla innych. Dzielą się więc kluczowymi zasobami. Tym samym maksymalizują ilość wydanych nasion przez sąsiednie osobniki.

Podobnie korzystne dla rolnika są rodzinne relacje ryżu. Gdyby więc mądrze obsadzić ryżowe pole, to da większe plony niż to, na którym będą rosły losowo wybrane osobniki. Jest jeszcze dodatkowa zaleta. Kilka odmian ryżu ma właściwości allelopatyczne (wpływanie na inne organizmy poprzez produkcję szkodliwych związków chemicznych). Korzenie wydzielają np. substancje hamujące wzrost obcych gatunków (a takimi są chwasty). Niektóre badania dowodzą, że bliscy krewniacy silniej trują obcych w swoim otoczeniu niż niespokrewnione osobniki. To dodatkowy plus, bo być może udałoby się dzięki wykorzystaniu tej reakcji ograniczyć stosowanie herbicydów.

Jak podkreślają badacze, w przypadku gatunków wieloletnich korzyści płynące z faktu, że potrafią one rozpoznawać krewnych i odpowiednio zmieniać swoje reakcje, są mniejsze w porównaniu z gatunkami jednorocznymi. Bo te drugie, mając krótszy cykl życiowy, nie magazynują składników pokarmowych na kolejny sezon wegetacyjny, ale całą energię ukierunkowują na produkcję potomstwa, czyli plon. To nabiera szczególnego znaczenia, gdy tak ważne jest zwiększenie wydajności upraw bez negatywnego wpływu na środowisko.

Ewa Nieckuła
Dziennikarka popularyzująca biologię, ekologię, medycynę. Tłumaczka książek popularnonaukowych. Stale współpracuje z „Wiedzą i Życiem”.

Fot. Haruna Ohsaki, Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0

ŻYWOT PANÓW BRACI



W sprzedaży

KUP TERAZ

Wydanie papierowe – w punktach sprzedaży prasy i na **sklep.polityka.pl**

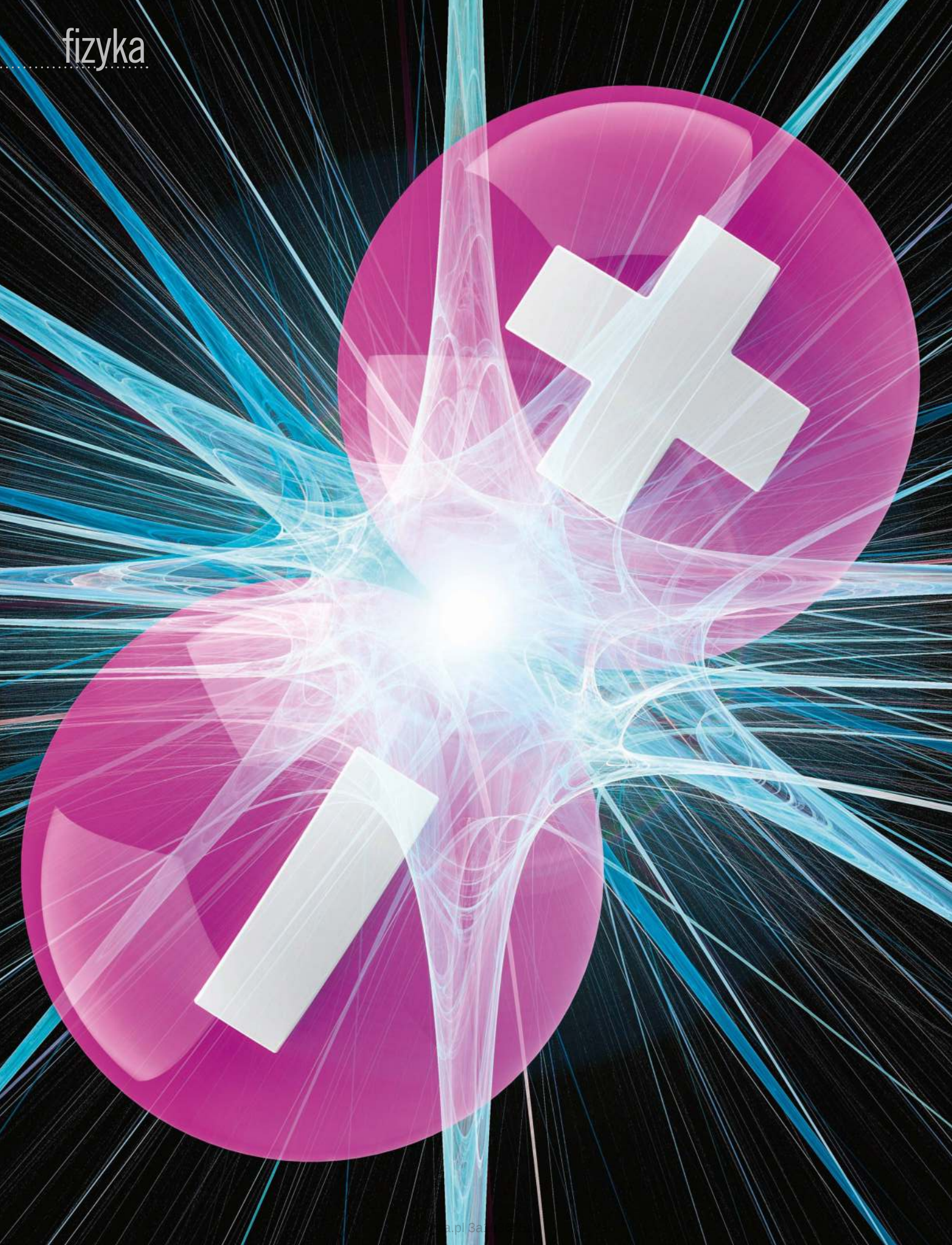
Wydanie cyfrowe – subskrypcja **polityka.pl/cyfrowa**

Podkast POLITYKA o historii – **polityka.pl/podkasty**

Newsletter historyczny – **polityka.pl/newslettery**

Na sklep.polityka.pl znajdziesz ponad 60 tytułów z serii Pomocnik Historyczny

eprasa.pl 3a1b3655a0



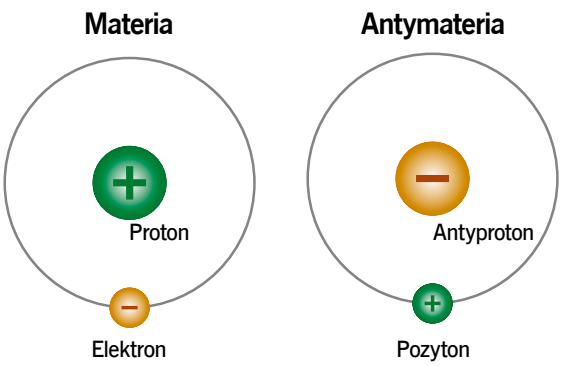
ANTYMATERIA NA CIĘŻARÓWCE

Pod koniec marca przez teren CERN-u przejechał samochód przewożący 92 antyprotony. Dlaczego naukowcy umieszczają najdroższą i najbardziej ulotną substancję wszechświata na pace ciężarówki i co to oznacza dla naszej przyszłości?

MARCIN BIEŃKOWSKI

WIĘKSZOŚĆ cząstek budujących otaczający nas świat ma swoją „antycząstkę" o takiej samej masie, ale przeciwnych wartościach niektórych własności, przede wszystkim ładunku elektrycznego. Elektron ma swój odpowiednik w postaci pozytonu, czyli „dodatniego elektronu". Proton ma antyproton – cząstkę o identycznej masie, ale ujemnym ładunku. Najprościej można powiedzieć, że antymateria jest lustrzanym odpowiednikiem materii – zachowuje się bardzo podobnie, ale ma przeciwne znaki. Kiedy cząstka materii spotka swoją antycząstkę, obie znikają w procesie zwanym anihilacją. To nie wybuch w potocznym rozumieniu tego słowa, lecz całkowita zamiana masy obu cząstek w czystą energię, najczęściej w postaci promieniowania. Zgodnie ze słynnym wzorem Einsteina $E=mc^2$ taka przemiana uwalnia ogromne ilości energii – reakcje zachodzące choćby w elektrowniach jądrowych nie dorównują temu procesowi, gdyż w energię zamienia się zaledwie ułamek procentu masy paliwa, a przy anihilacji – cała masa obu cząstek, co czyni ją najbardziej wydajnym znanym fizyce sposobem pozyskiwania energii.

Skoro materii i antymaterii, jak się wydaje, po Wielkim Wybuchu powstało tyle samo, powinny się one wzajemnie unicestwić, zostawiając po sobie pusty wszechświat wypełniony wyłącznie promieniowaniem. A jednak wszystko, co widzimy – gwiazdy, planety czy my sami – zbudowane jest niemal wyłącznie z materii. Fizycy podejrzewają, że materia i antymateria nie zachowują się do końca identycznie, i to właśnie ta subtelna różnica dała materii niewielką przewagę, dzięki której w ogóle istniejemy. Znalezienie tej różnicy to jedno z najważniejszych zadań stojących dziś przed fizyką cząstek elementarnych, dlatego naukowcy tak uważnie porównują antyprotony i protony.



Materia i antymateria: atom wodoru (proton i elektron) oraz jego lustrzane odbicie – atom antywodoru (antyproton i pozyton)

Antymateria jest trudna w badaniach, bo nie da się jej przechowywać w zwykłym pojemniku. Przy najmniejszym kontakcie z materią natychmiast by anihilowała, co pociągałoby uwolnienie energii. Jedynym sposobem jest odizolowanie jej od otoczenia głęboką próżnią i przytrzymanie za pomocą silnych pól elektrycznych i magnetycznych (w tzw. pułapce jonowej), które nie pozwalają cząstce zbliżyć się do żadnej ścianki naczynia. Właśnie w takiej pułapce, i to przewożonej ciężarówką, podróżowały wspomniane na samym początku antyprotony.

CIĘŻARÓWKA Z ANTYMATERIĄ

24 marca w CERN-ie pod Genewą przeprowadzono eksperyment, którego opis jeszcze kilka lat temu brzmiałby jak SF. Zespół programu BASE zgromadził chmurę 92 antyprotonów w przenośnej kriogenicznej pułapce o nazwie BASE-STEP. Odłączył ją od reszty aparatury, załadował na zwykłą ciężarówkę i przewiózł

Fot. SPL/East News, Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0

przez teren ośrodka. Urządzenie schłodzone było niemal do zera bezwzględnego i ważyło tonę, a mimo to zmieściło się na pace pojazdu i przejechało przez zwykłe laboratoryjne drzwi. Cała operacja zajęła kilka godzin, a sam przejazd trwał zaledwie 30 min. Kiedy pułapka wróciła do hali, antyprotony wciąż znajdowały się na swoim miejscu, żaden z nich nie anihilował.

To pierwszy na świecie kontrolowany transport antymaterii drogą lądową i ważny krok w kierunku stworzenia systemu, który mógłby dostarczać antyprotony do innych laboratoriów wyposażonych w aparaturę do ich precyzyjnych pomiarów. Za tym sukcesem stoi m.in. polska badaczka Barbara Latacz, związana z eksperymentem BASE. W 2025 r. jej zespół pierwszy na świecie utrzymał pojedynczy antyproton w szczególnym obserwowalnym stanie przez rekordowe ok. 50 s. CERN nazwał to, choć nieco na wyrost, pierwszym kubitem zbudowanym z antymaterii. Sukces ten otworzył drogę do znacznie dokładniejszych pomiarów właściwości antyprotonu, a przenośna pułapka ma tę precyzję jeszcze zwiększyć.

UCIECZKA PRZED ZAKŁÓCENIAMI

Skoro CERN to jedyne miejsce na świecie, gdzie wytwarza się antyprotony nadające się do precyzyjnych badań, to po co je stamtąd wywozić? Odpowiedź tkwi w samej infrastrukturze. Fabryka antymaterii CERN-u dostarcza do eksperymentów nawet 400 mln antyprotonów na godzinę, z czego udaje się przechwycić ok. $^{1}/_{10}$. To imponująca wydajność, która ma jednak cenę. Praca tych urządzeń generuje niewielkie, choć odczuwalne fluktuacje pola magnetycznego. Zakłócenia te są 20 tys. razy słabsze niż pole magnetyczne Ziemi, więc w przypadku większości eksperymentów nie mają żadnego znaczenia, ale BASE mierzy własności antyprotonów z niezwykłą dokładnością i tu już fluktuacje stają się problemem. Jak wyjaśnił rzecznik eksperymentu Stefan Ulmer, aby zwiększyć precyzję pomiarów, należało przenieść aparaturę poza obszar tych zakłóceń, do spokojniejszych laboratoriów, m.in. na uniwersytetach w Düsseldorfie i Hanowerze. Podróż do pierwszego z nich zajęłaby co najmniej 8 godz., dlatego naukowcy pracują teraz nad tym, jak utrzymać niską temperaturę pułapki przez cały ten czas. Poza zapasem ciekłego helu potrzebny może być tu dodatkowy generator zasilający system chłodzenia wprost na ciężarówce.

NOWA PUŁAPKA NA ANTYWODÓR

Zaledwie 8 dni po testowym przejeździe antymaterii ciężarówką świat obiegła kolejna wiadomość związana z antymaterią, tym razem opublikowana przez zupełnie inny zespół. Fizycy z Pragi, Moguncji, Berkeley oraz Chengdu w Chinach zbudowali nowy typ pułapki, która ma rozwiązać problem od dawna komplikujący jednoczesne uwięzienie cząstek o bardzo różnych masach. Wyniki opisali na łamach czasopisma „Physical Review A", a sama pułapka (przetestowana tylko na elektronach i jonach wapnia) jest jednym z niewielu urządzeń na świecie zdolnych w teorii złapać oba składniki antywodoru naraz. Problem polega na tym, że antywodór, najprostszy atom antymaterii, składa się z antyprotonu i pozytonu, czyli cząstek o przeciwnych ładunkach, ale zupełnie różnych masach. Lekkie pozytony i ciężkie antyprotony wymagają zupełnie innych warunków, by dało się je uwięzić polem elektromagnetycznym. Dlatego otrzymanie antywodoru jest wielkim wyzwaniem.

