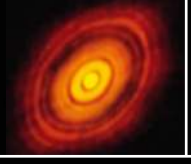
TWOJE pismo o nauce

NEURONY PIĘKNYCH MIEJSC

DYSKI RODZĄCE PLANETY



KRÓLIK KONTRA ZAJĄC

wiedza i życie

SIERPIEŃ 2026 nr 8 (1100)
CENA 15,99 ZŁ (w tym 8% VAT)
projektpulsar.pl
ukazuje się od 100 lat

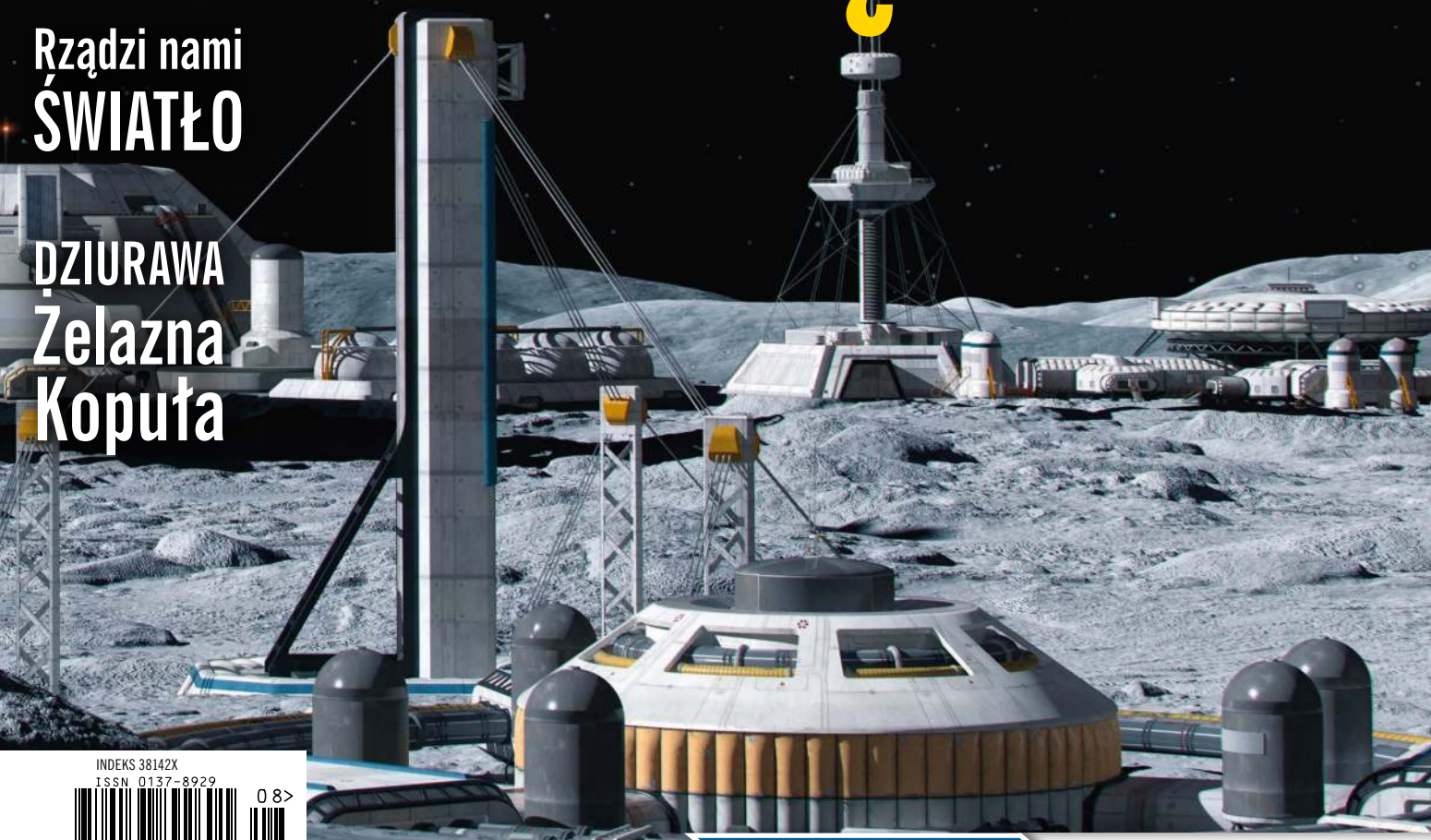
Pływające zwierzęta LĄDOWE

Detektyw przy MIKROSKOPIE

Rządzi nami ŚWIATŁO

DZIURAWA Żelazna Kopuła

BAZA NA KSIĘŻYCU



INDEKS 38142X
ISSN 0137-8929
9 770137 892601 08>
Wydanie w sprzedaży do 25.08.2026

PRZYDATNE W SZKOLE

NIEZWYKŁE KWASY

eprasa.pl c3c78c8cb5

Pulsar – serwis popularnonaukowy POLITYKI

POPULARYZATOR NAUKI 2024 i 2025

projektpulsar.pl

Wszystko, co warto wiedzieć o nauce:

- **naukowe newsy** – najważniejsze odkrycia, najnowsze wyniki badań
- artykuły naukowe z bieżących wydań **„Polityki”**
- aktualne wydania **„Wiedzy i Życia”** – pisma, które od ponad 100 lat przybliża zdobycze nauki i techniki
- aktualne wydania **„Świata Nauki”** – polskiej edycji renomowanego pisma „Scientific American”
- bogate **archiwum tekstów** najlepszych dziennikarzy naukowych oraz ekspertów i badaczy w swoich specjalizacjach

...i jeszcze więcej:

- recenzje najgorętszych książek popularnonaukowych
- cotygodniowy newsletter Pulsara
- podkasty **„Pulsar nadaje”** – już ponad 170 rozmów z najciekawszymi polskimi naukowcami

PAWEŁ SIKORSKI:
Wirusy celowo zakładają czapki

DOROTA ROSIŃSKA, MAREK SZCZEPAŃCZYK:
Chcemy sięgnąć początków Wszechświata

KATARZYNA SZNAJD-WERON:
O ruchach ciał społecznych

Zaprenumeruj nas:
projektpulsar.pl

eprasa.pl c3c78c8db5

SIERPIEŃ 2026

w numerze

16

MEDYCYNA

NIEWIDZIALNI SPECJALIŚCI

Paweł Walewski

Patolodzy i genetycy przejmują władzę nad współczesną medycyną. Jak na tym skorzystamy?

50

FIZJOLOGIA

POD PRESJĄ ŚWIATŁA

Ewa Nieckuła

Funkcjonowanie wbrew zegarowi biologicznemu miewa przykre konsekwencje. Czy w przyszłości chronotyp znajdzie się wśród obowiązkowych danych zdrowotnych jak grupa krwi?

56

EKSPLORACJA KOSMOSU

BAZA Z WIDOKIEM NA ZIEMIĘ

Kamil Nadolski

Powrót na Księżyc przestał być misją wyłącznie prestiżową. W planach NASA, ESA, Chin, Rosji i firm prywatnych nasz satelita staje się poligonem technologii mających umożliwić długotrwałe życie poza Ziemią.

Obalamy mity
CZY WARTO JEŚĆ GRZYBY, CHOĆ WSZYSCY PRZED NIMI OSTRZEGAJĄ?
Paweł Walewski 2

Rozmyślania za Wielką Wodą
NATURA POTRAFI
Krzysztof Szymborski 3

Sygnały 4

Inne spojrzenie
OSZAŁAMIAJĄCE ORGANY
Olga Orzyłowska-Śliwińska 12

temat miesiąca

Medycyna
NIEWIDZIALNI SPECJALIŚCI
Paweł Walewski 16

Zoologia
JAK RYBA W WODZIE
Radosław Kożuszek 24

Chemia
NIEZWYKŁE KWASY
Mirosław Dworniczak 32

Teriologia
MIĘDZY NORĄ A STEPEM
Katarzyna Kornicka-Garbowska 38

Kosmos
ZOBACZYĆ NIEWIDZIALNE
Przemek Berg 46

Fizjologia
POD PRESJĄ ŚWIATŁA
Ewa Nieckuła 50

Eksploracja kosmosu
BAZA Z WIDOKIEM NA ZIEMIĘ
Kamil Nadolski 56

Psychologia
NEURONY PIĘKNYCH MIEJSC
Andrzej Hołdys 64

Wojskowość
DZIURAWA ŻELAZNA KOPUŁA
Konrad M. Szelest 68

Nowinki techniczne 72

Laboratorium
DAM CI CYNK
Paweł Jedynak 74

Głowa do góry
NA ZAĆMIENIE!
Weronika Śliwa 76

Na końcu języka
RYBA
Jerzy Bralczyk 78

Trening umysłu
PUZELAND
Marek Penszko 79

Listy czytelników 80

Fot. Shutterstock (2), ESA/Foster+Partners
Okładka: Fot. Shutterstock (3), ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

eprasa.pl c3c78c8db5

Drodzy Czytelnicy!

CHRONOTYP decyduje o tym, w jakich godzinach jesteśmy najbardziej aktywni, a w tym względzie różnimy się tak jak wzrostem, kolorem oczu czy osobowością. Wraz z upływem lat chronotyp nam się zmienia. Jako małe dzieci – ku udręce notorycznie niewysypiających się rodziców – jesteśmy ekstremalnie rannymi ptaszkami. Potem powoli z tego wyrastamy, stając się w mniejszym lub większym stopniu sowami. Z kolei po osiągnięciu dojrzałości ewoluujemy w stronę znów nieco wcześniejszego, już dorosłego indywidualnego rytmu, który będzie zarządzał naszą fizjologią, zachowaniami, możliwościami intelektualnymi. Najpóźniejszy chronotyp mamy jako nastolatki (w tym okresie środek cyklu snu może wypadać nawet o 4:30). W przypadku kobiet jego maksimum stwierdzane jest w wieku 19 lat, u mężczyzn – 21 lat. Od chronotypu zależy, czy ktoś jest sową, czy skowronkiem. Co stało za powstaniem tak skrajnych wzorców aktywności? Jakie konsekwencje niesie ze sobą zaburzenie naszego wewnętrznego zegara? Czym są geny zegarowe? Jak wpływa na nas zanieczyszczenie miast światłem (s. 50)?

W numerze piszemy też, gdzie najlepiej zbudować bazę na Księżycu, skąd wziąć tam wodę i prąd, jak zabezpieczyć się przed promieniowaniem kosmicznym, skrajnymi temperaturami i pyłem regolitowym. Księżyc ma stać się poligonem, gdzie będzie można sprawdzić, czy człowiek potrafi żyć, pracować, budować, naprawiać sprzęt i prowadzić badania poza Ziemią dłużej niż przez kilka dni (s. 56). Warto poczytać o pracy patomorfologów i genetyków molekularnych. To niewidzialni bohaterowie współczesnej walki z nowotworami. Pacjenci na co dzień nie mają okazji ich spotkać, a zawdzięczają im sporo: od szczegółowego rozpoznania choroby po diagnozę mającą wpływ na resztę życia (s. 16). A dla miłośników zwierząt mamy dwa artykuły: o dobrze pływających gatunkach lądowych (s. 24) oraz o różnicach między królikami a zającami (s. 38).

Redaktor naczelna dr n. biol. Olga Orzyłowska-Śliwińska

Obalamy **mity**

Czy warto jeść grzyby, choć wszyscy przed nimi ostrzegają?

PRZEZ pokolenia powtarzano, że leśne grzyby to kulinarny kaprys. Ciężkostrawne, pozbawione wartości odżywczych, dobre dla podniebienia, lecz bezużyteczne dla organizmu. W starożytności, kiedy ludzie nie mogli wytłumaczyć sobie ich pochodzenia, wymyślono, że aniołowie posiali rośliny, a grzyby na Ziemię sprowadził szatan. Fakt, że grzybnia rozwija się pod ziemią, dodawał im tajemniczości. Dziś wiadomo, że są wartościowe nie tylko jako surowce lecznicze (shiitake, boczniaki), ale też ze względu na walory dietetyczne.

Taka kurka jest lepszym źródłem betakarotenu niż marchewka, która monopolizuje opowieści o prowitaminie A. Szlachetne borowiki kryją w sobie więcej selenu niż wychwalane przez dietetyków orzechy. Borowiki, gąski oraz kanie to istne bomby tryptofanu, fenyloalaniny i serotoniny – związków istotnych w funkcjonowaniu układu nerwowego i polecanych osobom ograniczającym spożycie mięsa. Oczywiście nikt rozsądny nie będzie twierdził, że kosz prawdziwków zastąpi stek, ale pod względem zawartości cennych aminokwasów grzyby mogą być interesującym uzupełnieniem diety wegetariańskiej, podobnie jak soja czy tofu.

Z kolei w zwykłych pieczarkach odnajdziemy ergotioneinę, która decyduje o prozdrowotnej sławie modnych kiełków roślinnych, tyle że w grzybach występuje ona w nieporównanie większych stężeniach. W gruncie rzeczy wszystkie grzyby jadalne są źródłem antyoksydantów, witamin, biopierwiastków i polisacharydów. Polisacharydy z grzybów jadalnych podczas gotowania przedostają się do wody, a ich obecność w potrawie łatwo poznać po tym, że zupa grzybowa pieni się i kipi. Związki te zasługują na szczególną uwagę, ponieważ wykazują właściwości immunostymulujące i przeciwnowotworowe. Ich doskonałym źródłem są maślaki. To pokrywający kapelusze lepki śluz, który wielu grzybiarzy zdziera przed gotowaniem, zawiera właśnie związki uznawane za najcenniejsze. Należy jednak podkreślić, że obserwowane efekty pochodzą głównie z badań przedklinicznych (na zwierzętach i hodowlach komórkowych), a grzyby nie mogą być traktowane jako środek leczniczy w terapii raka.

Jak wiadomo, nie każdy grzyb trafiający do koszyka jest bezpieczny. Doskonałym tego przykładem jest olszówka, która przez lata uchodziła za grzyb jadalny, dopóki medycyna nie przyjrzała się bliżej jej podstępnemu wpływowi na ludzkie erytrocyty. Spożywanie olszówek może bowiem – i to nawet po latach bezobjawowego jedzenia – uruchomić w organizmie lawinę zwaną zespołem Paxillusa. Układ odpornościowy, do tej pory uśpiony, nagle zaczyna traktować własne krwinki czerwone jak śmiertelnego wroga i bezlitośnie je niszczy. Efekt: gwałtowna hemoliza i niewydolność nerek.

Zamiast więc drżeć przed każdym kapeluszem w obawie przed rewolucją żołądkową, warto po prostu zbierać je z głową. Grzyby to nie bezwartościowy zapychacz, ale pełnoprawna biologiczna arystokracja. Pod warunkiem że wiemy, co trafia na talerz.

Paweł Walewski

Fot. Adrianna Śliwińska

eprasa.pl c3c78c8db5

KRZYSZTOF SZYMBORSKI

Natura potrafi

ROZMNAŻANIE płciowe ma rozmaite, mniej lub bardziej oczywiste zalety, szczególnie gdy dotyczy tak skomplikowanych ssaków jak *Homo sapiens sapiens*. Postępy naszej wiedzy biologicznej wskazują, że z ewolucyjnego punktu widzenia jest ono przystosowaniem pomagającym w unikaniu gromadzenia się w naszych organizmach szkodliwych mutacji, a także zapewniającym interesujące bogactwo genotypów, co wspiera selekcję najlepiej „przystosowanych", nie mówiąc już o tym, że czyni nasze życie ciekawszym. Mimo to, być może z braku absolutnej pewności, natura jak gdyby na wszelki wypadek eksperymentuje z innymi mechanizmami pozwalającymi na kontynuację istnienia biologicznych gatunków bez konieczności łączenia się w pary o odmiennym profilu płciowym. Niewiele zwierząt rozmnaża się okazjonalnie w sposób mniej konwencjonalny, zwykle sprowadzający się do tego, że samicy nie jest potrzebny samiec, a potomstwo otrzymuje część materiału genetycznego matki. Na przykład warany z Komodo (zwane też smokami z Komodo) wykluć się mogą z niezapłodnionych jaj, ale będą to tylko samce. Podobnie zjawisko stwierdzono u kobry królewskiej, której potomstwo jest wyłącznie płci męskiej. W innych przypadkach cały gatunek reprezentują wyłącznie samice, które sprowadzają na świat swoje kopie. Interesującym unikatowym gatunkiem jest molinezja meksykańska (*Poecilia formosa*), ryba żyjąca w Meksyku i południowym Teksasie, o której jeszcze wspomnę nieco później.

Sztucznym klonowaniem biolodzy zajmują się szczególnie intensywnie od czasu, gdy w 1996 r. szkoccy badacze stworzyli „sierocą" owieczkę Dolly, ale dalsze prace nad klonowaniem owiec zostały w dużej mierze zaniechane, bo nie zanosiło się na to, by ta metoda reprodukcji miała zrewolucjonizować hodowlę udomowionych zwierząt poprzez „powielanie" szczególnie korzystnie genetycznie wyposażonych osobników. Konwencjonalne metody okazały się lepsze. Lecz okoliczności naszej egzystencji coraz szybciej się zmieniają i przyszłość może przynieść wyzwania wymagające daleko idącej adaptacji. Sztuczna inteligencja stopniowo będzie eliminować potrzebę ludzkiej pracy, która przez wieki stanowiła sens i uzasadnienie istnienia mężczyzn. Ich rola w kontynuacji istnienia naszego gatunku jest, przyznać trzeba, drugorzędna i z czasem jeszcze bardziej straci na znaczeniu.

Zagadnieniem męskości zajął się zespół 22 uczonych z 13 krajów. Wyniki badań przeprowadzonych pod kierunkiem prof. Jeffa Hearna z brytyjskiego University of Huddersfield ukazały się w maju w czasopiśmie naukowym „Norma: International Journal for Masculinity Studies". Artykuł miał tytuł „Mężczyźni, męskość i los naszej planety pod koniec antropocenu" i zawierał wnioski, które przedstawiciele wspomnianej płci powinni uznać za alarmujące. Typowe męskie zachowanie stanowi zagrożenie dla ziemskiego środowiska i klimatu, gdyż statystycznie mężczyźni są bardziej oporni niż kobiety, jeśli chodzi o przechodzenie na wegetarianizm. Wprowadzają więc do atmosfery więcej dwutlenku węgla, spożywają więcej białka zwierzęcego, a ich ulubione zajęcia to łowienie ryb i polowanie. Dodam jeszcze, że częściej niż kobiety zajmują się polityką. Można by więc zapytać: czy świat bez mężczyzn nie byłby lepszy, zdrowszy i spokojniejszy? Nie będę próbował na to odpowiadać. Powrócę jedynie do molinezji meksykańskiej.

Molinezja meksykańska

Angielska nazwa tej rybki – *Amazon molly* – odwołuje się do mitycznych Amazonek, które jakoby radziły sobie zupełnie dobrze bez mężczyzn, gdyż wszystkie osobniki *Poecilia formosa* są samicami. Lecz w ich życiu pewną, może nieco marginalną, rolę odgrywają samce innych, zbliżonych gatunków. Badacz molinezji, monachijski uczony Edward Stallknecht Ricemeyer, który odkrył mechanizm pozwalający im klonować się bez akumulacji złych mutacji, posługuje się w opisie ich zachowania pojęciem gynogenezy. Przed złożeniem ikry molinezje odbywają symboliczny stosunek z gatunkowo obcym samcem i akt ten inicjuje tarło. Ale DNA pochodzące ze spermy samca nie zostaje przekazane potomstwu. Składa się ono z klonów, a szkodliwe mutacje są eliminowane przez szczególnie skuteczny system ochronny matki. Można by więc uznać w przyszłości mężczyzn za spokrewniony gatunek i tak zupełnie ich nie eliminować...

Fot. Alamy/Indigo

eprasa.pl c3c78c8db5

Rekonstrukcja wschodniej części basenu Morza Śródziemnego podczas tzw. kryzysu messyńskiego, gdy akwen wysechł na ponad pół miliona lat.

POTAMOLOGIA

NARODZINY EUFRATU

Pięć mln lat temu we wschodniej części niemal wyschniętego Morza Śródziemnego kończyły bieg dwie potężne rzeki. Z czasem zmieniły swój nurt, a potem połączyły się, dając początek Eufratowi.

Gdy ok. 5,4 mln lat temu Morze Śródziemne niemal całkowicie wyschło podczas tzw. kryzysu messyńskiego, dwie nieistniejące już rzeki, nazwane przez geologów Paleo-Karasu i Paleo-Murat, przecinały obszar dzisiejszej Turcji i Syrii, uchodząc do wschodniej części tego akwenu. Zespół geologów pod kierunkiem Andrew Madofa z firmy Chevron odtworzył ich bieg na podstawie obrazów sejsmicznych, rozmieszczenia dawnych osadów oraz modeli transportu rzecznego. Wyniki badań opublikowano w „Nature Geoscience".

W ciągu kolejnych milionów lat krajobraz Bliskiego Wschodu zaczął się zmieniać za sprawą ruchów tektonicznych. Wypiętrzanie Anatolii i aktywność uskoków doprowadziły do zmiany nurtu obu rzek. Ok. 3,6 mln lat temu Paleo-Murat został odcięty od Morza Śródziemnego i skierowany na południowy wschód. Niespełna milion lat później dołączył do niego Paleo-Karasu. Ostatecznie ok. 1,6 mln lat temu uformował się współczesny Eufrat, który popłynął do Zatoki Perskiej, połączonej z Oceanem Indyjskim.

Współczesna rzeka zachowała ślady dawnych tras swoich poprzedniczek. Ich przebieg udało się odtworzyć także dzięki temu, że dzisiejszy Eufrat w wielu miejscach płynie dolinami wyżłobionymi jeszcze przez Paleo-Karasu i Paleo-Murat. To właśnie tektoniczna przebudowa tej sieci rzecznej stworzyła rozległą równinę aluwialną Żyznego Półksiężyca, który w znacznie bliższych nam czasach stał się jedną z kolebek cywilizacji. Samym narodzinom Eufratu mógł z kolei przyglądać się nasz przodek *Homo erectus*, który od pewnego czasu wędrował już po Eurazji. **(HOLD)**

eprasa.pl c3c78c8db5

CETOLOGIA

Dialekty kaszalotów

Czy są dowodem ewolucji kulturowej?

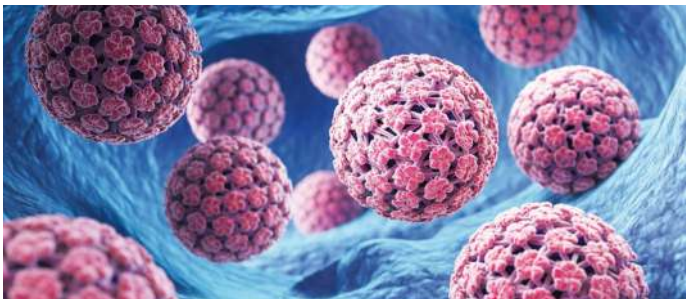
Kaszaloty spermacetowe słyną ze złożonego systemu komunikacji, składającego się z serii charakterystycznych kliknięć (tzw. kodów). Stanowią one rodzaj społecznej wizytówki – po wzorze kliknięć zwierzęta rozpoznają, że należą do tej samej grupy kulturowej, nazywanej klanem wokalnym. Co ciekawe, wcześniejsze badania wykazały, że krótkie serie kliknięć można porównać do składającego się z liter kodu, który stanowi rodzaj specyficznego alfabetu.

Teraz badacze z University of St Andrews i University of Bristol pod lupę wzięli kaszaloty zamieszkujące wschodnią i zachodnią część Morza Śródziemnego. Zasiedliły one tamtejsze wody najpewniej 20 tys. lat temu i obecnie stanowią izolowaną genetycznie populację (liczącą kilka tysięcy osobników), która nie ma kontaktu z żyjącymi w oceanie krewniakami. Do tej pory uważano, że kaszaloty te należą do tego samego klanu, a charakterystycznym dla niego sygnałem dźwiękowym są trzy kliknięcia, pauza i czwarte kliknięcie (tzw. wzór 3+1). W ramach niedawnych badań przeanalizowano olbrzymi zbiór danych wokalnych obejmujący ponad 5 tys. kodów. Nagrania zarejestrowano w latach 2003–2021.

Ku zaskoczeniu uczonych okazało się, że olbrzymie ssaki wykształciły dwie odrębne „kultury" posługujące się dwoma dialektami tego samego języka. Te z okolic Balearów emitują dźwięki w tradycyjny sposób, w wolnym tempie, dlatego są one słyszalne dla ludzi. Kaszaloty żyjące we wschodniej części Morza Śródziemnego (wzdłuż Rowu Helleńskiego, na południe od Krety) emitowały niezwykle szybką wersję tej samej kody, a jej analiza wymagała specjalistycznego sprzętu. Co ciekawe, czasami wracały do korzeni i posługiwały się typową wolną formą – innymi słowy, znały oba dialekty. To tak jak człowiek, który mówi gwarą, ale w razie potrzeby przechodzi na język ogólny. Nie wiadomo, co jest przyczyną powstania nowego dialektu i dlaczego pojawił się on u kaszalotów z Morza Śródziemnego. **(KKG)**

Fot. Nature Geoscience (2026), DOI: 10.1038/s41561-026-01962-x, Asociación Tursiops, Shutterstock

Grupa kaszalotów spermacetowych



Wizualizacja wyglądu wirusa HPV. Według szacunków zakażenie nim przejdzie ok. 80% aktywnych seksualnie osób.

ZDROWIE

Walka z HPV

Potwierdzono skuteczność szczepionki przeciw wirusowi brodawczaka ludzkiego.

Wirus brodawczaka ludzkiego (HPV, *human papillomavirus*) to niezwykle powszechny patogen przenoszony głównie drogą płciową. Infekcja najczęściej przebiega bezobjawowo, a organizm samodzielnie pozbywa się wirusa po roku lub dwóch. Problemy pojawiają się w przypadku tzw. typów wysokoonkogennych, zwłaszcza HPV-16 i 18, które przejmują kontrolę nad zainfekowanymi komórkami, prowadząc do rozwoju nowotworów – głównie szyjki macicy (czwarty najczęściej diagnozowany nowotwór u kobiet), ale też gardła, prącia czy odbytu. Szczęśliwie to jeden z nielicznych nowotworów, którego rozwojowi możemy zapobiec dzięki badaniom przesiewowym (wyłapują zmiany już na etapie przedrakowym) i szczepionce.

Niezwykłą skuteczność szczepionki potwierdziły niedawne analizy przeprowadzone przez badaczy z Queen Mary University of London. Przyjęcie jej we wczesnym okresie dojrzewania niemal w 100% zapobiega śmierci z powodu raka szyjki macicy przed ukończeniem 30. roku życia. Po raz pierwszy bowiem w historii w latach 2020–2024 w Anglii nie odnotowano ani jednego przypadku zgonu kobiety w wieku od 20 do 24 lat z powodu tej choroby. W tym kraju program szczepień ochronnych dla dziewczynek rozpoczęto niezwykle szybko, bo w 2008 r., czyli zaledwie dwa lata po tym, jak szczepionkę opracowano. W efekcie otrzymało ją ok. 90% dziewcząt. Od 2019 r. szczepieni są także chłopcy, co chroni ich przed rozwojem nowotworów i ogranicza rozprzestrzenianie wirusa.