To jednak pierwszy krok w stronę projektu o wiele mówiącej nazwie „Antymateria na chipie". Jego celem jest przeniesienie części badań nad antymaterią z hali



Przenośna kriogeniczna pułapka Penninga na antymaterię, wykorzystana w eksperymencie BASE-STEP



Wnętrze fabryki antymaterii w CERN-ie, gdzie produkuje się i bada antyprotony.



Ciężarówka, która 24 marca 2026 r. przewiozła pułapkę z 92 antyprotonami po terenie CERN-u.

eprasa.pl 3a1b3655a0

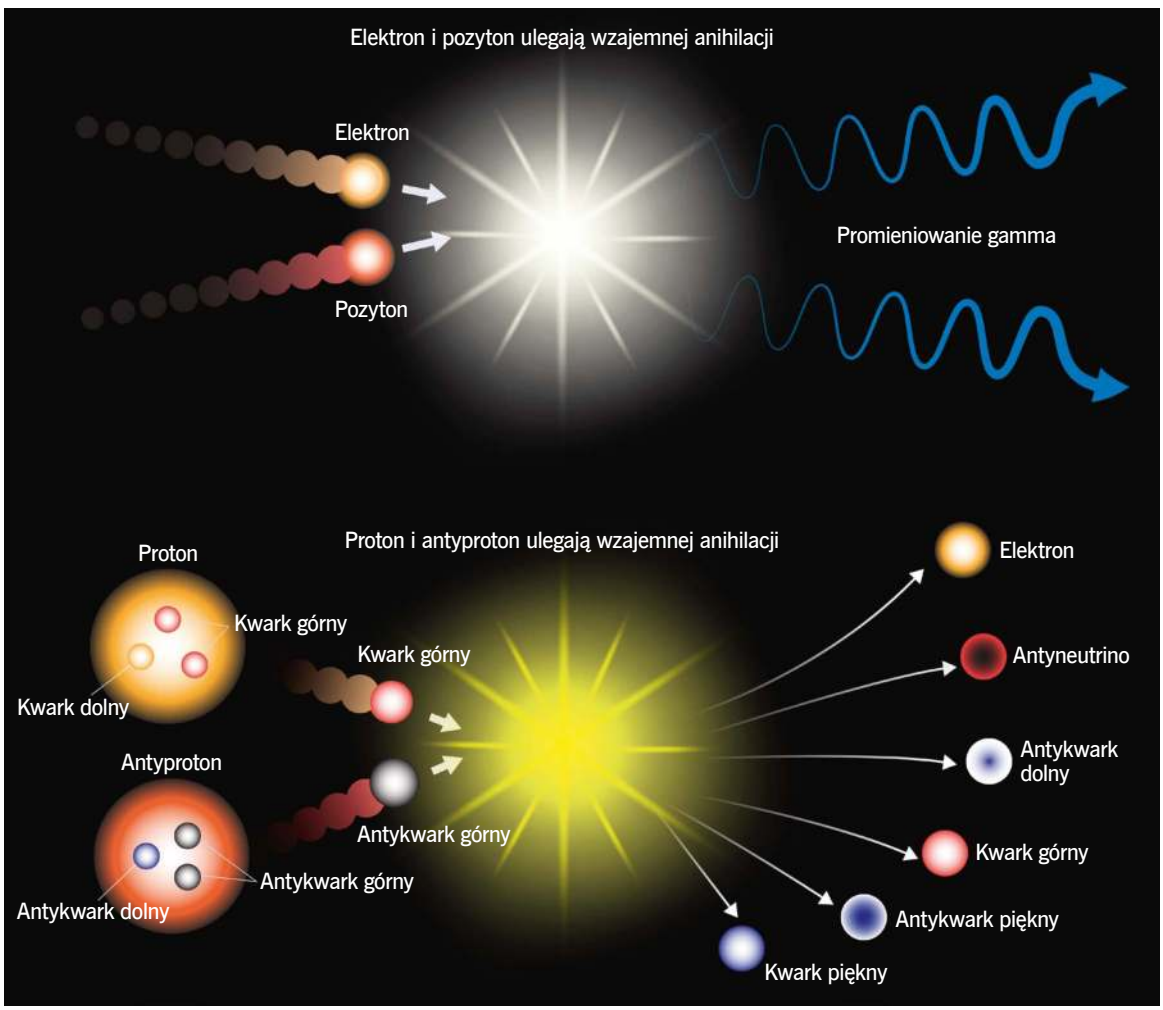
wielkiego akceleratora do zwykłego niewielkiego laboratorium, podobnie jak wspomniana ciężarówka ma w przyszłości dowozić gotowe antyprotony do spokojniejszych centrów badań. Oba programy zmierzają w tę samą stronę: uwolnienia badań nad antymaterią od kosztownej wielkiej infrastruktury i prowadzenia ich w mniejszych laboratoriach uniwersyteckich.

OD TEORII DO PIERWSZYCH CZĄSTEK

Historia antymaterii zaczyna się nie w laboratorium, lecz na kartce papieru. W 1928 r. brytyjski fizyk Paul Dirac, próbując pogodzić mechanikę kwantową z teorią względności Einsteina, wymyślił równanie opisujące elektron. Matematyka podpowiedziała mu coś zaskakującego – dopuszczała istnienie cząstki identycznej z elektronem, ale o przeciwnym ładunku. 4 lata później Amerykanin Carl David Anderson odnalazł taką cząstkę naprawdę. Na zdjęciach torów promieniowania kosmicznego zauważył ślad zakrzywiający się w polu magnetycznym dokładnie odwrotnie niż ślad elektronu. Nazwał ją pozytonem. Był to dowód, że Dirac miał rację, a odkrycie to przyniosło Andersonowi Nagrodę Nobla. Sam Dirac, odbierając własną Nagrodę Nobla kilka lat wcześniej, spekulował nawet, że gdzieś we wszechświecie mogą istnieć całe gwiazdy i planety zbudowane z antymaterii, co większość fizyków potraktowała wówczas jako ciekawostkę, a nie poważną hipotezę.

Kolejne dekady przyniosły serię odkryć budujących pełny obraz antymaterii. W 1955 r. Emilio Segrè i Owen Chamberlain odkryli w Berkeley antyproton, za co 4 lata później otrzymali Nagrodę Nobla. Rok później znaleziono antyneutron, a w 1965 r. – antydeuteron, pierwsze jądro zbudowane z antycząstek. Prawdziwy przełom nastąpił w 1995 r., gdy w CERN-ie połączono antyprotony z pozytonami, tworząc pierwsze 9 atomów antywodoru, które istniały przez zaledwie ok. 40 ns. 7 lat później nauczono się wytwarzać antywodór już nie pojedynczo, lecz w większych ilościach, a na przełomie 2010 i 2011 r. po raz pierwszy udało się uwięzić go na dłużej, tak by można było go w ogóle zbadać.

Dziś ten dorobek skupia się wokół fabryki antymaterii CERN-u. Jej sercem jest spowalniacz antyprotonów, ograniczający prędkość świeżo powstałych

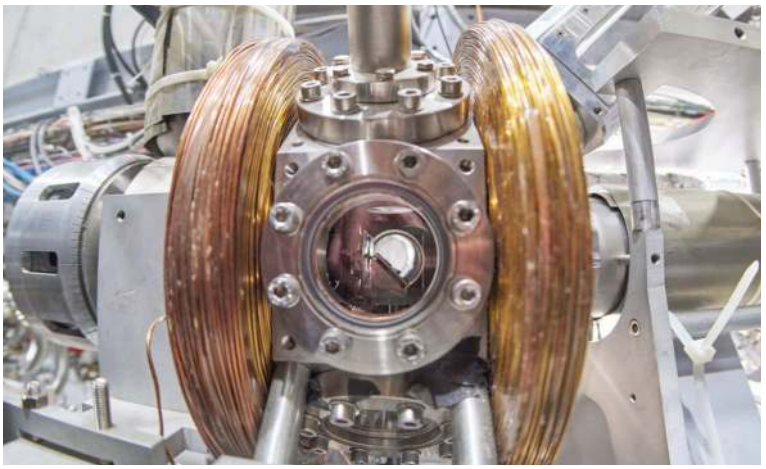


Zderzenia materii i antymaterii. U góry: anihilacja elektronu i pozytonu. U dołu: zderzenie protonu z antyprotonem przy bardzo wysokiej energii uzyskanej w akceleratorze. Reaguje tu tylko jedna para, kwark górny z antykwarkiem górnym. Pozostałe kwarki lecą dalej, tworząc strumienie innych cząstek.

Fot. CERN (3), Shutterstock

eprasa.pl 3a1b3655a0





Od lewej: Wnętrze akceleratora cząstek w ośrodku CERN pod Genewą

Eksperyment AEgIS w CERN-ie ma odpowiedzieć na pytanie, czy antywodór „spada" w polu grawitacyjnym jak zwykła cząsteczka.

antyprotonów do umożliwiającej dalsze badania. Uzupełnia go mniejszy, zaledwie trzydziestometrowy pierścień ELENA, dzięki któremu naukowcy przechwytują nawet stukrotnie więcej antyprotonów niż wcześniej. To pozwoliło rozwinąć całą rodzinę międzynarodowych projektów badawczych, takich jak ALPHA, AEgIS, ASACUSA, BASE, GBAR czy PUMA – każdy z nich analizuje antymaterię w nieco innym obszarze.

POLIGON FUNDAMENTALNEJ FIZYKI

Wartością antymaterii nie jest konkretna technologia, lecz to, że pozwala poszerzyć nasze rozumienie fizyki. Właśnie dlatego eksperyment BASE z takim uporem porównuje protony z antyprotonami, szukając choćby najmniejszej różnicy w ich właściwościach, która być może wyjaśni, dlaczego materii we wszechświecie zostało więcej niż antymaterii. Stosunek ładunku do masy antyprotonu był pod względem wartości taki sam jak w przypadku protonu – różnica nie przekraczała kilkunastu bilionowych części. To najdokładniejsze bezpośrednie porównanie cząstki zbudowanej z kwarków z jej antycząstką. Magnetyczne własności obu cząstek porównano z dokładnością do półtora miliardowej części, poprawiając poprzedni wynik ponad 3 tys. razy. Nawet najmniejsza wykryta różnica byłaby naukową sensacją, bo oznaczałaby, że dzisiejszy opis świata cząstek elementarnych jest niepełny i trzeba go uzupełnić o coś zupełnie nowego.

CZY ANTYWODÓR SPADA?

Kolejne pytanie brzmi pozornie banalnie: czy antymateria w ogóle podlega grawitacji tak jak zwykła materia? Teoria Einsteina mówi, że powinna, ale przez dziesięciolecia nikt nie potrafił utrzymać antymaterii w spoczynku wystarczająco długo, by to sprawdzić. Udało się to dopiero w 2023 r., gdy zespół eksperymentu ALPHA wykorzystał pionową pułapkę ALPHA-g. Naukowcy powoli wyłączali pole magnetyczne, pozwalając uwięzionym atomom antywodoru swobodnie opaść, i obserwowali, gdzie dochodziło do anihilacji. Zdecydowana większość zdarzeń nastąpiła poniżej środka pułapki, a antywodór opadał zgodnie z przewidywaniami Einsteina. Jak stwierdził wtedy rzecznik eksperymentu Jeffrey Hangst, nauczenie się tworzenia antyatomów, przytrzymywania ich i takiego kontrolowania, by można je było bezpiecznie „upuścić", zajęło naukowcom 30 lat. Precyzja tego pomiaru wciąż jednak nie jest doskonała, dlatego nad jej poprawą pracują dziś jeszcze dwa inne zespoły w fabryce antymaterii – od programu AEgIS i GBAR – które korzystają z zupełnie innych metod pomiarowych. Jeden bada odchylenie wiązki antywodoru, drugi obserwuje swobodny spadek pojedynczych, bardzo powoli poruszających się antyatomów.

LECZENIE I DIAGNOSTYKA

Precyzyjne porównania protonów z antyprotonami czy pomiary grawitacji antywodoru pozostają czystą nauką podstawową, ale przynajmniej z jednym



Aparatura eksperymentu ALPHA-g w CERN-ie służy do badania zachowania antywodoru w polu grawitacyjnym.

eprasa.pl 3a1b3655a0

zastosowaniem antymaterii zetknęło się już wiele osób na całym świecie. Mowa o pozytonowej tomografii emisyjnej, w skrócie PET, która jest obecnie jedną z ważniejszych metod diagnostyki onkologicznej i kardiologicznej. PET nie ma jednak nic wspólnego z „leczeniem antymaterią". Pacjentowi podaje się niewielką dawkę analogu glukozy wyznakowanego promieniotwórczym izotopem fluoru. Związek ten jest chętnie wychwytywany przez komórki o wysokiej aktywności, w tym nowotworowe. Izotop rozpada się, emitując pozytony, które niemal natychmiast spotykają elektrony i anihilują, wskutek czego tworzy się para fotonów lecących w przeciwnych kierunkach. To właśnie te fotony rejestruje pierścień detektorów otaczający pacjenta, a komputer na tej podstawie odtwarza mapę miejsc o podwyższonej aktywności metabolicznej w organizmie – często właśnie tam rozwija się guz. Dziś aparaty PET pracują w niemal każdym większym szpitalu onkologicznym, a z badania tą metodą korzystają rocznie miliony pacjentów. Niewielu z nich wie, że w ich własnym ciele przez ułamek sekundy powstaje i znika antymateria.

Skoro pozytony są przydatne w diagnostyce, sprawdzono też, czy cięższe antyprotony dałoby się wykorzystać w leczeniu. W prowadzonym w CERN-ie w latach 2003–2013 eksperymencie ACE porównywano skuteczność wiązek protonów i antyprotonów w niszczeniu chomiczych komórek nowotworowych. Wyniki okazały się zachęcające. Do likwidacji tej samej liczby komórek potrzeba było około czterokrotnie mniej antyprotonów niż protonów, a zdrowe tkanki na drodze wiązki tak nie ucierpiały. Zarówno protony, jak i antyprotony najsilniej uszkadzają tkankę dopiero w ostatnim odcinku swojej drogi, tuż przed zatrzymaniem, co pozwala celować w guz i oszczędzać zdrowe komórki, leżące bliżej powierzchni ciała. W przypadku antyprotonu ten końcowy cios jest jednak mocniejszy, bo do zwykłego hamowania dochodzi jeszcze anihilacja, która dodatkowo rozbija pobliskie jądra atomowe i wzmacnia efekt niszczenia guza. Mimo obiecujących wyników terapia antyprotonowa wciąż nie trafiła do klinik. Koszty produkcji antyprotonów i budowy potrzebnej infrastruktury pozostają zbyt duże. Na razie więc ACE to obiecujący kierunek badań, a nie gotowa technologia medyczna.

NAPĘD NA ANTYMATERIĘ

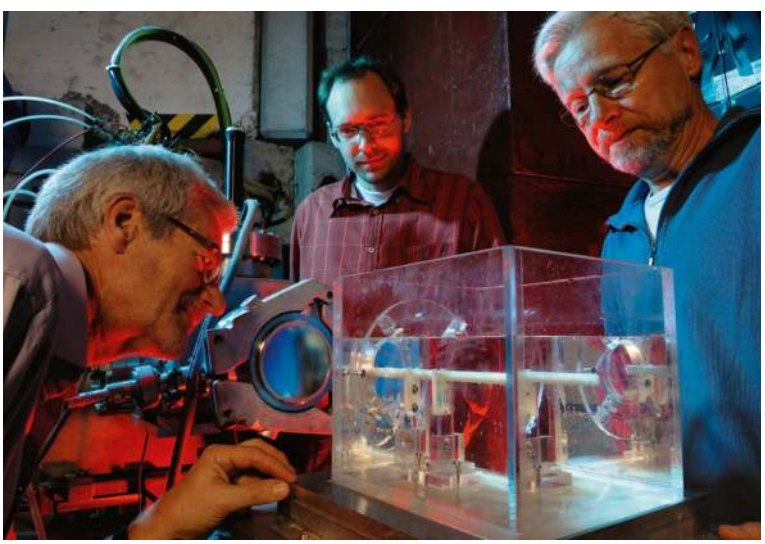
Na koniec zastosowanie najbardziej futurystyczne, ale to właśnie ono najczęściej pojawia się w popularnych wyobrażeniach o antymaterii. Skoro anihilacja zamienia całą masę w energię, teoretycznie nawet niewielka jej ilość mogłaby napędzić statek kosmiczny szybciej niż jakiekolwiek konwencjonalne paliwo. Różne koncepcje badane od lat przez NASA zakładają, że kilkanaście miligramów antyprotonów, użytych jako swego rodzaju zapłon dla konwencjonalnego paliwa jądrowego, mogłoby skrócić lot na Marsa z obecnych 6–9 mies. do zaledwie kilku tygodni. Jesteśmy jednak od takiego napędu bardzo daleko. Cała dotychczas wytworzona w CERN-ie antymateria ma masę rzędu kilku nanogramów, a koszt 1 g antyprotonów szacuje się na dziesiątki bilionów dolarów. Napęd antymaterii pozostaje więc na razie ciekawostką z pogranicza inżynierii i SF.

Wróćmy do naszej ciężarówki, która pod koniec marca objechała teren CERN-u z 92 antyprotonami na pace. To najlepsza możliwa ilustracja tego, jak dziś wygląda badanie antymaterii – nie są to efektowne wybuchy rodem z filmów SF ani napędy zdolne zawieźć nas do gwiazd, lecz żmudna precyzyjna praca nad przesunięciem pomiaru o kolejną bilionową część i zbudowaniem układu pozwalającego złapać naraz dwie zupełnie różne cząstki. Ale gdzieś na styku tych wszystkich detali kryje się odpowiedź na pytanie, które fizycy zadają sobie od niemal stu lat: dlaczego w ogóle istniejemy, skoro Wielki Wybuch powinien był stworzyć tyle samo materii i antymaterii, które następnie powinny były wzajemnie się unicestwić.

dr inż. Marcin Bieńkowski
Absolwent Politechniki Wrocławskiej, doktor nauk chemicznych o specjalności fizykochemia warstw powierzchniowych. Niezależny dziennikarz zajmujący się propagowaniem nauki i techniki



Działanie przydatnego w diagnostyce medycznej tomografu PET-CT polega na wykorzystaniu zjawiska anihilacji pozytonów.



Celem Antiproton Cell Experiment było ustalenie biologicznych skutków działania antyprotonów oraz ich potencjalnego zastosowania w radioterapii nowotworów.

Fot. Shutterstock (2), SPL/East News, CERN (2)

eprasa.pl 3a1b3655a0



NIEZWYKŁA SOJA

eprasa.pl 3a1

Najczęściej kojarzona jest z Azją i wegańskim jedzeniem, coraz popularniejszym także w Europie. Okazuje się jednak, że jej zastosowanie sięga znacznie dalej – od trwałych tuszów drukarskich przez sztuczną skórę aż do elementów wyposażenia samochodów.

MIROSŁAW DWORNICZAK



Niedojrzałe ziarna soi w otwartym strąku. Na stronie obok – dojrzałe

NALEŻY do rodziny bobowatych, liczącej niemal 20 tys. gatunków, w tym tak popularne jak cieciorka, ciecierzyca, fasola, groch, groszek czy soczewica. Znana i uprawiana jest już od co najmniej 5 tys. lat. Pierwotnie była rozpowszechniona w Azji, szczególnie w Chinach i Korei. Dziś uprawia się ją na całym świecie.

CENNE ZIARNA

Dlaczego stała się jedną z najczęściej uprawianych roślin strączkowych? Odpowiedź tkwi w zawartości jej nasion. Składają się one w 35–40% z pełnowartościowego białka bogatego w ważny aminokwas – lizynę. Ok. 20% stanowią tłuszcze, ale nasycone kwasy tłuszczowe (najmniej korzystne dla nas) to tylko ich 15%, jednonienasycone (głównie oleinowy) – 20–25%, a te najzdrowsze dla nas, wielonienasycone, to aż 55–60%. Mamy tam głównie kwasy omega-6 oraz omega-3 i jest ich więcej niż w takich popularnych olejach, jak rzepakowy, kokosowy czy oliwa z oliwek. Trzecim głównym składnikiem są węglowodany (cukry), przede wszystkim oligosacharydy takie jak rafinoza i stachioza, a także błonnik.

Innym istotnym elementem są izoflawony, zwane też fitoestrogenami. Jest ich nawet 100–200 mg/100 g. Gdzieniegdzie można znaleźć informacje, że spożywanie soi pogarsza jakość spermy, a fitoestrogeny feminizują mężczyzn. Ale przy diecie zawierającej zrównoważone ilości soi i produktów sojowych wpływ ten jest tak naprawdę znikomy (należałoby zjeść nierealnie duże ilości), a doniesienia o fitoestrogenach były efektem ekstrapolowania badań na zwierzętach – wyników tych absolutnie nie potwierdzono w przypadku ludzi. Podobnie modele zwierzęce (badania na gryzoniach) pokazywały negatywny wpływ soi na pracę tarczycy (wywoływała jej niedoczynność), lecz analizy kliniczne nie potwierdziły tych obserwacji w przypadku ludzi z prawidłową podażą jodu. Soja może jednak osłabiać wchłanianie leków na niedoczynność tarczycy, dlatego należy zachować odstęp 4–6 godz. pomiędzy przyjęciem medykamentów a spożywaniem produktów sojowych.

Ziarna soi są też źródłem witamin, przede wszystkim z grupy B (uwaga: z wyjątkiem B_{12}), ale też witaminy E. Zawierają tylko śladowe ilości witaminy C, praktycznie brakuje w nich witaminy D. W ich skład wchodzą jeszcze saponiny sojowe – związki obniżające wchłanianie cholesterolu, ale mające również działanie przeciwgrzybicze. Jeszcze jednym elementem wartym wspomnienia jest lecytyna sojowa, naturalny emulgator wspomagający metabolizm tłuszczów. Warto dodać, że soja to cenne źródło pierwiastków śladowych, takich jak mangan i miedź.



Pole soi

BEZODPADOWY PRZERÓB

Głównym odbiorcą soi są przemysły tłuszczowy i paszowy. Ziarna (po wysuszeniu) przerabia się na olej sojowy i śrutę. Kruszy się je i łamie, po czym ogrzewa

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl 3a1b3655a0

i rozwalcowuje. Ten etap ma ułatwić ekstrakcję oleju. Dawniej olej tłoczono na zimno przy wykorzystaniu pras śrubowych. Dziś przemysł wielkoskalowy wykorzystuje ekstrakcję rozpuszczalnikiem organicznym, głównie heksanem. Roztwór oleju w heksanie poddaje się następnie przeróbce, w trakcie której odzyskuje się rozpuszczalnik, by ewentualnie zastosować go ponownie. Heksan musi być usunięty jak najdokładniej, ponieważ jest do pewnego stopnia toksyczny. Dlatego otrzymany surowy olej sojowy wymaga starannego oczyszczenia (rafinacji). W tym procesie uzyskuje się czysty olej, ale także produkt uboczny – cenną (jest jej do 3%) w przemyśle spożywczym lecytynę sojową (E322). Używa się jej jako stabilizatora przy produkcji czekolady, margaryn, majonezów czy lodów. Roczna produkcja tej lecytyny to nawet kilkaset tys. t. Stanowi to 60–80% wytwarzanej lecytyny roślinnej. Po oddzieleniu oleju pozostałość to tzw. śruta sojowa, czyli doskonały wysokobiałkowy składnik pasz dla drobiu, trzody chlewnej czy bydła. Zazwyczaj stanowi 25–30% ich mieszanki. Warto podkreślić, że przerób soi jest praktycznie bezodpadowy – mamy tu cenny olej, śrutę, ale także bardzo ważną lecytynę roślinną.



Przerób oleju sojowego na biopaliwo

MLEKO SOJOWE

Jednym z produktów pochodnych soi jest znane na całym świecie mleko sojowe (ang. *soy milk*), używane często w zastępstwie mleka krowiego. Otrzymuje się je z ziaren albo z mąki sojowej. Surowiec moczy się w wodzie przez kilka godzin, a następnie rozciera, dodając wodę do uzyskania odpowiedniej gęstości.



Wyrób mleka sojowego na chińskiej farmie

Obróbka termiczna dezaktywuje inhibitory trypsyny i lektyny. Inhibitory trypsyny pełnią w roślinie funkcję obronną – zaburzają trawienie u owadów, zwierząt roślinożernych i ludzi. Trypsyna to enzym (u ludzi produkowany przez trzustkę, u owadów – kluczowy enzym jelita środkowego) rozkładający białka na aminokwasy i peptydy. Inhibitory trypsyny, wiążąc się z nią, utrudniają ten proces. Z kolei lektyny mogą u człowieka zaburzać wchłanianie składników odżywczych, gdyż wiążą się ze śluzówką jelit. Trzeba jednak dodać, że występują i w innych roślinach strączkowych, które spożywamy.

Mleko sojowe jest najlepsze pod względem wartości odżywczych spośród innych tego typu rodzajów płynów roślinnych. Dorównuje krowiemu. Analizowali to m.in. naukowcy z McGill University w Kanadzie. Ich badania potwierdza australijski zespół z Edith Cowan University. Podkreślają oni jednak, że samo mleko sojowe nie dostarcza (szczególnie dzieciom) odpowiedniej ilości łatwo przyswajalnego wapnia i jodu, będącego istotnym pierwiastkiem śladowym. Dlatego producenci uzupełniają skład napojów sojowych właśnie



Produkcja twarogu sojowego

eprasa.pl 3a1b3655a0

o wapń i pierwiastki śladowe, a także niektóre witaminy, np. witaminę D_2, która ułatwia wchłanianie wapnia. Z kolei metaanaliza autorstwa badaczy z Wielkiej Brytanii oraz Norwegii wykazała, że spożywanie dziennie 60–80 g roślin strączkowych, w tym szczególnie produktów otrzymywanych z soi, może zauważalnie obniżyć ciśnienie, dlatego specjaliści rekomendują zwiększenie ich udziału w codziennej diecie. Wynika to m.in. z dużej zawartości potasu, który nasila wydalanie sodu i rozluźnia naczynia krwionośne.

Jak wiadomo, mleko krowie jest w zasadzie gotowe do spożycia od wydojenia, natomiast produkty roślinne, w tym napój sojowy, wymagają dodatkowej obróbki. Nad tym problemem pochylili się naukowcy z København Universitet w Danii. Jak się okazuje, obróbka termiczna (proces UHT) skutkuje wystąpieniem reakcji Maillarda. Jest to proces łączenia się białek z cukrami, podobny do zachodzącego podczas wypieku chleba albo smażenia mięsa. W efekcie tych reakcji spada zawartość niektórych aminokwasów. Duńczycy zwrócili też uwagę na to, że w napojach roślinnych poddanych obróbce termicznej wykrywa się związki kancerogenne, takie jak akryloamid. Inną szkodliwą substancją zidentyfikowaną podczas badań był hydroksymetylofurfural. Oba te związki występują w niewielkich ilościach, uznawanych za bezpieczne, niemniej trzeba mieć świadomość ich obecności. Autorzy podkreślają jednak, że uwagi te dotyczą tylko produktów otrzymywanych przemysłowo. Napój pozyskany metodami domowymi praktycznie nie zawiera podobnych substancji. Co więcej, znacznie więcej akryloamidu mają tak lubiane produkty jak kawa, frytki czy chipsy. Z kolei śladowe ilości tego związku znajdują się też w napojach owsianych i migdałowych.