Niestety, triumf nauki, szczepionki i systemu ochrony zdrowia przesłaniają statystyki z innych części świata, gdzie poziom wyszczepialności przeciwko HPV jest niski, a liczba zachorowań wciąż rośnie. W Polsce bezpłatne szczepienia (podaje się dwie dawki w odstępie 6–12 mies.) dziewczynek i chłopców rozpoczęto w 2023 r. Obecnie mogą skorzystać z nich dzieci w wieku od 9 do 14 lat. Lekarze biją na alarm i zachęcają do wzięcia udziału w programie, bo w naszym kraju co roku z powodu raka szyjki macicy umiera ok. 2 tys. kobiet, a zaszczepiono jedynie 22% młodych obywateli. Zgodnie z ideą Narodowej Strategii Onkologicznej Ministerstwo Zdrowia do 2028 r. ochroną przed HPV chce objąć 60% dzieci. Naukowcy podkreślają, że połączenie szczepień i badań cytologicznych może całkowicie położyć kres niebezpiecznemu nowotworowi. **(KKG)**

eprasa.pl c3c78c8db5

Donosy

Ze Skidmore College w USA donosi Krzysztof Szymborski

METEORY CELUJĄ W KANADĘ?

Może nie jest przypadkiem, że z ośmiu dużych jezior powstałych na skutek zderzenia meteorów z Ziemią cztery znajdują się w Kanadzie. Najbliżej zamieszkanych obszarów leżą jeziora Manicouagan (średnica 72 km, wiek – 214 mln lat), dalej na północ – Mistastin (średnica 16 km, wiek – 36 mln lat) oraz dwa zbiorniki Clearwater (średnica – 41,6 i 25,6 km, wiek – 460 mln i 286 mln lat). Początkowo sądzono, że Clearwater były efektem jednoczesnego trafienia przez dwa meteory, ponieważ ich wody są połączone.

DLACZEGO RUDZI PRZETRWALI?

Niespodzianą próbę odpowiedzi na to pytanie przyniosły niedawno przeprowadzone w Australii badania niewielkiego ptaszka o nazwie zeberka timorska. Posiadanie rudego owłosienia wiąże się z pewnym zdrowotnym ryzykiem, spowodowanym posiadaniem wariantu genu *MC1R*, który oznacza wyższą skłonność do raka skóry, zmienioną wrażliwość na ból i zaburzony metabolizm witaminy D. Dlaczego więc „ułomność" ta nie została wyeliminowana drogą ewolucji? Z badań zeberki (także posiadającej rudość w swej gamie kolorów) wynika, że negatywne skutki rudości są, przynajmniej w pewnej mierze, kompensowane przez zwiększoną odporność na uszkodzenia oksydacyjne różnych struktur komórkowych.

NAUKOWE PARZENIE KAWY

Pracujący w australijskim University of New South Wales kolumbijski badacz Francisco Trujillo postanowił udoskonalić metodę parzenia kawy (głównie zapewne kolumbijskiej). Twierdzi on, że opracowana przez niego procedura nie wymaga używania gorącej wody, zmniejsza zużycie energii o 75% i zapewnia kawę o wysokiej jakości smakowej. Do parzenia stosuje on ultradźwięki, a wykonują one swe zadanie dzięki akustycznej kawitacji. Nie wiadomo, kiedy wynalazek ten trafi do domów smakoszy dobrej kofeiny.

EWOLUCJA

Śmiech

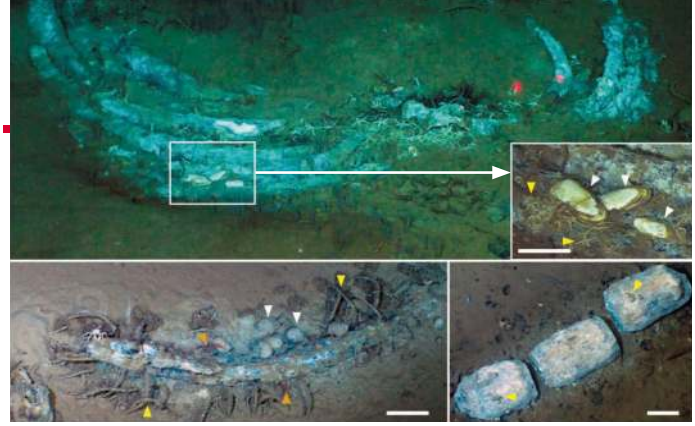
Jest starszy niż ludzie. Pojawił się już przed milionami lat.

Badania ewolucji mowy to niezwykle wymagające zadanie – w przeciwieństwie do kości dźwięki nie zostawiają śladów kopalnych, a złożony język występuje tylko u *Homo sapiens*. Narzędziem umożliwiającym prześledzenie przemian wokalnych u hominidów stał się zatem śmiech, który pojawił się na długo przed tym, nim opanowaliśmy mówienie. To żywy, słyszalny ślad pracy aparatu głosowego, który można nagrać oraz zmierzyć. Śmieją się nie tylko ludzie, ale i wszystkie małpy człekokształtne, choć w przeciwieństwie do nas nie robią tego wyłącznie na wydechu, ale także wdechu (dlatego ich śmiech brzmi nieco jak sapanie). Do tego wyzwalany jest automatycznie poprzez zabawę czy łaskotanie. Ludzie potrafią go kontrolować i zmieniać jego formę w zależności od sytuacji – inaczej śmiejemy się z żartów w gronie znajomych, podczas łaskotania czy w sytuacjach oficjalnych.

Nowe światło na ewolucję tej umiejętności rzucają badania przeprowadzone przez naukowców z University of Warwick (Anglia), których wyniki znajdziemy na łamach „Communications Biology". Przeanalizowali oni nagrania śmiechu czterech orangutanów, dwóch goryli, trzech bonobo, czterech szympansów i czterech osób (w wieku od 6 mies. do 7 lat) – w sumie 140 sekwencji, które zarejestrowano w czasie zabaw z opiekunami. Okazało się, że u wszystkich gatunków pojawił się ten sam motyw: równomiernie rozłożone rytmiczne interwały między kolejnymi dźwiękami. Według badaczy analogiczny wzorzec śmiechu był obecny u ich wspólnego przodka sprzed 15 mln lat i pozostał niemal niezmieniony u wszystkich współczesnych człekokształtnych (ludzki śmiech jest szybszy, bardziej zmienny). *Homo sapiens* oderwał wokalizację od biernego rytmu oddechu i zaczął nią świadomie sterować, a umiejętność ta leży u podstaw mowy. Kontrola nad głosem była zatem szlifowana znacznie dłużej, niż istnieje gatunek, który ostatecznie zamienił ją w mowę, bo 300 tys. lat to zaledwie 2% z 15-milionowej historii śmiechu. **(KKG)**

Śmiech małp człekokształtnych, m.in. szympansów i orangutanów (na zdj.), przypomina sapanie. Podobnie jak u ludzi wywołują go zabawa, łaskotki i próba nawiązania więzi społecznych.

eprasa.pl c3c78c8db5



Skamieniałe szczątki wielorybów to unikatowe stanowisko paleontologiczne, dające wgląd w funkcjonowanie morskich ekosystemów sprzed milionów lat.

ZOOLOGIA

Cmentarzysko wielorybów

Na dnie Oceanu Indyjskiego spoczywają szczątki sprzed milionów lat.

Odkrycia dokonano w ramach chińskiego programu Global Hadal Exploration, którego celem było zbadanie oceanicznych wód na głębokościach 6–11 tys. m. Pod lupę wzięto nieco ponadkilometrowy odcinek dna w obrębie tzw. strefy pęknięć Diamantiny, położonej na południowy zachód od Australii. Ekspedycję umożliwił specjalistyczny załogowy pojazd podwodny Fendouzhe, zaopatrzony w potężny system rozświetlający panujące w głębinach ciemności na odległość nawet kilkudziesięciu metrów. O szczegółach tego, co ujrzeli biolodzy morscy, dowiadujemy się z „Nature".

Na głębokości ok. 7 tys. m natrafiono na wystające z dennych osadów kości, a późniejsze zejścia (łącznie wykonano ich ponad 30) i dogłębniejsze analizy ujawniły skalę cmentarzyska. Łącznie odkryto 485 miejsc ze szczątkami – zarówno skamieniałymi, jak i współczesnymi (niedawno padłych zwierząt, m.in. płetwali antarktycznych). Robotyczne ramiona manipulacyjne łodzi podwodnej umożliwiły pobranie próbek, a późniejsze analizy izotopów strontu wykazały, że najstarsze ze skamielin liczyły ponad 5 mln lat. Większość szczątków tzw. wali dziobogłowych, które słyną z umiejętności nurkowania na niezwykle duże głębokości, należała do dwóch gatunków żyjących obecnie – wala nowozelandzkiego i dziobowala kagańcowego. Zidentyfikowano przedstawicieli wymarłych rodzajów *Pterocetus* i *Izikoziphius*. Odkryto też szczątki gatunku nieznanego wcześniej nauce, którego nazwano *Pterocetus diamantinae*. Na każdy kilometr kwadratowy cmentarzyska przypadało nawet 760 martwych wielorybów.

Najlepiej zachowały się wydłużone części pyska ssaków, tzw. rostrum, które z uwagi na dużą gęstość kostną są odporne na degradację i nie przyciągają organizmów żywiących się kośćmi martwych zwierząt (np. pierścienic z rodzaju *Osedax*). Skamieniałości pokryte były też tlenkami żelaza i manganu, które stanowiły skuteczną mineralną warstwę ochronną izolującą je od środowiska zewnętrznego. Badacze podkreślają, że lokalizacja cmentarzyska nie jest kwestią przypadku – strefa Diamantiny leży na obszarze migracji wielorybów, a jej charakterystyczne ukształtowanie w formie litery V sprawia, że ciała martwych osobników spadają wprost na dno oceanicznego rowu. Unikatowe stanowisko paleontologiczne to największy, najgłębszy i najstarszy cmentarz wielorybów, który z całą pewnością skrywa więcej biologicznych tajemnic. **(KKG)**

Fot. Marina Davila-Ross, IDSSE, NASA/ESA/CSA/Ralf Crawford (STScI)

KOSMOS

Przeżyć śmierć gwiazdy

Udało się to 5 mld lat temu planecie WD 1856b. Na koniec przytuliła się do białego karła.

Kosmos to skarbnica osobliwych obiektów. Międzynarodowy zespół astronomów wziął pod lupę planetę WD 1856b, znajdującą się w odległości ok. 80 l.św. od Ziemi, w gwiazdozbiorze Smoka. Dzięki Teleskopowi Kosmicznemu Jamesa Webba ustalono, że jej wiek wynosi mniej więcej 10 mld lat. Dalsze obserwacje wykazały, że WD 1856b od dawna jest sierotą – jej macierzysta gwiazda przestała istnieć 5 mld lat temu. Najpierw zmieniła się w czerwonego olbrzyma, a potem w białego karła o rozmiarach Ziemi. Ponieważ w takich ciałach niebieskich nie zachodzą już reakcje jądrowe, nie są one typowymi gwiazdami, choć wciąż mają olbrzymią masę, są rozgrzane do bardzo wysokich temperatur i emitują promieniowanie widzialne.

Mimo iż o białych karłach wiemy już całkiem sporo, krążące wokół nich planety wciąż pozostają zagadką. Intrygują naukowców także dlatego, że za kilka miliardów lat podobny los może spotkać nasz Układ Słoneczny. Co z niego pozostanie, gdy Słońce przestanie być klasyczną gwiazdą i przeobrazi się w białego karła, który będzie gasł przez kolejne miliardy lat? Takie pytanie zadali sobie autorzy badań, przystępując do analizy danych z Teleskopu Webba dotyczących planety WD 1856b. Ma ona masę co najmniej pięć razy większą od Jowisza i okrąża białego karła w odległości zaledwie 3 mln km. Dla porównania Ziemia jest oddalona od Słońca o 150 mln km, a Merkury – o 58 mln km.

Badacze ustalili (wyniki ich analiz można prześledzić w „Nature"), że WD 1856b ma gorącą, nieprzeniknioną atmosferę o temperaturze ok. 120°C, złożoną z metanu i aerozoli. Według nich początkowo planeta znajdowała się daleko od swojej macierzystej gwiazdy, dzięki czemu ocalała, gdy ta spuchła, przemieniając się w czerwonego olbrzyma. A gdy dobiegła końca druga metamorfoza, podczas której czerwonego olbrzyma zastąpił biały karzeł, planeta zaczęła się do niego zbliżać i ogrzała się, jakby łaknęła kontaktu i ciepła. Do tego otoczyła się welonem nieprzeniknionych chmur. **(HOLD)**

Na pierwszym planie planeta WD 1856b, znacznie większa od białego karła, którego okrąża (wizja artystyczna).

eprasa.pl c3c78c8db5

Donosy

ZAGROŻONA AMBYSTOMA

Aksolotl (zwany też ambystomą meksykańską) stanowi gatunek niezwykle interesujący dla nauki (był on m.in. obiektem ważnych analiz polskiej badaczki z Uniwersytetu Jagiellońskiego Laury Kaufman), gdyż stanowi rzadki przypadek neotenii, czyli pozostawania przez całe życie w postaci larwalnej. Płaz ten w szczególności odznacza się niezwykłą zdolnością do regeneracji uszkodzonego mózgu, odnóży, a nawet serca. Niestety, pomimo tych zdolności jego przetrwanie w naturze jest zagrożone z powodu wzrastającego zanieczyszczenia mokradła Xochimilco, które jest jego meksykańskim domem.

CO WIDZIELI MNISI?

W czerwcu 1178 r. pięciu angielskich mnichów dostrzegło, jak twierdzą, gwałtowny wybuch na powierzchni Księżyca i starannie zanotowało miejsce, w jakim nastąpił. Miejsce to, nazwane później Kraterem Giordana Bruna, ma średnicę 22 km i w 1976 r. stało się przedmiotem zainteresowania geologów, którzy po przeprowadzeniu wnikliwej analizy zdjęć powierzchni Srebrnego Globu doszli do wniosku, że ok. 1000 lat temu uderzyła w niego asteroida, wyzwalając energię odpowiadającą eksplozji 100 tys. bomb atomowych.