Niektóre osoby mają alergię na soję, ale jest ich i tak znacznie mniej niż ludzi, którzy nie tolerują laktozy obecnej w mleku krowim. Tu jako ciekawostkę można dodać, że nietolerancja laktozy dotyka 80% mieszkańców Afryki i niemal 100% Azjatów i rdzennych Amerykanów.



Tofu – popularny substytut mięsa

TOFU

To jeden z najpopularniejszych produktów otrzymywanych z soi. Proces produkcji jest zbliżony do wytwarzania sera z mleka krowiego. W pierwszym etapie nasiona soi moczy się w wodzie przez 8–14 godz., następnie mieszaninę się rozdrabnia i gotuje w celu usunięcia substancji utrudniających metabolizm białek. Potem oddziela się płyn od tzw. okary – włóknistego materiału, który można wykorzystać jako składnik pasz lub innych wyrobów spożywczych. Gorące mleko sojowe zostaje poddane koagulacji przy użyciu siarczanu wapnia (gips) albo – jak w oryginalnych japońskich przepisach – nigari, czyli rodzaju solanki, składającej się w 95% z chlorku magnezu z domieszką siarczanu



Produkcja tradycyjnego sojowego tofu (Indonezja)

Fot. Reuters/Forum, Shutterstock (4)

eprasa.pl 3a1b3655a0

magnezu i pierwiastków śladowych. Koagulantem organicznym może być glukono-delta-lakton (E575), produkt utleniania glukozy. Skoagulowane mleko sojowe odciska się w formach, uzyskując jako produkt uboczny serwatkę. W zależności od siły nacisku otrzymujemy tofu miękkie (jedwabiste) albo twarde (*extra firm*). Z gotowego tofu można zrobić jeszcze wędzone, marynowane lub smażone. Tofu zdobywa coraz większą popularność nie tylko wśród wegan i wegetarian. Zawiera komplet egzogennych aminokwasów, a do tego jest stosunkowo mało kaloryczne. Przygotowuje się z niego nie tylko dania smażone i duszone, ale też desery i sałatki, a nawet smoothie (napój na bazie owoców i warzyw).

Uprawa soi

Ponieważ to roślina ciepłolubna, najlepsze warunki do wzrostu ma na glebach dobrze napowietrzonych i ciepłych. Od siewu do zbioru mija ok. 4–5 mies. Zbiory rozpoczyna się wtedy, gdy wilgotność ziaren wynosi 12–16%. Następuje to zwykle w okresie wrzesień–październik. Obecnie wykorzystuje się specjalistyczne kombajny. Największymi producentami soi są: Brazylia (180 mln t), USA (116 mln t, szczególnie dorzecze Missisipi), Argentyna (50 mln t). Światowa produkcja to obecnie ponad 420 mln t. W Polsce panują średnie warunki do jej uprawy, mimo to zyskuje powoli na popularności. W ostatnich latach wysiano ją na ok. 100 tys. ha, uzyskując 2,5–3,5 t/ha.

FERMENTACJA

Jednym z procesów stosowanych szeroko w przerobie soi jest klasyczna fermentacja, bardzo popularna w Azji i obecnie coraz częściej wykorzystywana także w Europie. Proces ten wymaga odpowiednich grzybów i/lub bakterii. Najbardziej znanym produktem uzyskanym z fermentowanej soi jest sos sojowy. Tradycyjny pochodzi z Chin i był tam wytwarzany już 2500 lat temu. Otrzymuje się go z mieszaniny soi i pszenicy z dodatkiem soli kuchennej. Fermentacja przebiega przy udziale kropidlaka (grzyb) z gatunku *Aspergillus oryzae* i trwa od kilku miesięcy do nawet 4 lat, nadając sosowi charakterystyczny łagodny smak umami. Surowy sos sojowy podgrzewa się, aby zatrzymać proces fermentacji. Uwaga – tanie sosy sojowe są otrzymywane bez procesu fermentacji. Wykorzystuje się wówczas proces hydrolizy kwasowej z użyciem kwasu solnego. Przeróbka trwa wtedy zaledwie kilka dni, ale smak takiego sosu jest zdecydowanie gorszy, „płaski".

Dzięki fermentacji można także uzyskać tempeh – znany przysmak indonezyjski. W tym przypadku za fermentację odpowiada *Rhizopus oligosporus*. Grzybnia spaja ziarna soi i uzyskuje się produkt o specyficznym smaku grzybowo-orzechowym. Zarówno tofu, jak i tempeh służą w kuchni jako zamienniki mięsa bogate w łatwo przyswajalne białko. Ten sam proces odpowiada za powstawanie popularnej w kuchni japońskiej pasty miso. Tutaj do soi dodaje się kropidlaka *Aspergillus oryzae* (głównie w postaci koji, czyli startera fermentacyjnego). Znamy cztery rodzaje miso. Wiążą się one z rodzajem ziaren dodawanych do soi, a mogą to być ryż, pszenica/jęczmień, fasola, mieszane. W niektórych krajach znane są też jogurty i kefiry sojowe.

Na drodze fermentacji bakteryjnej (*Bacillus subtilis*) otrzymuje się nattō, czyli produkt o ciągnącej się strukturze i ostrym zapachu amoniaku. Dlaczego fermentacja jest korzystna przy przerobie soi? Przede wszystkim poprawia przyswajalność białka i minerałów. Ważnym efektem jest też obniżenie zawartości inhibitorów trypsyny oraz oligosacharydów powodujących wzdęcia. W trakcie fermentacji powstają probiotyki oraz witaminy i przeciwutleniacze.

SOJA I GMO

Przypomnijmy, że skrót GMO oznacza „organizmy modyfikowane genetycznie", czyli takie rośliny, których genom został celowo zmieniony, np. poprzez wprowadzenie do niego genów pochodzących od innych



Klasyczny sos sojowy. Można go używać np. podczas smażenia piersi kurczaka.



Produkcja tradycyjnego sosu sojowego w Wietnamie

eprasa.pl 3a1b3655a0



Gotowy tempeh owinięty liśćmi bananowca



Natto – japońska potrawa ze sfermentowanej soi

organizmów czy wyciszenie genu. Pierwsze próby zastosowania tej metody nastąpiły już w latach 70. XX w., natomiast badania polowe rozpoczęto w połowie lat 80., a rośliną modyfikowaną był tytoń. Dziś najczęściej stosowanymi roślinami GMO są kukurydza i soja. W ich przypadku modyfikacja genomu ma na celu zwiększenie tolerancji na herbicydy (w tym znany Roundup, którego substancją czynną jest glifosat), jak też odporności na szkodniki. Prace nad soją transgeniczną ruszyły w 1988 r. Komercyjna odmiana, nazwana Roundup Ready, pojawiła się na rynku w 1996 r.

Od dawna trwają dyskusje nad wpływem żywności modyfikowanej genetycznie na zdrowie ludzi, a na całym świecie prowadzone są odpowiednie badania medyczne i biochemiczne. Nie wykazały one wzrostu ryzyka alergii, toksyczności czy zwiększonej liczby nowotworów. Setki agencji, w tym WHO, FDA, EFSA, po analizie potwierdzają te doniesienia.

Aktualnie soja GMO stanowi mniej więcej połowę bieżących upraw (ok. 100 mln ha). Najwięcej takich ziaren produkują Brazylia, USA i Argentyna. Tu warto podkreślić, że w Polsce uprawa roślin GMO jest zakazana prawnie, natomiast importowane produkty zawierające ponad 0,9% GMO muszą być jednoznacznie oznaczane. Sprowadzane pasze zwierzęce w wielu przypadkach zawierają soję modyfikowaną.

NIETYPOWE ZASTOSOWANIA SOI

Co prawda większość soi zbieranej na świecie przeznacza się na paszę dla zwierząt, ale od lat znajduje ona inne, czasem bardzo nietypowe zastosowania. Na bazie oleju z niej produkuje się doskonały i trwały tusz wykorzystywany m.in. w druku offsetowym. Jego zaletami są łatwość mieszania się z pigmentami, niska lepkość, odporność na utlenianie oraz biodegradowalność (w przeciwieństwie do tuszów opartych na oleju mineralnym). Oleje sojowe to świetny surowiec do otrzymywania detergentów, czyli związków powierzchniowo czynnych. Jest to typowy przykład zastosowania zielonej chemii, gdzie zastępuje się produkty ropopochodne roślinnymi substancjami ekologicznymi. Jeszcze jednym przykładem ekologicznego wyrobu otrzymywanego z oleju sojowego (czasem z dodatkiem białek sojowych) jest sztuczna skóra (ang. *soy leather*). Z otrzymanego biopoliuretanu (bio-PU) otrzymuje się materiał skóropodobny. Ostatnim etapem są tłoczenie odpowiedniej faktury, barwienie oraz impregnacja.

Ciekawostką może być klej typu superglue m.in. z oleju sojowego. Nie jest to jeszcze produkt komercyjny, ale wydaje się, że dość szybko to się zmieni. Poza olejem w mieszance mamy kwas jabłkowy oraz kwas taninowy. Siłą wiązania przypomina on kleje epoksydowe. Co ważne – w przeciwieństwie do cyjanoakrylowego superglue jest całkowicie biodegradowalny.

dr n. chem. Mirosław Dworniczak

Dziennikarz naukowy – freelancer, współpracujący z „Wiedzą i Życiem" oraz „Tygodnikiem Powszechnym", dawniej także z „Magazynem Internet" i „PC World". Z wykształcenia chemik, uzyskał doktorat z fizykochemii organicznej.

Sojowy samochód

W 1941 r. zafascynowany soją Henry Ford zaprezentował prototyp samochodu Soybean Car, którego nadwozie w dużym procencie wyprodukowano z bioplastiku sojowego. Twórcy chcieli m.in. wesprzeć gwałtownie rozwijające się wówczas uprawy soi w Stanach Zjednoczonych i jakoś zagospodarować przemysłowo nadwyżki produkcyjne. Rama pojazdu była co prawda stalowa, ale auto i tak miało masę o $^1/_3$ mniejszą niż typowy samochód. Ford demonstrował wytrzymałość materiału, uderzając siekierą w plastikową klapę bagażnika – plastik się nie uginał tak łatwo jak stal. Nie zachowała się dokładna receptura wykorzystanego tworzywa, ale była to prawdopodobnie żywica fenolowo-formaldehydowa wzmacniana włóknami soi oraz innymi produktami (m.in. len, konopie). Ford poszedł nawet dalej – z tworzywa sojowego produkował tapicerki, kierownice i gałki biegów. Niestety, projekt porzucono. Powodem był fakt, że USA dołączyły do II wojny światowej i produkcja aut cywilnych została właściwie wstrzymana. Po wojnie nie wrócono do tej idei, ale firma nie zapomniała o soi – w modelu Mustang wykorzystuje się piankę poliuretanową z bioplastikiem sojowym.

Fot. Shutterstock (4)

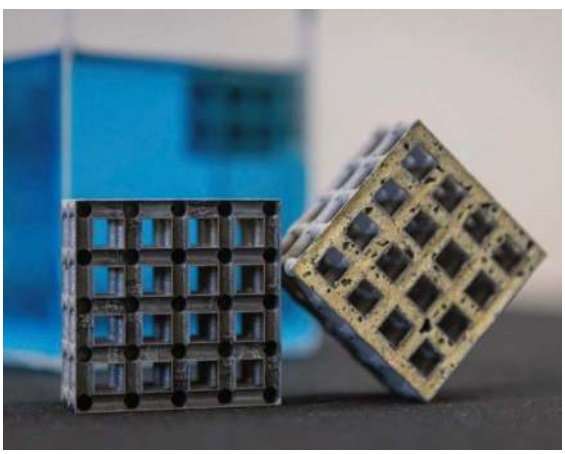
eprasa.pl 3a1b3655a0

Chodząca ręka

Dotychczas robotyczne dłonie, aby chodzić, musiały mieć palce identycznej długości, co utrudniało chwytanie przedmiotów. Teraz inżynierowie z ETH Zürich wykorzystali antropomorficzną dłoń z nierównymi palcami i nauczyli ją (poprzez wzmacnianie w symulatorze komputerowym) chodzić, balansować i działać samodzielnie. Na jej grzbiecie zamontowano baterię, czujniki ruchu i minikomputer. Pełzała po czternastu różnych powierzchniach, m.in. dywanie, żwirze, trawie i metalowej kracie. 21 razy na 25 prób potrafiła nawet podnieść się z leżenia na boku. Balansując na czterech palcach, wciskała klawisze strzałek na klawiaturze, uzyskując sukces w 29 na 32 próby. Przesuwała też małe klocki z precyzją do dwóch centymetrów. Samodzielne robotyczne dłonie mogą działać w ciasnych przestrzeniach bez potrzeby podążania za nimi całego ramienia. To krok w kierunku bardziej wszechstronnych robotów operujących zwykłymi przedmiotami i w trudno dostępnych miejscach.



Dłoń niczym z „Rodziny Addamsów" i film prezentujący jej możliwości



Przekrój lekkiej struktury tytanowej

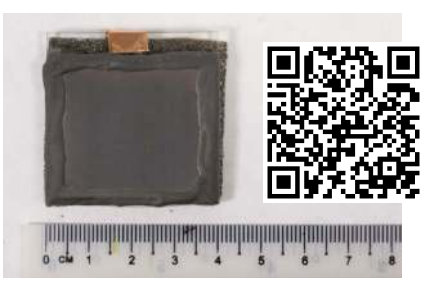
Tytan pływający jak korek

Niemal wszystkie metale toną w wodzie. Okazuje się jednak, że można temu zapobiec. Inżynierowie z Royal Melbourne Institute of Technology (Australia) stworzyli pierwszą na świecie pływającą strukturę z tytanu. Wydrukowana w trójwymiarze krata składa się z połączonych rurek wypełnionych lżejszą od wody pianką poliuretanową. Zwykłe metalowe kratownice toną, bo woda wypełnia ich przestrzenie. Tutaj pianka uszczelnia wnętrze prętów, a woda może swobodnie przepływać przez zewnętrzne otwory. Struktura jest o 70% wytrzymalsza od stali nierdzewnej lub polietylenu wysokiej gęstości (HDPE) przy tej samej gęstości całkowitej. Po 2 tyg. w wodzie morskiej straciła zaledwie 0,15% masy, a jej wytrzymałość spadła o niecały 1%. Pozostawała na powierzchni nawet po pęknięciach i uszkodzeniach całych warstw – tonęła dopiero po silnym zgnieceniu. Prototyp boi był stabilny w turbulentnym zbiorniku. Materiał może znaleźć zastosowanie w bojach, pomostach, czujnikach morskich i innych konstrukcjach pływających.

Fot. arXiv (2026). DOI: 10.48550/arxiv.2609.17172, Sara Tan/RMIT, NTU Singapore, Simin Ma/Yunnan University, Matt Shipman/NC State University, The Grainger College of Engineering at the University of Illinois Urbana-Champaign

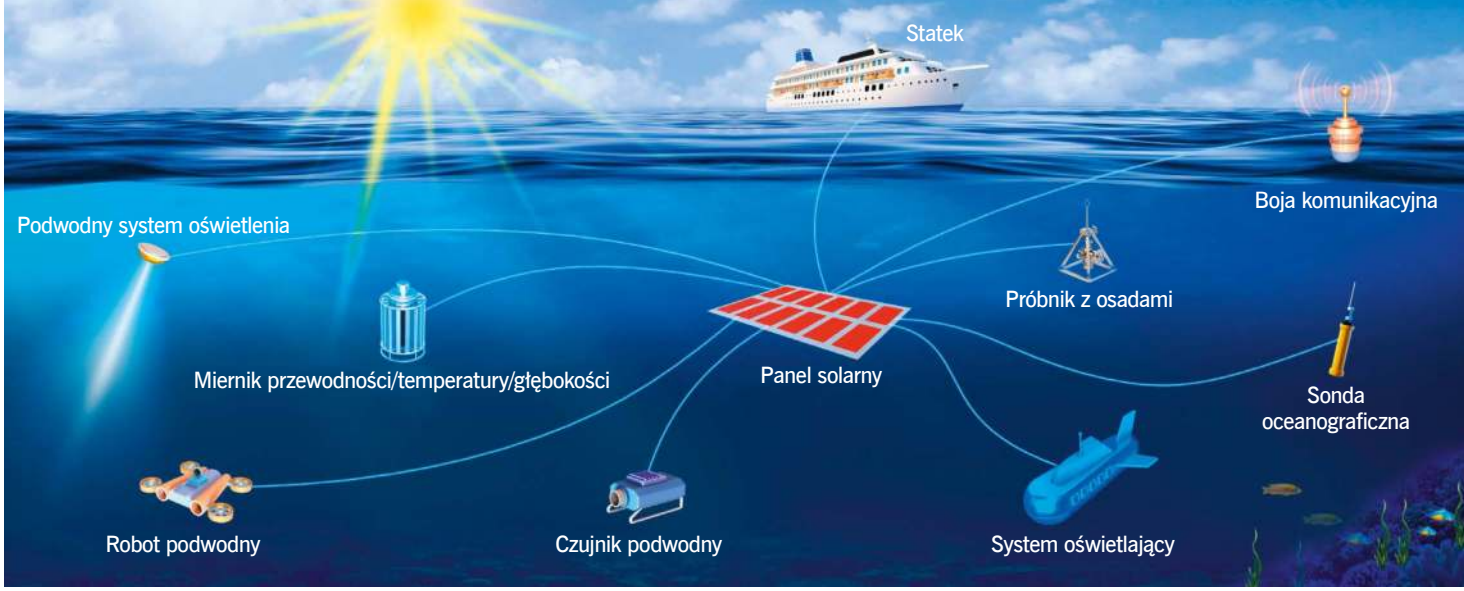
Nowy sztuczny liść

Naukowcy z Nanyang Technological University w Singapurze stworzyli urządzenie inspirowane liściem, które ma podwójne działanie. Testy przeprowadzono na wodzie morskiej – w symulowanych i rzeczywistych próbkach. Pod wpływem światła słonecznego sztuczny liść produkował prąd, dzięki czemu z wody otrzymywano wodór (na katodzie z perowskitu). Jednocześnie rozkładał (anoda z katalizatorem zawierającym żelazo, kobalt i chrom) hydrazynę, toksyczny związek obecny w ściekach przemysłowych. Osiągał jedną z najwyższych gęstości fotoprądu wśród podobnych rozwiązań i stabilnie pracował ponad 72 godz. Rozwiązywał równolegle problem czystej energii i toksycznych ścieków przemysłowych. Badacze planują rozszerzyć zastosowanie na inne rodzaje zanieczyszczeń i odpadów, przekształcając je w użyteczne produkty.



Sztuczny liść i film pokazujący, jak działa wynalazek.

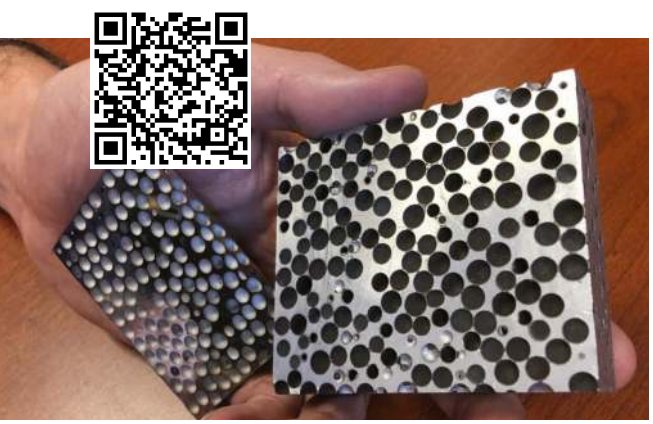
eprasa.pl 3a1b3655a0



Podwodne panele i ich zastosowania

Podwodne panele słoneczne

Coraz powszechniejsze na całym świecie panele słoneczne zajmują spore obszary na dachach domów czy na powierzchni ziemi. Istnieją także farmy fotowoltaiczne pływające na powierzchni oceanów. Teraz chińscy naukowcy z Yunnan University wykazali, że ogniwa słoneczne z perowskitu mogą skutecznie działać nawet 10 m pod powierzchnią morza. To pierwszy taki sukces – wcześniejsze badania ograniczały się do ok. 2 m głębokości. Ogniwa wykorzystują światło od niebieskiego do pomarańczowego, które przenika głębiej w wodę. W warunkach laboratoryjnych zachowały 96% sprawności po 300 dniach przechowywania i prawie nie degradowały się po 1160 godz. pracy w warunkach odpowiadających 10 m głębokości. W prawdziwym teście u wybrzeży wyspy Weizhou na Morzu Południowochińskim wygenerowały 324 mWh energii elektrycznej w ciągu 2 godz. To oczywiście zbyt mało, aby wspomóc sieć energetyczną. Mogą jednak bez problemu zasilać podwodne czujniki, kamery i systemy komunikacji daleko od brzegu. Szacowany czas ciągłej pracy wynosi ok. 5,5 roku. Odkrycie otwiera drogę do autonomicznych systemów monitorujących oceany bez częstej wymiany baterii. Naukowcy planują testy na jeszcze większych głębokościach oraz standaryzację badań.



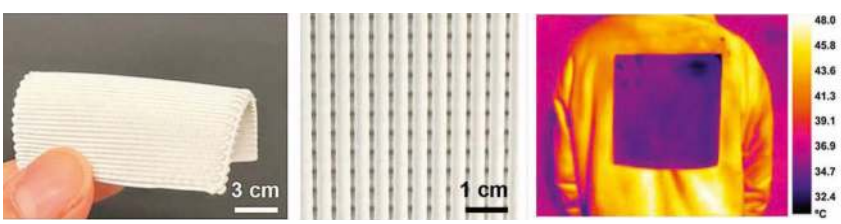
Kompozytowa pianka metalowa do konstrukcji samochodowych

Metalowa pianka niczym stal

Badacze z North Carolina State University wykazali, że kompozytowa pianka metalowa w przednich belkach samochodów znacząco poprawia bezpieczeństwo przy zderzeniach czołowych. Materiał składa się z pustych metalowych kulek osadzonych w metalowej matrycy. Jest lekki, a jednocześnie świetnie absorbuje energię uderzenia. Symulacje komputerowe pokazały, że krytyczne obrażenia głowy następowały dopiero przy prędkości większej o 32–40% niż przy standardowym materiale. Przy zderzeniu z prędkością 90 km/h belki z kompozytu zmniejszały ryzyko poważnego urazu głowy o 83% w porównaniu z klasycznymi belkami prostokątnymi. Materiał jest też odporny na ciepło i ogień, co czyni go interesującym dla projektantów samochodów elektrycznych – może dodatkowo chronić akumulatory. Nie zwiększa masy pojazdu, a do tego pozwala nawet na skrócenie belek, co zmniejsza zużycie paliwa. Naukowcy są otwarci na współpracę z przemysłem motoryzacyjnym.

Chłodzi, grzeje i generuje prąd

Naukowcy z University of Illinois stworzyli drukowalny wielofunkcyjny materiał. Odbija on 96% światła słonecznego i skutecznie oddaje ciepło do otoczenia. Pomimo ekspozycji na słońce jest o 3–6°C chłodniejszy od powietrza. Dzięki efektowi tryboelektrycznemu generuje ładunki elektryczne z ruchu człowieka, pozwalając na przełączanie się między chłodzeniem a grzaniem w zależności od aktywności użytkownika. Ponieważ jego struktura jest elastyczna i oddychająca, nadaje się do odzieży sportowej i inteligentnych tekstyliów.



Struktura wielofunkcyjnej tkaniny, która chłodzi lub grzeje.

To krok w stronę ubrań, które same regulują temperaturę bez zewnętrznego zasilania.

dr Mirosław Dworniczak

eprasa.pl 3a1b3655a0

laboratorium

KOLORY CZOSNKU

Jakie gatunki jadasz?

PAWEŁ JEDYNAK

UWAGA!
Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne szkody powstałe wskutek doświadczeń.



Marynowany chiński czosnek na święto Laba zmienia kolor dzięki naturalnym barwnikom powstałym z reakcji allicyny i aminokwasów w uszkodzonych octem komórkach.

ZESTAW PRZYRZĄDÓW I MATERIAŁÓW

10 główek czosnku, mleko, ocet o stężeniu 10%, 8 pojemników na mocz, soda kaustyczna (NaOH), biała cebula, 1 szt. czosnku główkowatego (czosnku ozdobnego), 1 szt. *Allium aflatunense*, cukier, drożdże, 2 strzykawki poj. 20 ml, gumowy wężyk o średnicy 4 mm

Czas przygotowania: 3 godz.

Koszt: 95 zł

Doświadczenie 1

Zjedz grzankę potartą obficie świeżym czosnkiem. Czy twój oddech jest czosnkowy? Czy pomaga przepłukanie jamy ustnej wodą? A mlekiem?

Wyjaśnienie: Pochodne allicyny, jak disiarczek diallilu czy metanotiol, są stabilne chemicznie – same z siebie już tak łatwo nie ulegną rozkładowi. Dodatkowo słabiej rozpuszczają się w wodzie, a lepiej w tłuszczach (z nich mogą wolno parować przez kilka godzin). Wymywanie ich wodą nie jest skuteczne. Związki te przylegają do wszelkich powierzchni i zabrudzeń. Ale mleko to taki płyn micelarny, który zawiera i wodę, i kropelki tłuszczu. Dzięki niemu można skutecznie pozbyć się siarkowych zapachów, a zjadanie czosnku z mlekiem usuwa zapach.

Doświadczenie 2

Kilka główek czosnku włóż do lodówki na co najmniej miesiąc (im dłużej, tym lepiej). Następnie obierz (można pociąć na drobniejsze kawałki), opcjonalnie sparz wrzątkiem, a następnie przełóż do pojemnika na mocz. Zalej 10-procentowym octem – użyj jak najmniejszej ilości płynu, ale ząbki muszą być całkowicie zalane. Odstaw na kilka dni w ciemne miejsce i codziennie obserwuj wygląd czosnku.