PŁODNE KROWY

W 1871 r. francuski osiedleniec żyjący na wysepce Amsterdam na Oceanie Indyjskim opuścił swą farmę, pozostawiając na niej 5 krów i byka. Po ponad 100 latach naukowcy znaleźli tam stado zdziczałych krów, liczące ok. 2 tys. głów. Zwierzęta z powodzeniem przystosowały się do trudnych warunków życia, szybko pozbywając się szkodliwych mutacji. Francuzi zdecydowali się zlikwidować całe stado, gdyż mogłoby zdewastować wyspę.

NIEPRZYTULNA PLANETA

Odległa od nas o 63 l.św. odkryta niedawno planeta HD 189733b może być jedną z najbardziej niegościnnych znanych egzoplanet. Na tym niebieskim obiekcie rok trwa 2 ziemskie dni, z nieba pada szklany deszcz, a wiatry osiągają ponaddźwiękową prędkość 7 tys. km/h. Temperatura jej powierzchni wynosi 930°C. Może jednak nasza Ziemia nie jest taka zła…

Krajobraz kratonu Pilbara w zachodniej Australii. Odnaleziono tu ślady po najstarszym kraterze impaktowym.

GEOLOGIA

Najstarsza blizna Ziemi

Krater meteorytowy odkryty w północno-zachodniej Australii liczy ok. 3 mld lat i jest najstarszą znaną strukturą uderzeniową.

Nasza aktywna geologicznie planeta nieustannie odnawia swoje oblicze. Dlatego zachowało się na niej niewiele prastarych fragmentów lądów, które nie pogrążyły się i nie przetopiły we wnętrzu globu. Takie matuzalemy geolodzy nazywają kratonami. Jednym z nich jest kraton Pilbara na północno-zachodnim skraju Australii. Na powierzchnię wychodzą tu skały liczące nawet 3,8 mld lat. To właśnie tutaj odnaleziono ślady działalności żywych organizmów sprzed 3,48 mld lat. Tu również zidentyfikowano ostatnio strukturę impaktową, której wiek oszacowano na 3,024 mld lat. Wyniki badań opublikowano w „Geology".

Odkrycia dokonano wśród wychodni skalnych, nazwanych przewrotnie przez geologów North Pole Dome, czyli Kopułą Bieguna Północnego. Naukowcy od lat wracają w tę okolicę. Regularne ekspedycje z udziałem studentów odbywających tu praktyki terenowe organizują geolodzy z Curtin University w Perth. To oni podczas jednej z ubiegłorocznych wypraw odnaleźli wśród czarnych zwietrzałych skał wulkanicznych ślady po upadku meteorytu. Były to tzw. stożki uderzeniowe – spękania powstające pod wpływem fali uderzeniowej wywołanej przez meteoryt. Podobny efekt może spowodować eksplozja jądrowa.

Pozostało jednak jedno kluczowe pytanie: kiedy dokładnie doszło do tego kosmicznego zderzenia? Dotychczasowe szacunki były bardzo rozbieżne i wskazywały, że impakt mógł nastąpić nawet miliard lat później. Aby rozstrzygnąć spór, naukowcy zajrzeli do wnętrza kryształów minerałów. W cyrkonie i apatycie zachował się swoisty geologiczny zegar oparty na rozpadzie uranu do ołowiu. Oba minerały niezależnie wskazały tę samą datę – ok. 3,024 mld lat temu. To ostatecznie potwierdziło, że North Pole Dome jest najstarszym znanym kraterem uderzeniowym na Ziemi i jedynym rozpoznanym z epoki archaiku. **(HOLD)**

eprasa.pl c3c78c8db5

METEOROLOGIA

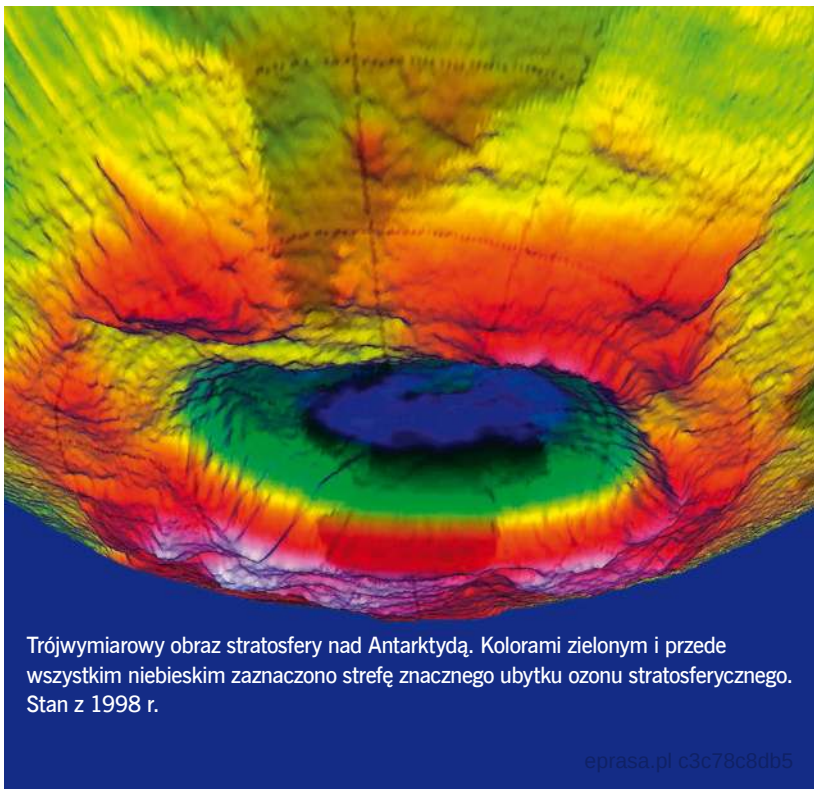
Od gaśnicy tetrowej do dziury ozonowej

Warstwę ozonową zaczęliśmy niszczyć już pod koniec lat 50. XX w. Pierwszym destruktorem okazał się tetrachlorometan, powszechnie używany wówczas jako rozpuszczalnik i środek gaśniczy.

O dziurze ozonowej świat dowiedział się na początku lat 80. XX w. Pomiary składu chemicznego atmosfery prowadzone na Antarktydzie wykazały dramatyczny spadek poziomu tego gazu w stratosferze nad kontynentem. Za niszczenie warstwy ozonowej odpowiadał chlor uwalniany z freonów pod wpływem światła słonecznego. Freony (CFC) na masową skalę stosowano w lodówkach, kosmetykach w aerozolu i innych produktach. W 1987 r. zakazano używania CFC na całym świecie.

Niedawno badacze postanowili sprawdzić, kiedy właściwie chlor pochodzący ze związków chemicznych zaczął wpływać na atmosferę i jakie to były związki. Aby znaleźć odpowiedź, odtworzyli jej historię za pomocą współczesnych modeli komputerowych. W 16 symulacjach uwzględnili dane o produkcji przemysłowych związków chemicznych oraz informacje z rdzeni lodowych, pokazujące, kiedy ich stężenie zaczęło rosnąć. Następnie sprawdzili, w którym momencie sygnał ubytku ozonu stałby się wyraźniejszy od naturalnych wahań atmosfery. Okazało się, że byłby wykrywalny już w 1957 r., blisko 30 lat przed odkryciem dziury ozonowej. Co więcej, najłatwiej można byłoby go dostrzec nie nad Antarktydą, lecz w górnej stratosferze nad tropikami, gdzie naturalna zmienność stężenia ozonu jest najmniejsza.

Analizy wykazały też, że pierwszym związkiem odpowiedzialnym za degradację warstwy ozonowej był tetrachlorometan, którego przemysłowe zastosowania rozpoczęły się już w latach 30. XX w. Wpływ człowieka na ozonosferę rozpoczął się więc znacznie wcześniej, niż dotąd sądzono, lecz przez dziesięciolecia pozostawał niewidoczny z powodu ograniczonych możliwości pomiarowych. **(HOLD)**



Fot. Chris Kirkland/Curtin University, SPL/Indigo, The University of Texas at Austin

Trójwymiarowy obraz stratosfery nad Antarktydą. Kolorami zielonym i przede wszystkim niebieskim zaznaczono strefę znacznego ubytku ozonu stratosferycznego. Stan z 1998 r.

eprasa.pl c3c78c8db5

Kurtka z pochłaniaczami wilgoci atmosferycznej może dostarczyć ponad pół litra wody na dobę.

WYNALAZKI

Napić się z kurtki

Nowa tkanina wyłapuje parę wodną z atmosfery i zamienia ją w wodę.

Takie rozwiązanie opracowali inżynierowie z University of Texas w Austin. Twierdzą, że ich patent może ułatwić przetrwanie wszędzie tam, gdzie dostęp do wody jest ograniczony. Sekret kurtki tkwi w hydrożelowych włóknach, które niczym gąbka pochłaniają parę wodną z otoczenia. Nie zatrzymują jej jednak, lecz błyskawicznie odprowadzają do niewielkich, odłączanych modułów. Tam pod wpływem ciepła, choćby promieni słonecznych, para skrapla się, tworząc wodę zdatną do picia. Cały ten proces odbywa się bez zewnętrznego zasilania.

Podczas prób terenowych prototyp dostarczał 400–900 ml wody dziennie zależnie od wilgotności powietrza. Według autorów badań to 3–10 razy więcej, niż pozwalały uzyskać dotychczasowe tkaniny przeznaczone do tego celu. Podobne materiały mogłyby znaleźć zastosowanie również w plecakach, namiotach i awaryjnych schronieniach, ułatwiając dostęp do wody podczas wypraw, akcji ratunkowych oraz w regionach dotkniętych suszą. Wyniki badań opublikowało czasopismo „Science Advances”. **(HOLD)**

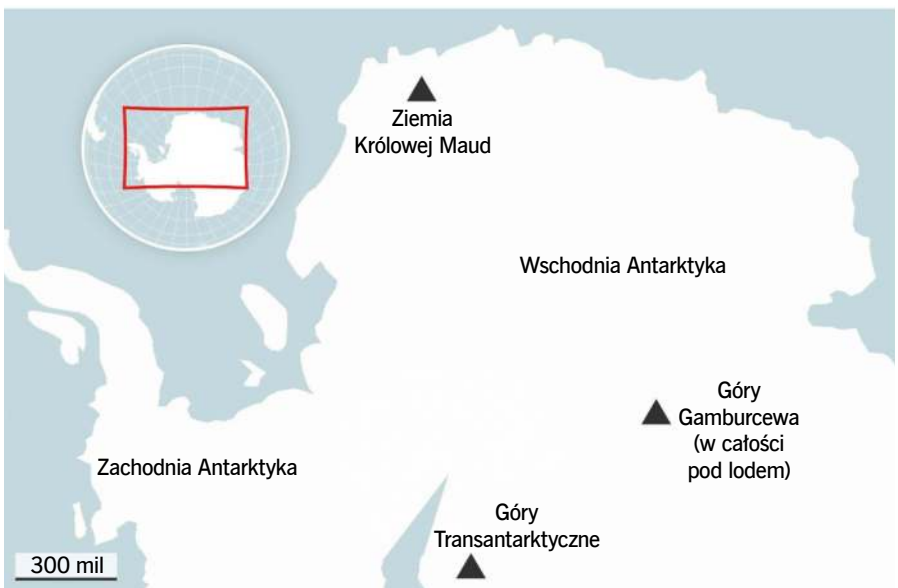
GLACJOLOGIA

Losy Antarktydy

Najpierw stała się wyżynnym płaskowyżem, a potem pokrył ją lód.

Naukowcy z University of Southampton zrekonstruowali dzieje Antarktydy z ostatnich 120 mln lat, czyli od chwili, gdy wraz z Australią oddzieliła się od superkontynentu Gondwana, który wtedy właśnie rozpadał się na kawałki. Następnie Australia i Antarktyda, tworzące jeden ląd przez kolejnych kilkadziesiąt milionów lat, wyruszyły na wschód, zbaczając stopniowo w kierunku południowym. Podczas tej wędrówki, jak czytamy na łamach „Science", Antarktydę zaczęły podnosić ruchy tektoniczne zwane epejrogenicznymi. W przeciwieństwie do znacznie gwałtowniejszych procesów prowadzących do wypiętrzania wysokich pasm górskich epejrogeneza przebiega zwykle powoli. Jeśli jednak taka tektoniczna winda ma dość czasu, może wydźwignąć ląd wysoko ponad poziom morza, przekształcając go w rozległy płaskowyż.

Na podstawie modeli geodynamicznych, glacjologicznych i klimatycznych prześledzono, jak przebiegał proces wynoszenia Antarktydy, a następnie jej zlodzenia w dwóch wyżynnych regionach kontynentu: Ziemi Królowej Maud, sąsiadującej z Atlantykiem, oraz Górach Gamburcewa, ukrytych pod lodem w jej wnętrzu. 45–40 mln lat temu oba te płaskowyże znajdowały się ok. 2 km ponad poziomem morza, a każde silniejsze ochłodzenie klimatu mogło uruchomić akumulację lodu. Na ten moment trzeba było jednak jeszcze poczekać. Przełom nastąpił ok. 34 mln lat temu, gdy wydarzyły się dwie rzeczy: stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze zaczęło spadać, a Australia oderwała się od Antarktydy i podążyła na północ. Osamotniony kontynent w pobliżu bieguna południowego został odcięty od ciepłych mas powietrza i zaczął pogrążać się w chłodzie. Efekty znamy. **(HOLD)**



Lokalizacja trzech głównych obszarów górskich i wyżynnych we wschodniej części Antarktydy

ODKRYCIA NAUKOWE

Cicha inwazja miliona zarodników

Groźna krzywoszczeć rozprzestrzenia się po Polsce. Uniemożliwia kiełkowanie rodzimych roślin i drastycznie zubaża bioróżnorodność. Jak ją powstrzymać?

W Europie jednym z najszerzej rozpowszechnionych inwazyjnych gatunków mchów jest pochodząca z półkuli południowej krzywoszczeć przywłoka (*Campylopus introflexus*). Na nasz kontynent trafiła w latach 40. XX w. Dziś występuje masowo w całej Polsce – szczególnie w młodnikach sosnowych, na terenach otwartych i wzdłuż leśnych dróg. Jest groźna, bo wykształciła unikalne mechanizmy adaptacyjne. Produkuje miliony mikroskopijnych zarodników, które wiatr przenosi na odległość tysięcy kilometrów.

Tradycyjne metody walki z nią przynoszą efekt przeciwny do zamierzonego. „Mechaniczne usuwanie mchu poprzez rozrywanie lub grabienie darni prowadzi do generowania tysięcy mikroskopijnych fragmentów, które – rozniesione przez wiatr, wodę lub na obuwiu – dają początek nowym ogniskom inwazji. Z kolei powszechne herbicydy są nieskuteczne ze względu na odmienny metabolizm tych roślin" – wyjaśnia dr hab. Grzegorz J. Wolski z Katedry Geobotaniki i Ekologii Roślin Uniwersytetu Łódzkiego. Krzywoszczeć tworzy gęste, zbite dywany o powierzchni nawet kilkuset metrów kwadratowych, uniemożliwiające kiełkowanie rodzimych roślin i zubażające bioróżnorodność. Spadek liczby taksonów dotyka dziesiątek gatunków roślin i zwierząt w całym kraju.

Sytuacja ekologiczna wydawała się bez wyjścia aż do maja 2026 r., kiedy to brytyjski badacz dr George Greiff zauważył w swoim kraju, że nieznany nauce gatunek pasożytniczego grzyba niszczy wyłącznie inwazyjną krzywoszczeć. Takiego selektywnego obumierania nie stwierdzono jeszcze oficjalnie poza granicami Wielkiej Brytanii. „Prowadzone przeze mnie badania nie wykazały występowania tego zjawiska w krajowych populacjach. Można jednak przypuszczać, że ujawnienie się go w Polsce jest jedynie kwestią czasu" – komentuje dr hab. Grzegorz J. Wolski. Byłby to ratunek dla naszych gatunków.

Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ

eprasa.pl c3c78c8db5

Żyjące na stepach środkowej Azji świstaki syberyjskie są naturalnym rezerwuarem bakterii wywołującej dżumę.

Fot. Prof. Thomas Gemon/University of Southampton, BE&W

EPIDEMIOLOGIA

Dżuma starsza niż miasta

Choroba zabijała znacznie wcześniej, niż dotąd uważano.

Długo sądziliśmy, że epidemie są ceną, jaką przyszło nam zapłacić za cywilizację. Najpierw pojawiły się rewolucja neolityczna i rolnictwo, potem – zatłoczone wioski, miasta i wszechobecne na ulicach czy w spichlerzach szczury, czyli warunki idealne do rozprzestrzeniania się chorób zakaźnych. Rodząca szczególnie złe skojarzenia dżuma miała być skutkiem ubocznym osiadłego trybu życia. Największa z jej epidemii, nazywana czarną śmiercią, doprowadziła do śmierci 30–60% mieszkańców XIV-wiecznej Europy (liczba ludności na świecie spadła wówczas z 450 mln do 350–375 mln), a przez to do głębokiego kryzysu demograficznego, społecznego i gospodarczego.

Najnowsze badania, których wyniki opublikowano na łamach „Nature", rzucają nowe światło na początki epidemii i wskazują, że wybuchały one dużo wcześniej, niż do tej pory sądziliśmy, czyli jeszcze przed powstaniem pierwszych osad. Międzynarodowy zespół naukowców przeanalizował DNA z zębów 46 zbieraczy-łowców pochowanych na czterech prehistorycznych cmentarzyskach w pobliżu syberyjskiego jeziora Bajkał. Połączenie danych genetycznych, archeologicznych i datowania radiowęglowego dało wgląd w dynamikę epidemii. Badanie DNA sprzed 5,5 tys. lat wykazało obecność bakterii *Yersinia pestis*, czynnika sprawczego dżumy, w 18 próbkach, czyli u niemal 40% zmarłych. To odsetek większy niż wśród ofiar słynnej średniowiecznej epidemii. Odkrycie jest niezwykle zaskakujące, bo wczesne szczepy *Y. pestis* nie posiadały kluczowych genów związanych z formą dymieniczą choroby (bakterie przenoszą się na ludzi za pośrednictwem pcheł żerujących na chorych szczurach), dlatego uważano, że nie są zdolne wywołać dużych epidemii, a sama infekcja przebiega raczej łagodnie.

Za zjadliwość prehistorycznych szczepów odpowiadał najpewniej tzw. superantygen YPM kodujący białko inicjujące silną reakcję układu odpornościowego chorego. Epidemia wybuchała dwukrotnie, w odstępie 400–600 lat, a szczególnie wysoka śmiertelność dotyczyła dzieci w wieku od 8 do 11 lat. Badacze przypuszczają, że społeczność zbieraczy-łowców mogła zarażać się od świstaków syberyjskich, które są rezerwuarem choroby i stanowiły element ich diety. Bakteria między ludźmi przenosiła się najpewniej drogą kropelkową poprzez kaszel chorych. **(KKG)**

PSYCHOLOGIA

Czy dzieci dwujęzyczne zaczynają mówić później?

Badacze z Uniwersytetu Warszawskiego obalili ten mit.

Dotąd brakowało dużego badania, które śledziłoby w czasie, kiedy dzieci dwujęzyczne osiągają najwcześniejsze kamienie milowe rozwoju mowy (konkretne momenty w rozwoju: start gaworzenia, wypowiedzenie pierwszego słowa, opanowanie 10 słów, potem 50 słów, łączenie wyrazów w pierwsze proste wypowiedzi), i porównywało te wyniki z dobrze dobraną grupą dzieci jednojęzycznych. Sprawie postanowili przyjrzeć się badacze z zespołu MultiLADA, działającego na Wydziale Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego, a wśród nich dr Karolina Muszyńska.

Najpierw naukowcy stworzyli bezpłatną aplikację mobilną o nazwie StarWords, która pełniła funkcję wirtualnego dzienniczka. Rodzice wpisywali w niej nowe gesty, słowa i pierwsze wypowiedzi swoich dzieci. Przypominał im o tym system powiadomień. Rekrutację do badań prowadzono zarówno przez media społecznościowe, wizyty w radiu, jak i w innych miejscach. Dzięki temu program pobrało prawie 6 tys. użytkowników z całego świata. Ostatecznie do analizy wybrano 302 dzieci dwujęzycznych w wieku do 24 mies., wychowujących się poza Polską z językiem polskim w domu oraz różnymi językami większościowymi, m.in. angielskim, norweskim czy niemieckim. Ich rozwój porównano z rozwojem 302 dzieci jednojęzycznych. Wybierano do porównania dziecko tej samej płci i w tym samym wieku wejścia do badania, z rodzicami na tym samym poziomie edukacji.

Najważniejszy wniosek był taki, że dzieci dwujęzyczne osiągały najwcześniejsze etapy rozwoju mowy w podobnym czasie jak jednojęzyczne. Warunek pozostawał jeden: należało patrzeć na oba języki dziecka łącznie, a nie oceniać jego rozwój tylko przez pryzmat jednego z nich. Maluchy, wykorzystując naturalną elastyczność i świadomość metajęzykową, łączą oba światy w zdaniach typu: „Mamo, podaj mi moje rajstopas".

eprasa.pl c3c78c8db5

OSZAŁAMIAJĄCE ORGANY

Odwiedzając w wakacje różne miejsca, przyjrzyjmy się niezwykłym formom i zdobieniom tych instrumentów. Warto je fotografować i założyć kolekcję zdjęć.

ZE względu na rozmiary organy znajdziemy głównie w kościołach. Początkowo były instrumentem świeckim, a Kościół wykluczał ich wykorzystanie w obrządku, obawiając się przeniknięcia elementów kultury pogańskiej do liturgii. Do świątyń zostały więc wprowadzone dopiero w VII w. Na przełomie XV i XVI w. organy piszczałkowe miały już prawie wszystkie główne kościoły w Polsce. Z czasem instrumenty te stawały się coraz większe i bardziej skomplikowane. Ich brzmienie, różnorodność barw i moc dźwięku zachwycają każdego. Wygląd oszałamia i budzi uznanie dla kunsztu konstruktorów. Każdy instrument jest dziełem sztuki, a składa się głównie z drewna, stopu metali i skóry. Obudowa zwana jest szafą i pełni funkcję nie tylko dekoracyjną, ale działa też jak pudło rezonansowe.

Olga Orzyłowska-Śliwińska

Bazylika Notre-Dame w Montrealu (Kanada)

eprasa.pl c3c78c8db5

Kościół Pokoju w Świdnicy

Katedra w Brukseli

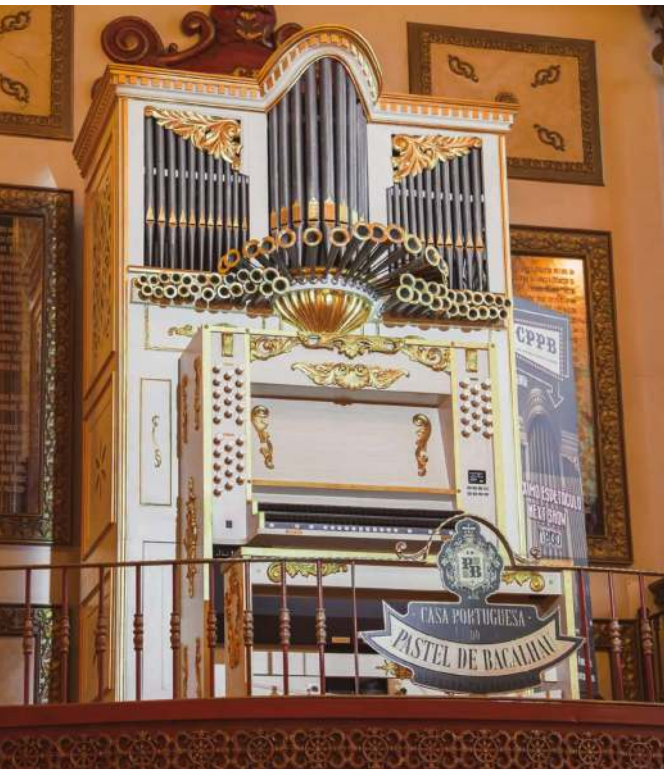
Kościół w Cirencester (Wielka Brytania)

Fot. Shutterstock (4)

eprasa.pl c3c78c8db5

Katedra w Helsinkach

Katedra w Taszkencie (Uzbekistan)



Restauracja w Porto

Lyon (Francja) to jedno z najważniejszych miast dla europejskiej muzyki organowej. Organy z Kościoła Saint-François-de-Sales powstały w 1880 r.

Fot. Shutterstock (7)

eprasa.pl c3c78c8db5

Katedra w Dreźnie

Kościół Hallgrímura w Reykjavíku

Marktkirche
w Hanowerze

eprasa.pl c3c78c8db5

NIEWIDZIALNI SPECJALIŚCI

Patolodzy i genetycy przejmują władzę nad współczesną medycyną. Jak na tym skorzystamy?

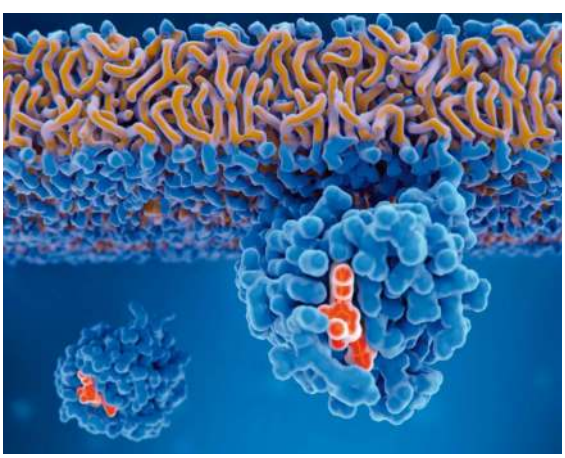
PAWEŁ WALEWSKI

W ŚWIECIE, w którym onkologia obiecuje terapie celowane, immunoterapię i medycynę precyzyjną, chorzy na nowotwory wciąż zbyt często są leczeni na ślepo. Klucz do tej układanki leży bowiem nie w rękach lekarza przy łóżku chorego, lecz w odizolowanych pracowniach i laboratoriach, gdzie nad kawałkami tkanki, mikroskopem lub sekwenatorem do analizy genetycznej pochylają się patomorfolodzy i genetycy molekularni – niewidzialni bohaterowie współczesnej walki z nowotworami. Pacjenci na co dzień nie mają okazji ich spotkać. Zresztą nie widzą ich również dzieci z chorobami rzadkimi, osoby po transplantacjach, ze schorzeniami nerek ani większość operowanych, którym cokolwiek wycięto z ciała i przekazano do tzw. badania histopatologicznego. A każde z nich zawdzięcza tym ekspertom naprawdę sporo: od szczegółowego rozpoznania choroby po dobór najlepszego organu do przeszczepienia lub diagnozę mającą wpływ na resztę życia. „Bez hist-patu nie ma tematu" – powiadają żartobliwie patolodzy i genetycy, którzy stali się filarem diagnostyki we współczesnej medycynie.