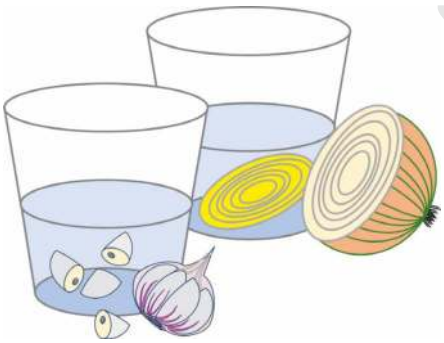
Wyjaśnienie: Tradycyjną chińską potrawą jest czosnek przygotowywany na święto Laba (laba garlic), obchodzone w ósmy dzień dwunastego miesiąca księżycowego, co wypada w grudniu. Czosnek jest wyjątkowy ze względu na zielony kolor. Aby reakcja się udała, należy zwiększyć zawartość alliiny i allinazy – niska temperatura wywołuje stres i akumulację tych związków. Uszkodzenie ząbków (gorąca woda, kwas lub cięcie) pozwala wytworzyć allicynę, która może reagować ze składnikami komórek, w tym z co najmniej ośmioma aminokwasami, tworząc z nimi barwne produkty w odcieniach niebieskiego. Produkty te z czasem rozpadają się do żółtych pochodnych – widzimy, że ząbki czosnku zmieniają kolor na niebieskawy, szmaragdowy, a w końcu żółty. Związki te są rozpuszczalne w wodzie (marynaty nie może być zbyt dużo, bo wypłucze barwnik).

eprasa.pl 3a1b3655a0

Doświadczenie 3

W dwóch pojemnikach na mocz rozpuść po pół łyżeczki sody kaustycznej w 40 ml wody. Potnij na plasterki czosnek i białą cebulę. Wrzuć je do osobnych pojemników.

Wyjaśnienie: Test fitochemiczny z NaOH pozwala wykryć polifenole – jest ich dużo w cebuli, która żółknie, ale czosnek pospolity różni się od niej składem, gdyż zawiera znacznie mniej polifenoli i nie zmienia koloru. Natomiast „łupina" czosnku często jest podbarwiona polifenolami (antocyjanami), które w tych warunkach zmieniają kolor na zielony (podobnie zmieni kolor plaster fioletowej cebuli, która też zawiera antocyjany).



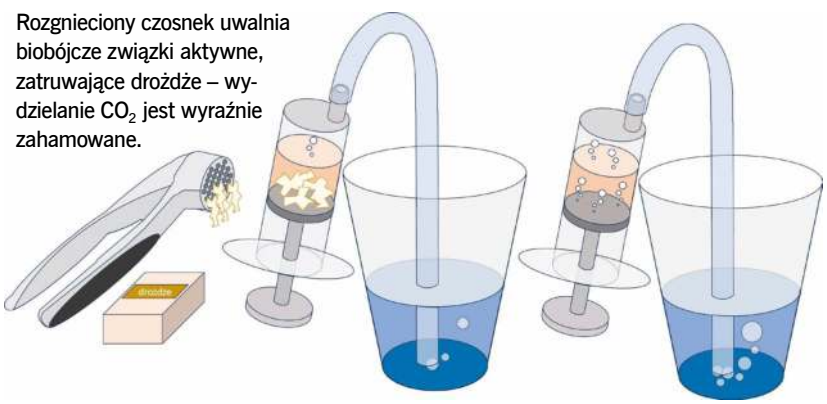
Test z NaOH (substancja żrąca, pracuj w rękawiczkach) pozwala wykryć polifenole w cebuli (zmienia kolor na żółty), ale w czosnku pospolitym jest ich bardzo mało.

Doświadczenie 4

Przygotuj 4 pojemniki na mocz. Przez praskę do czosnku przeciśnij do nich kolejno: czosnek pospolity, cebulę, czosnek główkowaty (czosnek ozdobny), czosnek ozdobny *Allium aflatunense*. Porównaj ich zapachy.

Wyjaśnienie: Różne gatunki czosnku różnie pachną – charakterystyczne są zapachy czosnku pospolitego i cebuli. Ale małe cebule czosnku główkowatego (jadalnego, rzadkiego w Polsce) pachną szczypiorkiem. Podobny zapach, ale słabszy i mdły, ma *Allium aflatunense*. Natomiast po rozgnieceniu jego biała masa w kilka minut zmienia kolor na żółty.

Rozgnieciony czosnek uwalnia biobójcze związki aktywne, zatruwające drożdże – wydzielanie CO_2 jest wyraźnie zahamowane.



Doświadczenie 5

W pojemniku na mocz rozpuść w 50 ml wody łyżeczkę cukru i rozetrzyj pół łyżeczki świeżych drożdży. Weź dwie strzykawki o poj. 20 ml. Wyjmij tłok z jednej i napełnij ją rozgniecionymi przez praskę dwoma ząbkami czosnku. Włóż tłok. Napełnij obie strzykawki 15 ml zawiesiny drożdży. Na wyloty strzykawek nałóż gumowe wężyki (średnica 4 mm) o długości co najmniej 30 cm. Umieść obie strzykawki pionowo w szklance wylotem do góry. Kolejną szklankę napełnij wodą i zanurz w niej wolne końce wężyków. Obserwuj wydzielanie bąbelków przez godzinę.

Wyjaśnienie: Bomba chemiczna czosnku jest obroną przed mikroorganizmami. Część komórek drożdży ginie lub zostaje zatruta allicyną i jej pochodnymi – taka mieszanina bąbelkuje znacznie wolniej niż drożdże bez dodatku czosnku.

WIEDZA W PIGUŁCE

Czosnek (*Allium*) to nazwa rodzajowa kilku dobrze nam znanych roślin – czosnku pospolitego, pora, szczypiorku i… *Allium cepa*, czyli czosnku cebuli (cebula jest gatunkiem czosnku!). Ale ta grupa jest znacznie liczniejsza – w Polsce występuje kilkanaście dzikich gatunków, a z rozmaitych zakątków świata sprowadza się ozdobne (niektóre jadalne, a inne lekko trujące i mogące wywołać ból brzucha). Łączy je mechanizm bomby chemicznej – lotna i potencjalnie groźna substancja powstaje po zmieszaniu dwóch niegroźnych składników przechowywanych w komórce, ale oddzielnie.
W cytoplazmie gromadzone są sulfotlenki (najczęściej alliina, a w cebuli izoalliina), czyli pochodne siarkowego aminokwasu – cysteiny (nawet 0,2% masy ząbka czosnku!). Natomiast w wakuoli niczym w worku zatopionym w cytoplazmie gromadzą się enzymy (alliinazy). Gdy komórka zostanie zmiażdżona, wszystko się miesza, a enzym zmienia sulfotlenki w kwasy, które łączą się ze sobą, tworząc alliinę (czosnek) lub wywołujący silne łzawienie S-tlenek propanetialu (cebula). Mogą one też łączyć się z białkami (najczęściej z resztami cysteiny) w organizmie człowieka, co zaburza ich działanie. Jednym z takich białek jest TRPA1, zawiadujące odczuwaniem bólu – po przyłączeniu allicyny aktywuje się i inicjuje wysyłanie do mózgu sygnału bólowego, a wtedy pieką nas język i oczy. Związki siarkowe reagują także ze sobą, tworząc nawet 60 pochodnych, jak disiarczek diallilu czy trisulfid dimetylu (właśnie nim pachnie szczypiorek) – dlatego zapach czosnku zmienia się w czasie. W roślinach związki te pełnią funkcję obronną – są niesmaczne dla zwierząt, drażniące, a nawet zabójcze dla wielu mikroorganizmów. Związki zapachowe czosnku są też repelentami dla wielu owadów, odstraszają np. muchy, co może mieć zastosowanie w ochronie bydła. Badania nie wykazały jednak skuteczności przeciw komarom roznoszącym malarię. Wygląda na to, że na te wampiry czosnek jednak nie działa.

dr Paweł Jedynak
Popularyzator nauki i pracownik Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ w Krakowie. Bada nowe możliwości wykorzystania mikroorganizmów w biotechnologii i molekularne mechanizmy rozwoju roślin.

Fot. Shutterstock, Ilustracje Paweł Jedynak (2)

eprasa.pl 3a1b3655a0



Pomarańczowy składnik Albireo to w rzeczywistości układ co najmniej dwóch gwiazd – jaśniejsza ma temperaturę ok. 4360 K. Błękitna gwiazda jest rozgrzana do ponad 13 tys. K.

Kolorowe słońca

Listopad to dobry miesiąc na podziwianie różnych typów gwiazd.

WERONIKA ŚLIWA

CZY wszystkie gwiazdy wyglądają podobnie? Z daleka nie rozpoznamy ich kształtu ani nawet rozmiaru, ale przy pewnym szczęściu możemy ocenić ich kolor. Jak się okazuje, w gwiezdnym świecie panuje pod tym względem spore urozmaicenie. Jeśli pojawi się więc szansa na dobrą pogodę, zaplanujmy nocne obserwacje. Ludzki wzrok nie jest najlepszy w kolorowym widzeniu przy słabym oświetleniu. W takich warunkach najważniejszą funkcję pełnią nie rejestrujące kolory czopki, ale wielokrotnie czulsze pręciki, odbierające świat w odcieniach szarości. To stąd bierze się stare powiedzenie, że w nocy wszystkie koty są szare. Najjaśniejsze gwiazdy świecą jednak wystarczająco, by uruchomić czopki i wywołać wrażenie koloru. A więc ruszajmy na barwne safari.

Obserwacje możemy zacząć wkrótce po zachodzie Słońca, w godzinach 17:30–18:00. Dosyć wysoko nad zachodnim horyzontem unosi się wciąż jeszcze wielki Trójkąt Letni – układ stworzony przez najjaśniejsze gwiazdy Orła, Lutni i Łabędzia. Alfa Lutni, Wega, świeci wyraźnym białym światłem, lekko wpadającym w błękit. Ale czy to jedyna gwiezdna opcja? Obróćmy się do tyłu i spójrzmy w kierunku północno-wschodniego horyzontu. Odnajdziemy tam Woźnicę, którego najjaśniejszą gwiazdą jest Kapella, zwana również Kozą. Jeśli przyzwyczaimy wzrok do ciemności, zauważymy, że odcień Kapelli nie podąża ku niebieskiemu kolorowi, lecz raczej żółtemu. Na następne obserwacje musimy trochę poczekać. Coraz wyżej wznosi się gwiazdozbiór Byka, w którym rolę groźnego byczego oka odgrywa pomarańczowy Aldebaran. Jeszcze wyraźniej dostrzeżemy kolory najjaśniejszych gwiazd Oriona, którego najłatwiej wypatrzymy pomiędzy 21:00 a 22:00. W jego lewym ramieniu świeci pomarańczowoczerwona Betelgeza. Za to prawą nogę groźnego myśliwego zaznacza błękitnobiały Rigel. Te dwie gwiazdy są na tyle blisko siebie, że różnica ich barw jest wyjątkowo dobrze widoczna.

A może mamy mały teleskop lub mocną lornetkę na statywie? Jeśli tak, warto je wykorzystać już na początku obserwacji i skierować w stronę Łabędzia. Albireo, niezbyt jasna gwiazda wyznaczająca głowę Łabędzia, rozdzieli nam się wówczas na dwie gwiazdki, pomarańczową i błękitną.

Jak widać, gwiazdy nie świecą jednakowo – gdybyśmy mieli czulszy wzrok, zobaczylibyśmy całe niebo ozdobione błękitem, czerwienią, żółcią i bielą. Z czego wynikają te kolorystyczne warianty? Kolor gwiazdy wiąże się bezpośrednio z temperaturą jej powierzchni. Niebieski oznacza najwyższą temperaturę, a czerwony najniższą (czyli inaczej niż oznaczenia na kurkach od wody). Podobnie jak rozgrzewana podkowa zaczyna najpierw świecić na ciemnoczerwono, a w miarę wzrostu temperatury – na pomarańczowo, a nawet żółto, tak gwiazda chłodna (o temperaturze zewnętrznych warstw ok. 3 tys. K) będzie czerwona, przy 5–6 tys. K – żółtawobiała, a powyżej 10 tys. K – błękitna. Dzięki temu nawet z odległości setek lat świetlnych możemy od razu coś wiedzieć o tych odległych światach.

Fot. Shutterstock, Infografiki Wawrzyniec Święcicki

Listopad

Noce w listopadzie jeszcze się wydłużają. Na początku miesiąca noc trwa od 16:07 do 6:31, a pod koniec – od 15:28 do 7:21, a więc o półtorej godziny dłużej. Nawet w południe słońce jest nisko nad horyzontem – na początku miesiąca wznosi się maksymalnie do 23,3°, pod koniec do zaledwie 16,1°. Nocne niebo jednak rozświetlą nam meteory z roju Leonidów. Jak sama nazwa wskazuje, spadające gwiazdy będą wybiegały z gwiazdozbioru Lwa, widocznego w drugiej połowie nocy. Ich maksimum możemy się spodziewać w nocy z 17 na 18 listopada, a więc we wczesnoporannych obserwacjach nie przeszkodzi nam Księżyc, będący w pierwszej kwadrze. Leonidy to w rzeczywistości odłamki pozostawione na orbitalnym torze przez kometę 55P/Tempel-Tuttle. Okrążająca Słońce z okresem 33 lat kometa znów się do niego zbliża i będziemy mieli okazję przywitać ją w pobliżu już w 2031 r. Jej fragmenty możemy jednak podziwiać już teraz w postaci wpadających w ziemską atmosferę z prędkością ponad 70 km/s okruchów. W ciągu godziny zaobserwujemy kilkanaście spadających gwiazd.