DETEKTYW PRZY MIKROSKOPIE

Patomorfologia – dawniej anatomia patologiczna – jest działem medycyny zajmującym się rozpoznawaniem chorób na podstawie zmian morfologicznych w tkankach i narządach. Narodziła się z bardzo starego medycznego marzenia: żeby zajrzeć do wnętrza ludzkiego ciała i dotrzeć do sedna choroby. Pierwszy cel osiągnięto za sprawą sekcji zwłok, drugi długo czekał na rozwiązanie. Dopiero w XIX w. Rudolf Virchow (1821–1902), niemiecki lekarz uznawany za ojca nowoczesnej patologii, sformułował rewolucyjną jak na swoje czasy tezę, że źródeł wszelkich zaburzeń należy szukać w komórkach. Wcześniej medycyna operowała głównie objawami. Virchow zaproponował coś radykalnego: chorobę trzeba oglądać pod mikroskopem. Uczynił z tych narzędzi, znanych już od niemal 200 lat, nie byle co – najważniejszy oręż każdego naukowca w obszarze szeroko rozumianej biologii (co w dużej mierze zawdzięczano w owych czasach znacznym ulepszeniom mikroskopów, pozwalającym oglądać tkanki, jak mawiał sam mistrz, „300 razy bliżej").

„Dziś fragmenty tkanek pobranych od pacjentów – podczas biopsji lub operacji – nadal trafiają pod mikroskopy w naszych pracowniach" – mówi prof. Agnieszka Perkowska-Ptasińska z Katedry i Zakładu Patomorfologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego (WUM). Oczywiście Virchow pracował



Aktywowane białko leku przyczepia się do błony komórkowej guza, aby wyłączyć gen *KRAS*, którego mutacja doprowadziła do niekontrolowanego wzrostu komórek i nowotworu.

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

na sprzęcie wystarczającym do bardzo podstawowej oceny tkanek, bez udogodnień i technik poprawiających widoczność szczegółów. Obecna mikroskopia świetlna, wykorzystywana w pracowniach patomorfologii, nadal opiera się na świetle widzialnym, ale pozwala zobaczyć ponad 1000 razy więcej. „Oglądając fragment tkanki, szukamy odpowiedzi na podstawowe pytania: co to jest, czy to nowotwór, jaki typ" – wylicza prof. Perkowska-Ptasińska. Na tym etapie można powiedzieć, czy zmiana ma charakter złośliwy, czy łagodny, ale chcąc określić konkretny typ nowotworu i jego pochodzenie (jeśli to np. rak płuca – czy powstał w nim, czy jest przerzutem?), trzeba wykonać tzw. badania immunohistochemiczne, które zidentyfikują rodzaj komórki rakowej oraz obecne na jej powierzchni markery. „Właśnie dlatego od naszej diagnozy zależy leczenie pacjenta. Cechy, które udaje się dzisiaj wykryć w komórkach, determinują rodzaj terapii" – wyjaśnia ekspertka.

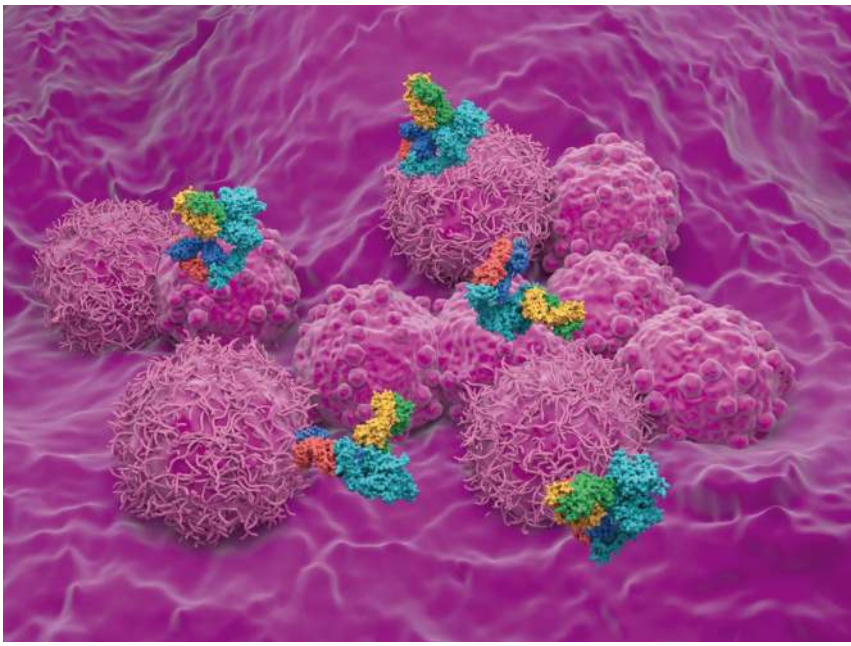
To trochę tak jak w nowoczesnym lotnictwie pasażerskim – pilot siedzi w kokpicie, podejmuje decyzje i ponosi odpowiedzialność za pasażerów, ale coraz więcej kluczowych parametrów ustalają systemy ukryte pod pokładem lub w centrach kontroli lotów. Pacjent widzi zwykle ciąg dziejących się wokół niego zdarzeń: tomografię, biopsję, rozmowę i analizę wyników przez lekarza prowadzącego. Ma poczucie, że gabinet onkologa lub sala operacyjna są miejscami, gdzie zapadają wyroki i plany ratunku. Tymczasem jak w podróży na wysokości 11 tys. m o wszystkim zadecydowało oko i doświadczenie ludzi znajdujących się o wiele dalej, którzy wykonali swoją pracę przy mikroskopie, wśród skrawków zatopionych i utrwalonych w parafinie tkanek, barwień immunohistochemicznych i sekwencji DNA analizowanych przez algorytmy. Bo nawet sama patomorfologia nie pozwoli ustalić wszystkich faktów, niezbędnych przed rozpoczęciem leczenia. „W komórkach nowotworowych jest mnóstwo informacji genetycznych, dlatego przekazujemy wycinki guza do pracowni genetycznych. Tam są weryfikowane i na podstawie tych informacji będzie można lepiej dopasować terapię do potrzeb konkretnego pacjenta" – tłumaczy prof. Perkowska-Ptasińska.

Przez dekady patomorfolog był przede wszystkim „tym od histopatologii" – oceniał preparaty barwione hematoksyliną i eozyną, rozpoznawał typ nowotworu, stopień złośliwości i zaawansowanie. Dziś to za mało. Nowotwory nie są już „rakiem jelita" albo „rakiem płuca". Są setkami podtypów z różnymi drogami molekularnymi. Dziś trzeba wiedzieć, jaką mutację ma guz u konkretnego pacjenta, bo od tego zależy reakcja organizmu na inhibitor kinaz, immunoterapię, a może tylko na standardową chemię.

OD WYCINKA DO SEKWENATORA

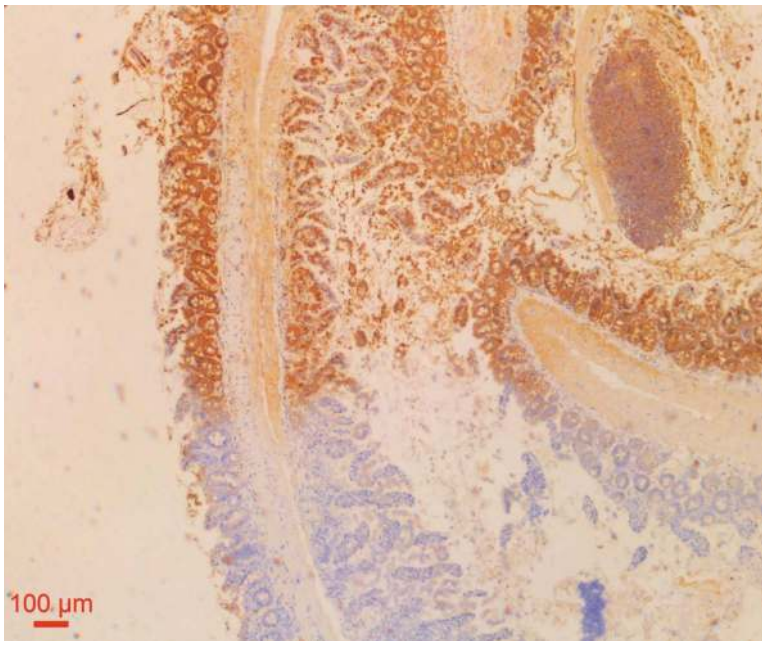
„Diagnostyka molekularna jest naturalnym przedłużeniem współczesnej patomorfologii" – wątpliwości nie ma również prof. Tomasz Stokłosa z Laboratorium Genetyki Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego WUM. I uszczegóławia: „Patolog ocenia architekturę tkanki, my zaglądamy do kodu źródłowego komórek. Razem tworzymy duet, bez którego nie będzie precyzyjnej medycyny, a zwłaszcza onkologii. I nie rozróżniałbym, kto w tej parze jest ważniejszy. Musimy współpracować". W praktyce onkolog pobiera wycinek, patomorfolog go ocenia, utrwala, preparuje, by móc obejrzeć pod mikroskopem. Genetyk nie dostanie „czystego" materiału bez precyzyjnej selekcji patologicznej. Większość pacjentów z zaawansowanym rakiem płuca, piersi lub jelita grubego powinna mieć te badania wykonane – inaczej terapia będzie strzałem w ciemno. Dlatego nowoczesne leki onkologiczne nazywa się dziś ukierunkowanymi molekularnie – sprawdzają się tylko u wyselekcjonowanych chorych z wykrytymi w badaniach genetycznych mutacjami, które stymulują procesy nowotworowe. Jeśli w raku płuca występuje np. mutacja w genie *EGFR*, wiadomo już, że zamiast tradycyjnej chemioterapii warto podać leki z grupy inhibitorów kinazy tyrozynowej, blokujące od środka receptor EGFR i szlak sygnałów stymulujących komórkę do niekontrolowanego podziału. A w przypadku zaburzenia genu *ALK* również można zastosować leki efektywne tylko w tej jednej konkretnej odmianie raka. Takich użytecznych markerów jest już kilkadziesiąt w różnych typach i lokalizacjach. Każda z nich oznacza inną prognozę i inny wybór kuracji.

To biologia molekularna i genetyka doprowadziły do tego, że coraz więcej leków w onkologii rejestrowanych jest dziś nie na podstawie lokalizacji guzów, lecz mutacji, które bywają podobne w nowotworach piersi, płuca, jelita lub w czerniaku. Najlepszy przykład to trastuzumab (szerzej znany pod nazwą handlową Herceptyna), zastosowany



Działanie leczniczych przeciwciał (trastuzumab i pertuzumab) przeciw receptorom HER2 na komórkach raka piersi. Obecność HER2 determinuje wybór najskuteczniejszej terapii.

eprasa.pl c3c78c8db5



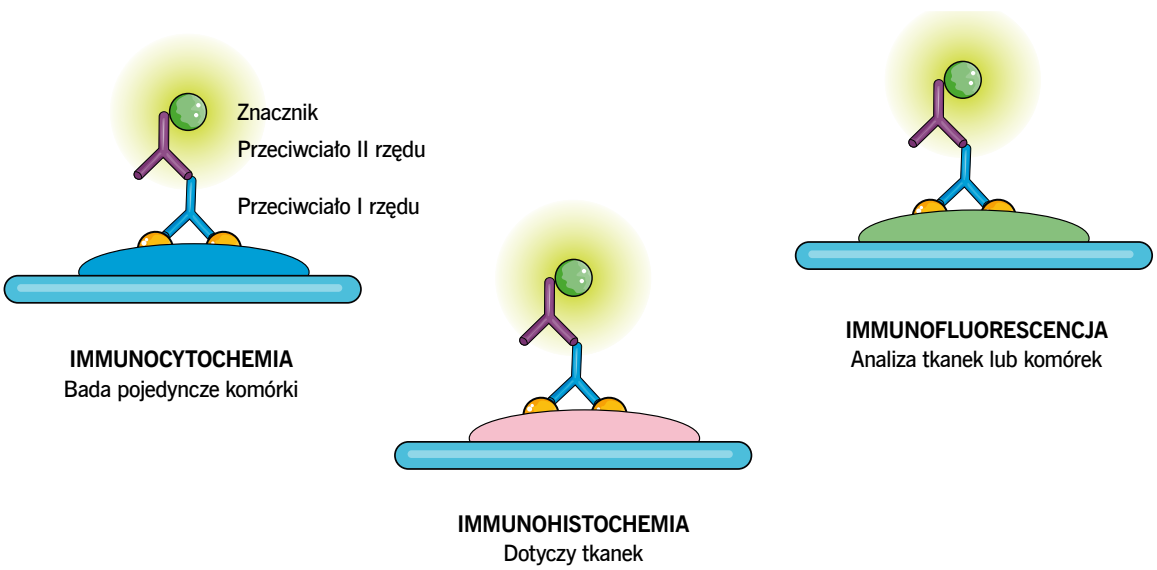
Barwienie immunohistochemiczne tkanki pobranej z guza pomaga patomorfologom wykryć konkretne białka, a dzięki temu dokładniej określić typ nowotworu i jego pierwotne źródło (ustalić miejsce pochodzenia przerzutu).

po raz pierwszy na przełomie XX i XXI w. u kobiet z rakiem piersi ze zwiększoną liczbą kopii zmutowanego genu *HER2*. Obecnie ten sam lek podawany jest również chorym na raka płuca lub żołądka, jeśli tylko wykryto w nich zmiany w identycznym genie. Zatrzymajmy się przez moment przy tym przykładzie. Receptory HER2 w raku piersi opisano jako ważny marker biologiczny już w latach 80. XX w. – nazwano je ludzkim naskórkowym czynnikiem wzrostu (z ang. *human epidermal growth factor*, stąd przyjął się skrót HER). Białko to, obecne na powierzchni komórek, przekazuje im bezwzględny sygnał do nieustannych podziałów. Kiedy gen odpowiedzialny za produkcję HER2 ulega zwielokrotnieniu, nowotwór staje się niezwykle agresywny – dotyczy to ok. 20% chorych na raka piersi. Odkrycie to doprowadziło do stworzenia trastuzumabu, przeciwciała blokującego ten receptor niczym klucz zatrzaśnięty w zamku. Nazwany Herceptyną, wszedł do użycia klinicznego w USA w 1998 r., a w Unii Europejskiej – w 2000 r. Dla pacjentek z nadekspresją HER2 był to przełom; dla pozostałych 80% – lek całkowicie bezużyteczny, generujący jedynie toksyczność i gigantyczne koszty publiczne.