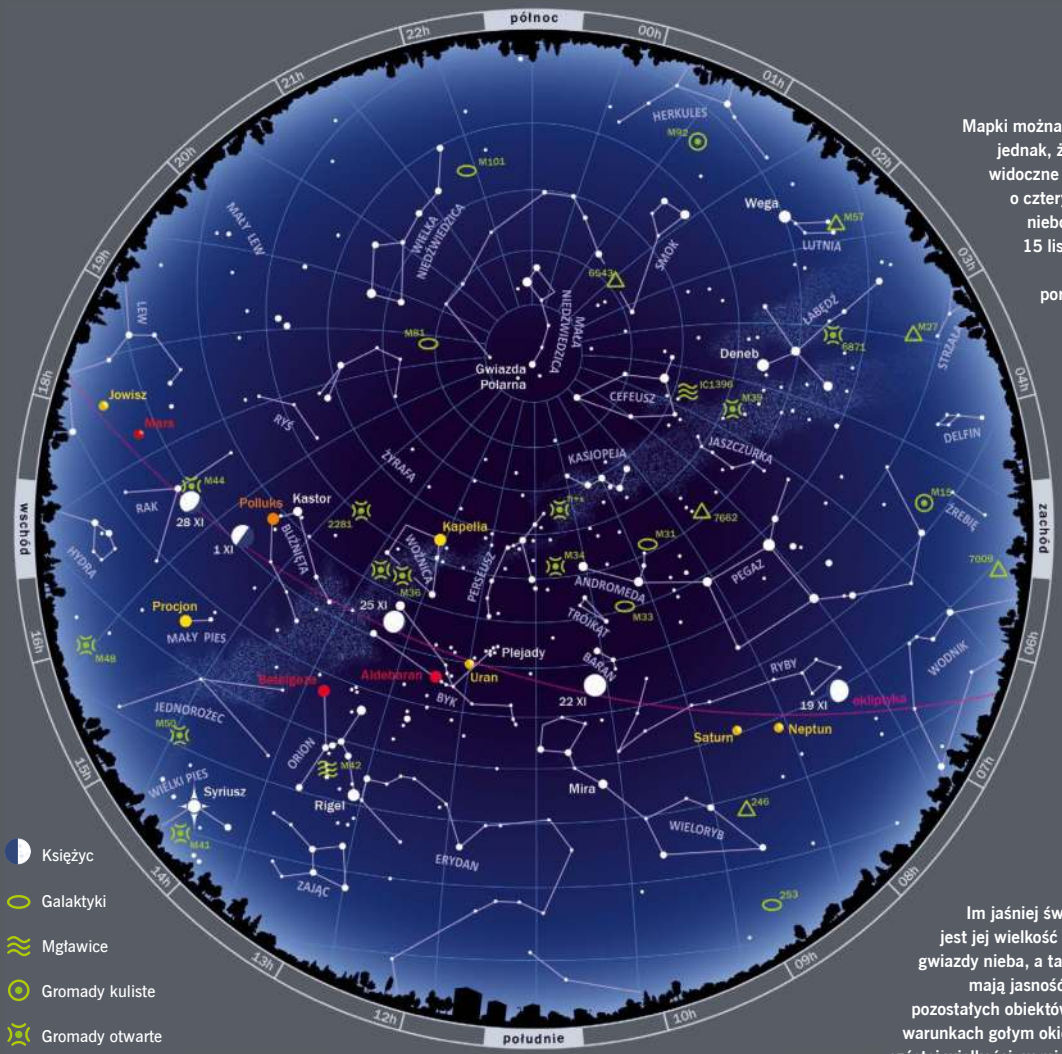
Wędrówki planet

Merkurego (–0,4^m) możemy poszukać w drugiej połowie miesiąca w porannym gwiazdozbiorze Panny, z której przechodzi do Wagi. Wenus (–4,2^m) również odnajdziemy w Pannie. Mars (0,5^m) jest dobrze widoczny w drugiej połowie nocy. Planeta świeci na tle konstelacji Lwa. W pobliżu Marsa odnajdziemy też Jowisza (–2^m). Na obserwacje Saturna (0,6^m) wybierzmy wieczór. Kierujmy wówczas wzrok ku konstelacji Wieloryba. Uran (5,6^m) odwiedza Byka. 25 listopada planeta znajdzie się w opozycji, jest więc widoczna praktycznie przez całą noc. Neptuna (7,8^m) da się zaobserwować w pierwszej połowie nocy w Rybach. Ceres (7,8^m) znajduje się obecnie w Bliźniętach, widać ją więc od późniejszego wieczora do rana.

eprasa.pl 3a1b3655a0

Czas na Leonidy

niebo nad Polską w nocy z 1 na 2 listopada o godz. 24:00



Księżyc
Galaktyki
Mgławice
Gromady kuliste
Gromady otwarte
Mgławice planetarne

Mapki można używać przez cały miesiąc, pamiętając jednak, że każdej następnej nocy gwiazdy zajmą widoczne na niej ustawienie względem horyzontu o cztery minuty wcześniej. Mapka przedstawia niebo, jakie zobaczymy 1 listopada o 24:00, 15 listopada o 23:00 i 30 listopada o 22:00. Jeżeli rozpoczniemy obserwacje przed porą, którą opisuje mapka, część obiektów zaznaczonych na jej wschodniej stronie nie będzie jeszcze widoczna na niebie, a nisko nad zachodnim horyzontem ujrzymy niewidoczne na ilustracji gwiazdy (można je znaleźć na mapce z poprzedniego miesiąca).

FAZY KSIĘŻYCA

ostatnia kwadra 1.11 o 21:29
nów 9.11 o 8:02
pierwsza kwadra 17.11 o 12:48
pełnia 24.11 o 15:54

SKALA JASNOŚCI

Im jaśniej świeci gwiazda, tym mniejsza jest jej wielkość gwiazdowa ^{m}. Najjaśniejsze gwiazdy nieba, a także jasno świecące planety mają jasność mniejszą od zera, jasności pozostałych obiektów są dodatnie. W idealnych warunkach gołym okiem można dostrzec obiekty szóstej wielkości, w mieście rzadko widać gwiazdy słabsze niż czwartej wielkości gwiazdowej.

-1^{m}
0^{m}
1^{m}
2^{m}
3^{m}
4^{m}

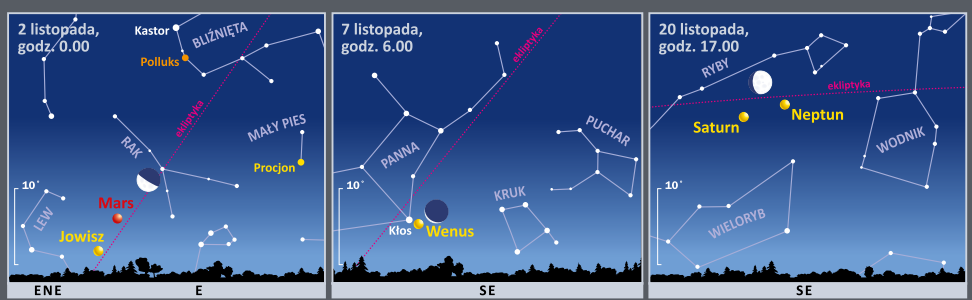
Przystępując do obserwacji, należy obrócić mapkę w taki sposób, by oznaczenie strony świata, ku której jesteśmy zwróceni, znalazło się na dole. Gwiazdy widoczne tuż nad horyzontem będą wówczas odpowiadały gwiazdom znajdującym się na dole mapki.

Oprócz gwiazd na mapce znajdują się widoczne gołym okiem planety. Zaznaczono także położenia Księżyca w kilkudniowych odstępach. Jasności obiektów oznaczono za pomocą różnych rozmiarów kółek – największe przedstawiają najjaśniejsze gwiazdy i planety. Prócz planet na mapce zaznaczono schematycznie obszar Drogi Mlecznej oraz przedstawiono położenie ekliptyki, wzdłuż której w ciągu roku porusza się Słońce. W pobliżu tej linii odnajdziemy wszystkie planety i Księżyc.

Śladem Księżyca i planet

Już 2 listopada Księżyc odwiedzi Marsa i Jowisza. Podobna konfiguracja pojawi się też 30 listopada. 7 listopada zobaczymy Srebrny Glob koło Wenus i Kłosa w Pannie. 20 listopada nasz satelita zbliży się do bawiącego w Wielorybie Saturna.

dr Weronika Śliwa



eprasa.pl 3a1b3655a0

JERZY BRALCZYK



Korzeń

To rzeczownik w liczbie pojedynczej, ale jego liczba mnoga ma bodaj więcej odniesień. Naprawdę i pojedynczy *korzeń*, i mnogie *korzenie* mają w polszczyźnie – i w wielu innych językach zresztą także – silne *zakorzenienie*. *Korzeń* ma prasłowiańskie pochodzenie. Dawny rzeczownik to był *korę*, dopełniacz to był *korenie*, a biernik – *koren'*. Ten rdzenny *kor-* to był pierwiastek *korzenia*, jego pień inaczej albo właśnie *korzeń*, bo i tak na źródłosłów słów mówiono. Po łacinie *korzeń* to *radix*, co ma związek z francuskim *racine*, angielskim *root*, szwedzkim *rot*, a nawet niemieckim *Wurzel*, bo podobno wzięły się one z praindoeuropejskiego **wrad-*, co było ich właśnie *korzeniem*. A z łacińskiego *radix* mamy dziś ogólnoeuropejską *radykalność*.

Korzeń – albo częściej *korzenie* – to coś, co było na początku i co jest podstawą. Także *nasze korzenie*, czyli „początki", a właściwie *korzenie* niemal wszystkiego, bo wszystko skądś jest i zwykle to coś jest tego podstawą. Roślinne metafory, bo jednak musimy uznać, że *korzeń* mają przede wszystkim niemetaforycznie i naprawdę właśnie rośliny, są powszechne w wielu językach.

Szukamy swoich korzeni, *sięgamy do* nich, *wracamy*, bo chcemy być *zakorzenieni*, a nie czuć się *wykorzenionymi*. A *powrót do korzeni* ma wiele wartości, w tym sentymentalną. Przypisujemy ważność *zapuszczeniu* gdzieś *korzeni* i różnym *zakorzenianiom* (*się*) czy *ukorzenianiom*, a *wykorzeniania* potępiamy. Cieszymy się ze *wspólnych korzeni* i wiemy, że to właśnie one stanowią o jakości – najpierw roślin, potem właściwie wszystkiego, a więc i naszej. Bo *jaki jest u drzewa korzeń, taki owoc na nim rośnie* (to Piotr Skarga), *jaki korzeń, taka nać, taka córka, jaka mać*, i w ogóle *korzeń dobrej sławy jest cnota*. To wszystko odnosi się do nas, ludzi, ale pewnie na równi i do wielu innych rzeczy oraz spraw, zwłaszcza jeśli patrzymy (a najczęściej patrzymy) na świat przyczynowo.

I w nas samych są *korzenie*, w naszym ciele – bo *korzenie* to sprawa nie tylko ducha. I te *korzenie* także są metaforyczne, choć im akurat przypisujemy intuicyjnie jakiś bardziej realny, konkretny wymiar. *Czerwienimy się do korzeni włosów*, *wyrywamy zęby z korzeniami*, ból *sięga korzeni nerwów*. A i na to, co jeszcze bardziej eufemistycznie bywa nazywane męskim członkiem, mówiono *korzeń* (dla równowagi dodajmy, że tak mówiono i na łechtaczkę). I może po trochu przez te odniesienia pochodzenie po mieczu było też nazywane *pochodzeniem po korzeniu*.

A dla naszego smaku, jakże ważnego zmysłu, a także, a nawet wcześniej, dla zdrowia istotne były i inne *korzenie*. Do dziś *rośliny korzeniowe* (marchew, pietruszka, seler i wiele innych) to podstawa pożywienia nie tylko wegetarian. A dawniej *korzenie* ziół dawały początek różnym czarodziejskim ingrediencjom, *aptekarskim wonnym korzeniom* przypisywano też wielką moc, a *korzenie* jako przyprawy dodawały potrawom nie tylko pikanterii. Nasi przodkowie jadali *pieprzno i korzenno* (popularne powiedzenie: *pieprzno i korzenno, moja mościa panno!*), *korzenni kupcy* (czyli *korzennicy*) prowadzili *korzenny handel* w *sklepach korzennych*, a były czasy, kiedy *korzenne przyprawy* były na wagę złota. Korzenie zajmowały tak istotne miejsce w życiu, że istniało nawet *prawo korzenne*. Ceniono *korzenne wina*, a *wódki korzenne* do dzisiaj mają wielu zwolenników. I nazwy te lecznicze i przyprawowe *korzenie* miały rozmaite w zależności od działania. Były zatem i *korzeń czarci*, czyli *diabelski*, i *wężowy*, i *dziewiczy*, i *wymiotowy*, i wiele innych.

Szukamy swoich korzeni, *sięgamy do* nich, *wracamy*, bo chcemy być *zakorzenieni*, a nie czuć się *wykorzenionymi*. A *powrót do korzeni* ma wiele wartości, w tym sentymentalną.

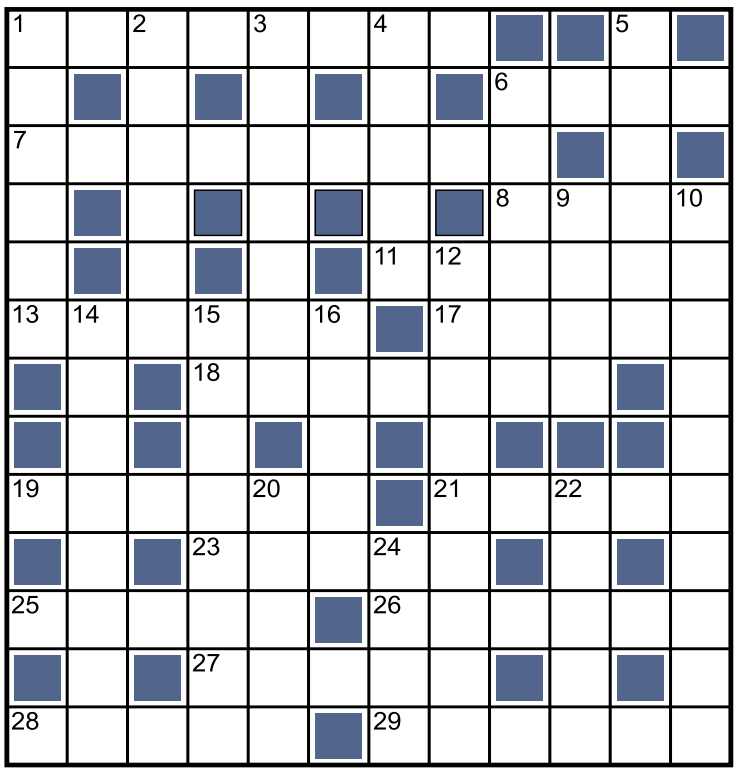
Nie wszystkie *korzenie* są smaczne. Pustelnicy żywiący się niemal symbolicznymi *korzonkami* nie dla przyjemności je spożywali, lecz często dla dodatkowego umartwienia – i przecież *jedzenie korzonków* kojarzy nam się ze skrajnym głodem. A jedną z sentencji, które miałem wpisane do pamiętnika (kiedyś taki był zwyczaj, że bliscy się do pamiętników czy też dzienniczków wpisywali), było: *korzeń nauki jest gorzki, ale owoc słodki*. Zapamiętałem na długo.