W ten sposób narodził się paradygmat onkologii precyzyjnej, a badanie genomu komórek rakowych stało się w wielu wypadkach obowiązkiem już na samym początku ścieżki leczenia. Jak pisze dr hab. Paula Dobosz w książce „Nowoczesna diagnostyka w onkologii", której jest współautorką i redaktorem naukowym: „Skuteczne leczenie nowotworu to w pierwszej kolejności dokładne poznanie wroga – namierzenie go tak wcześnie, jak to tylko możliwe, a następnie precyzyjne zidentyfikowanie patogennych wariantów genetycznych. Tylko wtedy zastosowane leczenie, idealnie dobrane dla każdego pacjenta i jego nowotworu, będzie naprawdę skuteczne".

W Polsce jest już wystarczająca liczba laboratoriów oferujących tego rodzaju badania, ale nie zawsze są one dostatecznie finansowane, co niestety przekłada się na ich niepełne wdrożenie do praktyki. Gorzej z wykwalifikowanym personelem – patologów mamy w Polsce ok. 250, genetyków – ok. 200, więc mniej niż szpitali. Czy każdemu pacjentowi z nowotworem należy już na samym początku zlecać badanie genetyczne? Opinie są różne wśród onkologów i diagnostów. Prof. Stokłosa precyzuje, że powinno się to robić bezwzględnie wtedy, kiedy złośliwy nowotwór jest zaawansowany, przerzutowy, oporny na standardowe terapie, rzadki albo ma niepewną diagnozę patomorfologiczną (bo i tak się zdarza), o nieznanym punkcie wyjścia pierwotnej zmiany.

Techniki wykrywania białek (antygenów) na komórkach. Utrwalony materiał leży na szkiełkach. Podane przeciwciała łączą się z antygenami. Przeciwciało II rzędu jest połączone np. ze znacznikiem fluorescencyjnym czy enzymem katalizującym reakcję barwną.



Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl c3c78c8db5

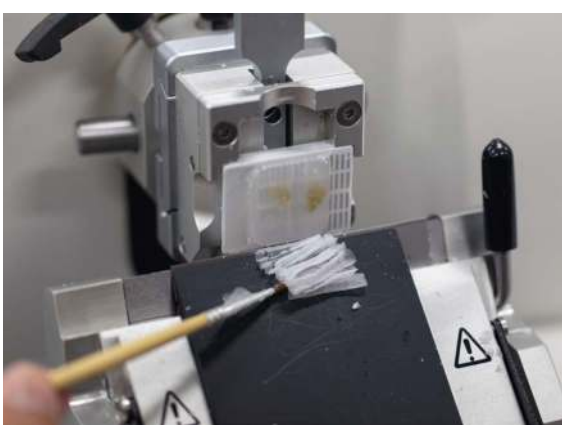
KTO DECYDUJE O LECZENIU

Diagnostyka molekularna nie działa więc w próżni. Między patomorfologiem a genetykiem istnieje głęboka symbiotyczna zależność, której ignorowanie prowadzi do diagnostycznych katastrof. Genetyk potrzebuje patomorfologa, aby ten najpierw ocenił materiał tkankowy pod mikroskopem, precyzyjnie zakreślił na szkiełku obszar bogaty w komórki nowotworowe i oddzielił go od zdrowego podścieliska lub obszarów martwicy. Jeśli do zaawansowanej aparatury włoży się zmielony fragment zdrowej tkanki łącznej z minimalną domieszką guza, urządzenie może się pomylić – wygeneruje piękny, uspokajający i całkowicie fałszywy wynik, opisujący idealny profil genetyczny pacjenta, podczas gdy ukryty w jego ciele nowotwór będzie nadal mutował. Biologia molekularna jest więc okiem, które widzi pojedyncze nukleotydy, ale to patomorfologia dostarcza mu lupy, by wiedziało, na który fragment nici DNA ma patrzeć.

Wróćmy do gabinetu onkologicznego. Wedle naszych ekspertów podawanie drogich i toksycznych leków najnowszej generacji bez precyzyjnej selekcji molekularnej to nie tylko marnowanie pieniędzy, ale też karmienie pacjentów fałszywą nadzieją. Dobrym przykładem są mutacje w rodzinie genów *RAS* (np. KRAS) w raku jelita grubego. Jeśli w tym genie występuje mutacja, nowotwór – używając obrazowego języka prof. Stokłosy – ma głęboko w nosie fakt, że onkolog poda drogie przeciwciało, mające zablokować receptor na powierzchni komórki (tzw. przeciwciało anty-EGFR). Dlaczego? Ponieważ zmutowany KRAS działa jak przełącznik zablokowany w pozycji „włączone" i nawet po wyłączeniu receptora EGFR komórka nadal otrzymuje sygnał do podziałów (a więc dalszego wzrostu guza). Sygnał ten płynie nieprzerwanie od wewnątrz niezależnie od tego, jak szczelnie lekarz zamknie zewnętrzne drzwi receptora EGFR. Podanie takiego leku pacjentowi z mutacją KRAS nie pomoże, a jedynie narazi go na efekty uboczne i ukradnie 3 mies. życia, po których badanie obrazowe wykaże bezlitosną progresję. Na początku czerwca o KRAS zrobiło się znowu głośno, ponieważ na dorocznym światowym kongresie onkologicznym ASCO (American Society of Clinical Oncology) poinformowano o świetnych wynikach nowego leku zastosowanego przy raku trzustki, który po wielu latach niemocy w tym bardzo trudnym nowotworze podwoił czas przeżycia z 6 do 13 mies. Chodzi o daraxonrasib – cząsteczka ta, po doustnym zastosowaniu, wyłącza KRAS w komórkach raka trzustki, a po stłumieniu sygnałów tego białka wzrost guza ulega spowolnieniu.

Dopiero gdy patomorfolog i genetyk wspólnie wyselekcjonują pacjentów pozbawionych tych negatywnych czynników predykcyjnych lub posiadających konkretne pożądane uszkodzenia genetyczne, wszystko idzie zgodnie z planem. Mediany przeżycia chorych z zaawansowanymi przerzutowymi nowotworami przestają być liczone w tygodniach, a zaczynają w miesiącach, a nawet długich latach względnie komfortowego funkcjonowania. W tym kontekście tradycyjny podział ról medycznych ulega całkowitemu rozmyciu. Onkolog staje się egzekutorem biologicznej prawdy, którą z kawałka ludzkiej tkanki wydarli specjaliści od mikroskopów i kwasów nukleinowych. Dla pacjenta proces ten jest całkowitą abstrakcją. Człowiek przechodzi nieprzyjemne badanie – biopsję podczas bronchoskopii, w trakcie której pneumonolog pobiera z płuca milimetrowy fragment guza – albo skomplikowaną operację chirurgiczną, a potem wraca do domu i czeka.

Próbki tkanek, pobrane podczas biopsji lub operacji, umieszczane są w formalinie, aby zatrzymać procesy rozkładu i zachować ich strukturę w stanie jak najbardziej zbliżonym do pierwotnego.

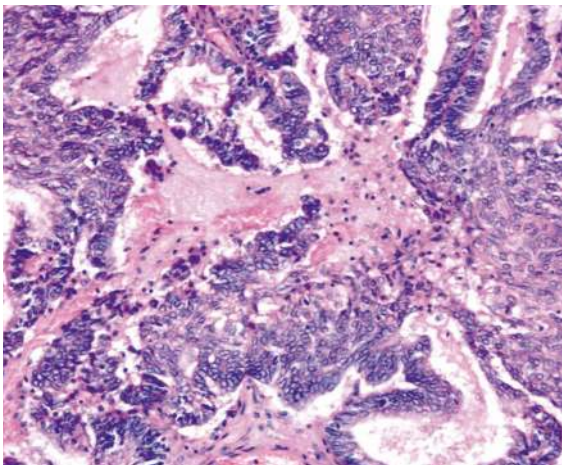


Cięcie materiału na mikrotomie i zbieranie pędzelkiem uzyskanych skrawków

Skrawki są przenoszone do roztworu soli fizjologicznej i łapane na szkiełka mikroskopowe. Potem będą barwione.

eprasa.pl c3c78c8db5

Barwienie preparatów tkankowych. Szkiełka mikroskopowe zanurzane są w odpowiednich roztworach.



Widok wybarwionego preparatu. Tu surowiczy rak jajnika (najczęstszy typ nabłonkowego raka jajnika)

Na wynik badania mikroskopowego – kilka dni, na wynik immunohistochemii – kolejnych kilka dni, wreszcie na badanie genetyczne – w idealnym świecie 2–3 tyg. „Nie da się tych terminów przyspieszyć" – informuje prof. Agnieszka Perkowska-Ptasińska. Tkanka trafia w tryby laboratoryjnej machiny, która przypomina skrzyżowanie XIX-wiecznego warsztatu rzemieślniczego z futurystyczną fabryką mikroprocesorów.

Najpierw pobrany materiał utrwala się w formalinie. Błędy na tym etapie – zbyt krótki lub zbyt długi czas trzymania w płynie utrwalającym – niszczą strukturę białek i prowadzą do fragmentacji kwasów nukleinowych, co sprawia, że dalsze badania będą przypominały próbę odczytania spalonej książki. Następnie odwodniona tkanka jest zalewana płynną parafiną i powstaje mała twarda kostka. Taki parafinowy bloczek to archiwum biologiczne pacjenta, które może być przechowywane przez dekady. Laborant za pomocą mikrotomu (precyzyjnej gilotyny z diamentowym lub stalowym ostrzem) odcina z tego bloczka warstwy o grubości zaledwie 3–4 μm i przenosi je na szkiełka.

Zabarwione preparaty na szkiełkach mikroskopowych zostaną obejrzane przez patomorfologa pod mikroskopem.

Fot. Shutterstock (6)

Następnie zaczyna się wielopoziomowe barwienie. Poza klasyczną procedurą barwienia hematoksyliną i eozyną, co pozwala ocenić ogólny kształt komórek, patomorfolodzy stosują wspomnianą wcześniej immunohistochemię. Wykorzystują w niej specjalne wyznakowane przeciwciała, które łączą się tylko z konkretnymi białkami w badanej komórce. Pod mikroskopem patomorfolog szuka brązowego zabarwienia; jego obecność oznacza, że białko działa, a genom jest stabilny. Jeśli jednak komórki nowotworowe wykazują utratę tych białek, mamy do czynienia z tzw. niestabilnością mikrosatelitarną. To również wskazówka do wybrania najlepszej kuracji – taki guz, choć potwornie zmutowany, staje się idealnym celem nowoczesnej immunoterapii, ponieważ jego chaotyczne białka łatwo rzucają się w oczy pobudzonemu układowi odpornościowemu pacjenta.

Kiedy mikroskopia immunohistochemiczna wyczerpie swoje możliwości, bloczek wędruje do pracowni genetycznej. Sekwencjonowanie następnej generacji (NGS, z ang. *next-generation sequencing*) pozwala jednocześnie odczytać bardzo dużą liczbę fragmentów DNA lub RNA z próbki. Np. zamiast testu na pojedynczą mutację w genie *BRCA* w raku piersi laboratorium może wykonać panel NGS, obejmujący kilkadziesiąt genów związanych z tym nowotworem, i wykryć różne typy wariantów jednocześnie. W rutynowej diagnostyce stosuje się również szybkie panele oparte na technologii qPCR. „W sprawnie działającym ośrodku maszyny sekwencjonują dziś 3 mld par zasad DNA w ciągu kilkunastu godzin. Dawniej robiły to przez 5 dni" – porównuje prof. Stokłosa.

PARADOKSY I ZAKŁADNICY SYSTEMU

O ile polscy patomorfolodzy i genetycy dysponują wiedzą i sprzętem na światowym poziomie, o tyle administracyjno-finansowe warunki nie ułatwiają im pracy, co w oczywisty sposób odbija się na pacjentach

eprasa.pl c3c78c8db5

oczekujących na wyniki. Polski system długo wolał wydawać dziesiątki tysięcy złotych miesięcznie na skrajnie drogie terapie celowane podawane na ślepo, niż zapłacić kilkaset złotych za badanie wskazujące, u kogo mają one jakiś sens. Doprowadziło to do patologicznej sytuacji, w której to koncerny farmaceutyczne, chcąc sprzedać swoje leki, same finansowały badania molekularne, przysyłając do szpitali prywatnych kurierów i konkurując między sobą o materiał tkankowy pacjentów – co urągało wszelkim standardom etycznym i systemowym. Choć tamte dzikie czasy mamy częściowo za sobą, obecna biurokracja wciąż sabotuje postęp medyczny. Kluczowym problemem pozostał brak ustawowych ram czasowych wprowadzania nowych świadczeń diagnostycznych – podczas gdy proces refundacji nowych leków został uregulowany sztywnymi terminami, procedury diagnostyczne takich gwarancji nie mają i ubieganie się o ich refundację może utknąć w ministerialnych i urzędniczych szufladach na długie lata.