Fot. Agnieszka Łukaszewicz/dFoto

eprasa.pl 3a1b3655a0

PUZELAND

MAREK PENSZKO



WIEDZÓWKA

Poziomo:

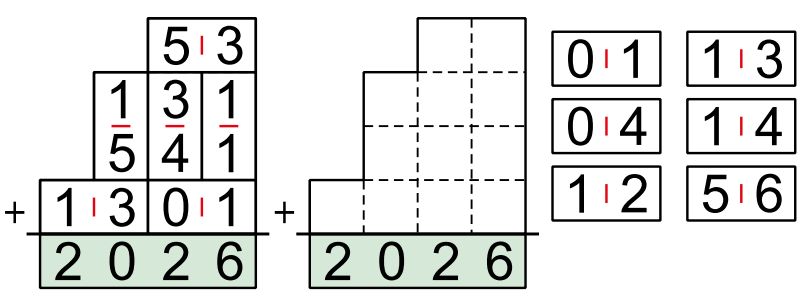
1) ratownicy na Świnicy
6) obywatel z Nowego Sadu
7) choroba kojarzona ze św. Witem
8) kierowca wyścigowy Schumacher, ale nie Michael i nie Ralf
11) niszczenie terenu przez siły natury
13) sękaty surowiec
17) Rudolf od krynickiego źródła
18) osiedle robotnic
19) cyganeria
21) „fabryka" torfu
23) malutkie ssaki jak przeprosinki
25) dziczy ryj
26) krwiopijca z horroru
27) Juliusz, który zreformował kalendarz
28) z Rotterdamu lub Ciołek
29) szał fal

Pionowo:

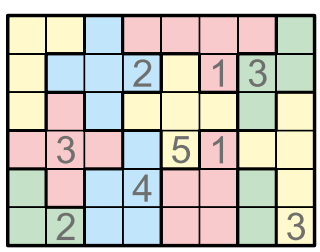
1) prędki w cętki
2) wspina się pędem
3) z gliny do grania
4) państwo bardzo długie i wąskie
5) rzymski tercet pełen wdzięku i radości
6) uk i nic więcej
9) jeśli wyższa, to Senat RP
10) wykres sercem pisany
12) artysta pomnikowy
14) z cynglem i bębenkiem
15) ...owczy – bezskrzydła pasożytnicza muchówka
16) imię autora powieści „Portret Doriana Graya"
20) „tłumacz" sygnału internetowego
22) tuż nad nim Mysia Wieża
24) lakmus się w nim rumieni

DODAMINO

Na lewej części rysunku sześć kamieni domina tworzy cztery składniki dodawania z tegoroczną sumą (53+131+541+1301=2026). Dodawanie o takim samym kształcie i z taką samą sumą należy utworzyć z sześciu kamieni na prawej części rysunku, zachowując podstawową cechę czterech składników: wszystkie powinny być liczbami pierwszymi. Oczywiście kamienie wolno obracać, a niektóre nawet należy.



Rys. Marek Penszko



RÓŻNE SĄSIADKI

We wszystkich polach diagramu powinny się znaleźć cyfry rozmieszczone tak, aby:
– do każdego kolorowego wielokąta złożonego z k pól trafiło k różnych cyfr od 1 do k;
– dwie jednakowe cyfry nigdzie nie znalazły się w sąsiednich kratkach (mających wspólny bok lub tylko róg). Niektóre cyfry są już na swoich miejscach.

Rozwiązania w następnym numerze.

eprasa.pl 3a1b3655a0

WIEDZA I ŻYCIE
TWOJE PISMO O NAUCE

nr 1103 ukazuje się od 1910 roku
regularne wydania od 1926 roku

www.wiz.pl

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

Redakcja „Wiedzy i Życia"
e-mail: wiedzaizycie@wiz.pl
Redaktor naczelna
OLGA ORZYŁOWSKA-ŚLIWIŃSKA
e-mail: o.orzylowska@wiz.pl
Sekretarz redakcji
GRAŻYNA NAWROCKA
Redaktor
RENATA BUBROWIECKA
Opracowanie graficzne i łamanie
KRZYSZTOF SZCZYGIELSKI
Projekt okładki
KRZYSZTOF SZCZYGIELSKI
Fotoedycja
MARCIN KAPICA
Korekta
GRAŻYNA NAWROCKA
Współpracownicy
PRZEMEK BERG, JERZY BRALCZYK, MIROSŁAW DWORNICZAK, ANDRZEJ HOŁDYS, JUSTYNA JOŃCA, KATARZYNA KORNICKA-GARBOWSKA, KAMIL NADOLSKI, EWA NIECKUŁA, KRZYSZTOF SZYMBORSKI, WERONIKA ŚLIWA, PAWEŁ WALEWSKI
Rada Naukowa
Prof. dr hab. EWA BARTNIK
Prof. dr hab. MAREK DEMIAŃSKI
Prof. dr hab. MICHAŁ KLEIBER
Prof. dr hab. ANDRZEJ KAJETAN WRÓBLEWSKI
Wydawca
POLITYKA Sp. z o.o. SKA
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa
tel. 22 451 61 33/34
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl
Prezes zarządu
JERZY BACZYŃSKI
Dyrektor wydawniczy
PIOTR ZMELONEK
tel. 22 451 61 33/34
Biuro reklamy, kampanii i projektów specjalnych
IZABELA KOWALCZYK-DUDEK, Dyrektor
tel. 22 451 61 45,
e-mail: reklama@polityka.pl
Dział Dystrybucji
MARCIN PAŚNICKI, kierownik
e-mail: dystrybucja@polityka.pl
Kontakt w sprawie bezpieczeństwa produktu
e-mail: gpsr@polityka.pl
Druk
P/mint House of Print Sp. z o.o. P/mint
Copyright © POLITYKA Sp. z o.o. SKA 2026
Wszelkie prawa zastrzeżone
Przedruki po uzyskaniu zgody Wydawcy.
Kontakt: Justyna Sadowska
tel. 22 451 61 50
e-mail: przedruki@polityka.pl

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.

Nakład Kontrolowany NAKŁAD KONTROLOWANY

Listy czytelników

Szanowna Redakcjo
Jako wierny czytelnik „WiŻ" od czasu druku pisma w małym formacie (któż to jeszcze pamięta?!) chciałbym, aby popularyzacja wiedzy była zawsze dopięta na ostatni guzik, tymczasem do sygnału „Napić się z kurtki" (w numerze 8/2026) wkradła się jawna niezgodność z prawami fizyki. Autor pisze, że hydrożelowe włókna pochłaniają parę wodną z otoczenia i odprowadzają ją do modułów. „Tam pod wpływem ciepła, choćby promieni słonecznych, para skrapla się, tworząc wodę zdatną do picia". Otóż zgodnie z prawami fizyki podgrzewanie modułów jedynie bardziej oddaliłoby parę wodną od stanu skraplania. Moim zdaniem podgrzewać należy włókna hydrożelowe, a moduły powinny być chłodniejsze, wtedy osiągniemy pożądany efekt skraplania pary, by uzyskać płynną wodę.

POZDRAWIAM
TADEUSZ WÓJCICKI

Szanowny Czytelniku
Ma Pan rację. Niezbyt zgrabnie to opisaliśmy. Powinno być tak: Tkanina hydrożelowa pochłania wilgoć z powietrza, a następnie uwalnia ją pod wpływem ciepła słonecznego, dzięki czemu woda może w kolejnym kroku ulec skropleniu i zebraniu.

REDAKCJA

Podziękowania
Serdecznie dziękujemy Panu Szymonowi Knitterowi za wszelkie merytoryczne uwagi do zadań umieszczonych w Puzelandzie. Cieszymy się, że jest Pan dociekliwym miłośnikiem tego działu.

REDAKCJA

KONIEC Z OŁOWIANYM ŚRUTEM W CAŁEJ UNII EUROPEJSKIEJ?

Parlament Europejski właśnie zagłosował za dalszymi pracami nad zakazem stosowania śrutu ołowianego, kończąc wieloletnią debatę nad jednym z najbardziej uporczywych źródeł zanieczyszczenia chemicznego w Europie. Ze względu na swoją wyjątkową toksyczność ołów został już dawno wyeliminowany z paliw, farb i rur. Mimo to każdego roku na terenie Unii Europejskiej rozprasza się ponad 44 tys. t ołowiu w wyniku aktywności myśliwych, strzelców sportowych i wędkarzy. Podczas strzału z broni śrutowej uwalnianych jest od kilkudziesięciu do kilkuset ołowianych kulek, które rozprzestrzeniają się na dużym obszarze. Nie da się ich skutecznie zebrać, a z czasem przenikają do gleby i wód, powodując ich zanieczyszczenie. Głosowanie, które odbyło się 8 października 2026 r., stanowi zdecydowany krok w kierunku zakazu używania go w nabojach.
Po wejściu w życie nowe przepisy zakażą stosowania śrutu ołowianego na wszystkich obszarach, nie tylko na obszarach wodno-błotnych i 100 m od nich (zgodnie z obecnym prawem), a także w strzelectwie sportowym. Przewidziano siedmioletni okres przejściowy. Ograniczenia będą obowiązywać w całej Unii Europejskiej, Europejskim Obszarze Gospodarczym oraz Irlandii Północnej. Nowe przepisy rozszerzą ochronę wynikającą z zakazu stosowania śrutu ołowianego na obszarach wodno-błotnych, obowiązującego we wszystkich 27 państwach członkowskich UE od 15 lutego 2023 r., na pozostałe obszary. Stanowią również kontynuację działań Parlamentu Europejskiego, który na początku tego lata zagłosował za ograniczeniem stosowania ołowiu w sprzęcie wędkarskim.
Zanieczyszczenie ołowiem zagraża co najmniej 92 gatunkom ptaków i powoduje śmierć około miliona osobników rocznie. Dzięki nowym ograniczeniom ochroną zostanie objętych 135 mln ptaków zagrożonych zatruciem. Wiele ptaków połyka drobne kamyki – gastrolity – które pomagają im rozcierać pokarm w żołądku, a ołowiane śruciny mogą zostać pomylone z takimi kamykami. Do zatrucia ptaka może wystarczyć jedna kulka śrutu.
Naukowcy od ponad 30 lat wiedzą, że ołów jest wysoce toksyczny dla zwierząt i ludzi, a bezpieczny poziom narażenia na tę substancję nie istnieje. BirdLife wraz z organizacjami partnerskimi z całej Europy od wielu lat zabiega o wprowadzenie kompleksowego zakazu stosowania ołowiu. Działania te obejmowały gromadzenie dowodów naukowych, opowiadanie się za odpowiednimi rozwiązaniami prawnymi oraz kampanie społeczne, w tym kampanię #BanLeadNow i petycję podpisaną przez ponad 60 tys. osób.

OTOP

Zapraszamy **do pisania listów** na adres **wiedzaizycie@wiz.pl**

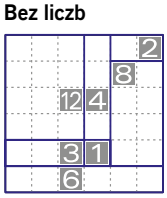
ROZWIĄZANIA ZADAŃ Z PAŹDZIERNIKOWEGO PUZELANDU

VIP-y do loży. Kibice drużyny A mogą zająć miejsca: (1,2,3,4), (1,2,5,6), (1,2,7,8), (3,4,5,6), (3,4,7,8), (5,6,7,8), a każde z tych czwórek miejsc na 24 sposoby. Podobnie wygląda zajmowanie miejsc przez kibiców drużyny B. Zatem ogólna liczba sposobów zajęcia miejsc wynosi $6 \times 24 \times 24 = 3456$.

Po królewsku

R	O	L	I
Z	P	S	T
E	C	E	A	K

Bez liczb



Rys. Marek Penszko

Numer grudniowy „Wiedzy i Życia" trafi do kiosków 25 listopada 2026 r.

eprasa.pl 3a1b3655a0

PRENUMERATA „WIEDZY I ŻYCIA”

Prenumeruj druk



KUP TERAZ

Prenumerata roczna
180 zł

Prenumerata półroczna
100 zł

Klasyczne, papierowe wydanie „Wiedzy i Życia” 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
299 zł

Prenumerata półroczna
169 zł

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

Prenumeruj w pakiecie ze „Światem Nauki”



KUP TERAZ

Prenumerata roczna
339 zł

Prenumerata półroczna
189 zł

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

Darmowa dostawa
co miesiąc pod wskazany adres

Gwarancja
stałej ceny

MASZ PYTANIA? **prenumerata@wiz.pl**

sklep.polityka.pl

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

eprasa.pl 3a1b3655a0

Politechnika Wrocławska

NOC POLITECHNIKI

20.11.2026

WYKŁADY

LABORATORIA

WARSZTATY

WSTĘP WOLNY



Wiedza nie śpi

Poznaj odkrycia i technologie, które zmieniają świat. Wykłady, pokazy, warsztaty i spotkania z naukowcami. Przyjdź i zobacz, co kryje się za drzwiami naszych laboratoriów!

WIĘCEJ NA: PWR.EDU.PL/NOC-POLITECHNIKI

eprasa.pl 3a1b3655a0