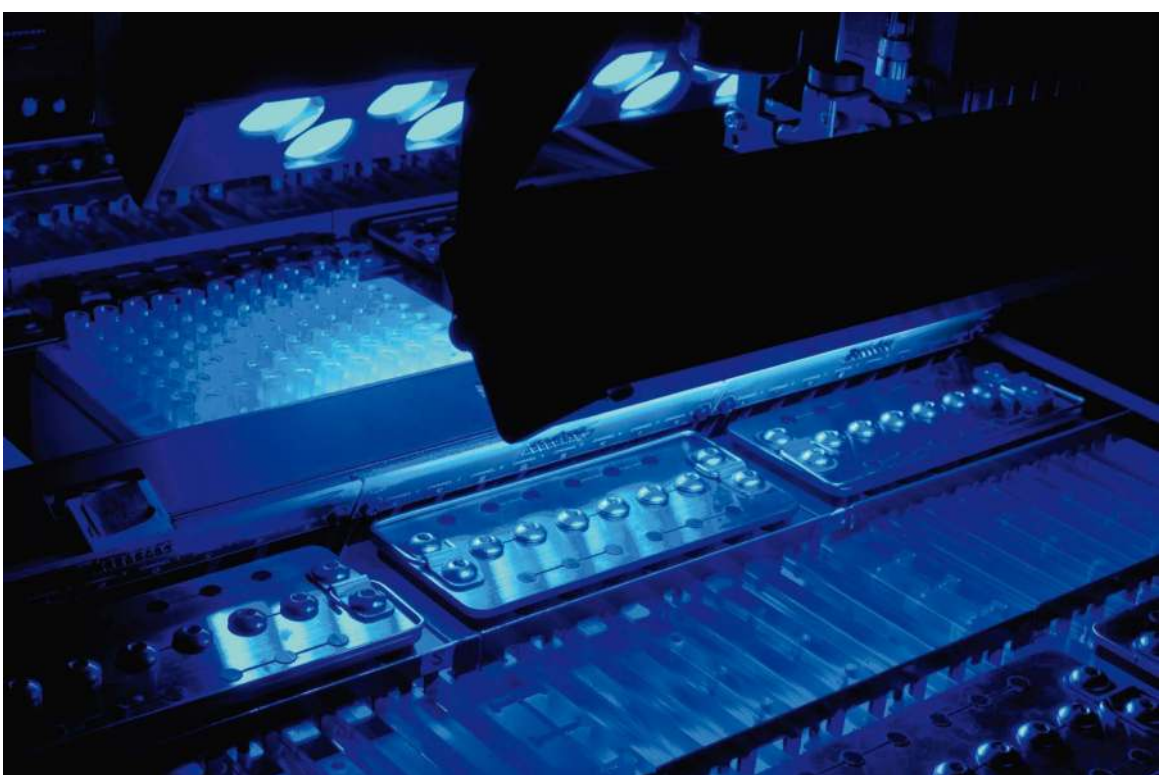
Weźmy tzw. płynną biopsję – nieinwazyjne badanie, polegające na wyłapywaniu wolnokrążącego DNA nowotworu z prostej próbki krwi obwodowej pacjenta. To technologiczny ratunek dla chorych na raka płuca, gdy pobranie wycinka z tkanki jest niemożliwe z racji lokalizacji guza, bądź dla pacjentów z rakiem prostaty, w przypadku których archiwalny bloczek parafinowy stracił już swoją wartość biologiczną i warto przyjrzeć się tkance na nowo. Płynna biopsja pozwala monitorować chorobę i wykrywać w czasie rzeczywistym mutacje prowadzące do niewrażliwości na leki. Gdzie tkwi haczyk? W Polsce nie można rozliczyć się z płynnej biopsji zastosowanej w trybie ambulatoryjnym. Aby lekarz mógł zlecić to badanie, musi położyć pacjenta na oddziale i uzasadnić jego kilkudniową hospitalizację tylko po to, by pielęgniarka pobrała jedną probówkę krwi. A w świecie terapii celowanych czas staje się jednym z najważniejszych parametrów leczenia.

Jeszcze innym problemem jest to, że choć Polska dysponuje laboratoriami wykonującymi badania na światowym poziomie, dostęp do nich pozostaje nierówny. W dużych ośrodkach akademickich pacjent może liczyć na kompleksową analizę molekularną. W mniejszych szpitalach bywa z tym znacznie gorzej. Dlatego oczekiwanie na wyniki przeciąga się nieraz ponad miesiąc. A przecież przyszłość dopiero nadchodzi, bo jak zapowiada prof. Perkowska-Ptasińska, wchodzimy w erę patologii cyfrowej. Sekwencjonowanie całogenomowe, analiza pojedynczych komórek, sztuczna inteligencja interpretująca preparaty histopatologiczne – wszystko to zmienia medycynę szybciej, niż system ochrony zdrowia jest zdolny ewoluować. Być może za kilkanaście lat klasyczny mikroskop stanie się dla patologii tym, czym dziś jest stetoskop w kardiologii: ważnym symbolem, ale tylko jednym z wielu narzędzi.

Jedno prawdopodobnie się nie zmieni – nowotwór nadal będzie trzeba najpierw szczegółowo rozpoznać, zanim zacznie się go leczyć. A ekspert odczytujący tę biologiczną zagadkę nadal będzie siedział gdzieś z dala – nad preparatem, którego pacjent nigdy nie zobaczy. I od którego wszystko zależy.

Paweł Walewski

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



Zautomatyzowany system przygotowywania próbek DNA do sekwencjonowania nowej generacji (NGS). Zdjęcie wykonano w Centrum Nauk Genomicznych w Vancouver w Kanadzie.

Fot. SPL/Indigo

eprasa.pl c3c78c8db5

Grzyb, z którym żyjemy

Naukowcy z UW odkrywają, jak działa *Candida albicans*

Drożdże od wieków towarzyszą człowiekowi w pieczeniu chleba i produkcji alkoholu. Teraz pomagają zrozumieć działanie *Candida albicans* – grzyba żyjącego w naszym organizmie.

Zwykle niegroźny, u osób z osłabioną odpornością może wywoływać poważne infekcje. Badacze z Instytutu Genetyki i Biotechnologii na Wydziale Biologii UW rozpracowali mechanizm, który pozwala komórkom tego grzyba przetrwać w trudnych warunkach. Wyniki opublikowano w czasopiśmie „Molecular Biology and Evolution".

Awaria w elektrowni

Historia badania zaczęła się ok. 2 miliardów lat temu – wtedy powstały komórki eukariotyczne, zawierające jądro komórkowe i mitochondria. Te ostatnie to komórkowe „elektrownie": produkują energię, uczestniczą w metabolizmie, regulują śmierć komórki i odpowiedź immunologiczną. Gdy mitochondria szwankują, komórka musi jakoś zareagować. Umożliwia jej to tzw. regulacja zstępująca – system oparty na białkach Rtg, działających jak „włączniki" uruchamiające odpowiednie geny.

– *Komórki eukariotyczne to ewolucyjna mozaika. Podobnie jak w złożonych organizacjach, w których różne działy muszą się komunikować, poszczególne części komórki muszą się „dogadywać". Nas interesował konkretny system komunikacji, reagujący na to, co dzieje się z mitochondriami* – tłumaczy prof. dr hab. Paweł Golik.

Fot. Dr_Microbe / Adobe Stock

Grzyby Candida albicans, drożdżaki patogenne dla człowieka.

Regulację zstępującą opisano wcześniej u drożdży piekarskich (Saccharomyces cerevisiae). Badaczy z UW interesowało, czy u innych gatunków – w tym u *Candida albicans* – mechanizm ten pełni podobną rolę.

Przełącznik do innych poleceń

Candida albicans to element naturalnej mikroflory człowieka, obecny nawet u 80% populacji. Staje się niebezpieczny, gdy odporność organizmu poważnie spada – u chorych na AIDS, po przeszczepach, podczas chemioterapii czy przy niekontrolowanej cukrzycy. Grzyb ten coraz bardziej opiera się też na leki.

Badania przyniosły zaskakujący wynik. U C. *albicans* mechanizm regulacji zstępującej jest zachowany i nadal reaguje na problemy z mitochondriami – ale aktywuje zupełnie inny zestaw genów niż u drożdży piekarskich.

– *Mamy ten sam system przełączników, ale włącza on w odpowiedzi na problemy z mitochondriami inny zestaw genów. Ewolucja nie polega na tym, że różne gatunki mają różne przełączniki – dostosowują sobie docelowe geny tych przełączników do specyfiki swojego metabolizmu* – wyjaśnia prof. Golik.

U drożdży piekarskich białka Rtg przestawiają metabolizm tak, by zapewnić komórce niezbędne aminokwasy mimo niesprawnych mitochondriów. U *Candidy* natomiast uruchamiają system obronny przed reaktywnymi formami tlenu – wolnymi rodnikami wytwarzanymi przez układ odpornościowy gospodarza w walce z infekcją. To odkrycie pomaga zrozumieć, jak grzyb radzi sobie ze stresem środowiskowym, co może w przyszłości ułatwić skuteczniejsze leczenie kandydoz.

Ewolucyjne ścieżki

Naukowcy z UW wykazali, że historia regulacji zstępującej sięga ok. 235 milionów lat wstecz – wtedy pojawił się u wspólnego przodka linii *Saccharomyces* i *Candida*. By to odtworzyć, przeanalizowali komputerowo ponad tysiąc kompletnych genomów drożdżowych, dostępnych w otwartych bazach danych.

– *Drożdże to grupa, w której ewolucyjna odległość między gatunkami może być równie wielka jak między rybą a człowiekiem. Ponieważ DNA zmienia się w przewidywalny i dający się modelować sposób, porównując współcześnie żyjące gatunki możemy odtwarzać to, co działo się u ich przodków setki milionów lat temu* – mówi badacz.

Część eksperymentalną badania, z wykorzystaniem sekwencjonowania nowej generacji, kierowała dr Karolina Łabędzka-Dmoch, współautorka pracy. Odkrycie jest przykładem tzw. przeprogramowania ewolucyjnego: ten sam mechanizm zostaje zachowany przez miliony lat, ale zaczyna pełnić inną funkcję. I choć brzmi to jak czysta biologia ewolucyjna – może mieć bardzo praktyczne znaczenie w walce z opornym na leki, groźnym grzybem.

UNIWERSYTET WARSZAWSKI | SERWIS NAUKOWY

Artykuł jest częścią cyklu poświęconego badaniom realizowanym na Uniwersytecie Warszawskim.

eprasa.pl c3c78c8db5

Słonie nurkują, używając trąby jak rurki oddechowej.

JAK RYBA W WODZIE

Wśród typowych zwierząt lądowych są takie, które bardzo dobrze pływają, a nawet nurkują.

RADOSŁAW KOŻUSZEK

eprasa.pl c3c78c8db5

Zimorodki żywią się głównie małymi rybami, które wyławiają prosto z wody.

ZAMIESZKUJĄCE Eurazję i Ameryki pluszcze są istnym ewenementem w świecie przyrody. To jedyne na świecie ptaki śpiewające, które potrafią nie tylko pływać, ale i nurkować. Pluszcze żywią się głównie drobnymi wodnymi bezkręgowcami, których wypatrują tylko w bardzo czystej wodzie. Z tego względu na terenie Polski całorocznie ptaki te spotkać można głównie w pobliżu strumieni górskich. Na niżu, co prawda, się pojawiają, ale zazwyczaj są to przybysze z północy spędzający w Polsce zimę.

Pluszcz na pierwszy rzut oka wygląda jak typowy mały ptak śpiewający i niczym szczególnym się nie wyróżnia. Posiada jednak dość krótkie i silnie umięśnione skrzydła, które pomagają mu w poruszaniu się pod wodą. W odróżnieniu od innych ptaków latających jego kości są ciężkie, wypełnione szpikiem, co sprawia, że podczas nurkowania ptak może oprzeć się wartkiemu nurtowi rzeki. Pióra ściśle przylegają do ciała i są pokryte wodoodporną substancją tłuszczową, pochodzącą z gruczołu kuprowego. Dzięki takiej izolacji pluszcze mogą pływać pod wodą nawet podczas silnych mrozów, nie narażając się na wychłodzenie. Oczy pluszczów zaopatrzone są w dodatkową, częściowo przezroczystą błonę zwaną migotką. Umożliwia ona dobre widzenie pod wodą i niweluje silne odbicia promieni słonecznych od jej tafli. Jeśli chodzi o aparat oddechowy, to podczas nurkowania nozdrza ptaków blokowane są przez specjalną błonę, a pojemne płuca gromadzą drogocenny tlen. Pluszcze charakteryzuje także wyższy niż u innych ptaków lądowych poziom hemoglobiny we krwi, dlatego mogą na dłużej wstrzymać oddech. Niestety, w związku z ciężkimi kośćmi i krótkimi skrzydłami nie są dobrymi lotnikami. Fruwają dość ciężko i głównie poruszają się nisko nad wodą.

SKRZYDLACI ŁOWCY RYB

Idealnymi podwodnymi łowcami i nurkami w świecie ptaków są zimorodki. To jedyni reprezentanci rzędu kraskowych, którzy potrafią nurkować, wykorzystując do tego skrzydła. Ptaki te żyją w pobliżu wód, żywiąc się głównie niewielkimi rybami. Gdy tylko zobaczą przepływającą ofiarę, momentalnie pikują pod powierzchnię wody i chwytają ofiarę dziobem. Aby nie tracić siły rozpędu, za pomocą uderzeń skrzydeł wynurzają się z wody i wracają na ląd, by ogłuszyć i połknąć zdobycz. Jeśli chodzi o ptaki drapieżne, to jedynym,

Pluszcz to jedyny typowo lądowy ptak, który sprawnie pływa.

Fot. Shutterstock (2), Nature/BE&W

eprasa.pl c3c78c8db5

Afrykańskie sitatungi w momencie zagrożenia potrafią całkowicie zanurzyć się pod wodą.

prawdziwym nurkiem jest rybołów. Lata on nad dużymi zbiornikami, a gdy dostrzeże ofiarę, często najpierw zawisa nad nią w powietrzu, a następnie pikuje z ogromną siłą i wbija się w wodę. Chwyta śliską rybę zakrzywionymi pazurami i przy pomocy bardzo mocnych skrzydeł wypływa na powierzchnię, a następnie wzbija się w powietrze.

PŁYWAJĄCE KOPYTNE

Jeśli chodzi o ssaki kopytne, to zdecydowana ich większość potrafi pływać. Niektóre gatunki przemierzają zbiorniki wodne, migrując na inne tereny, a część chroni się w głębokiej wodzie przed niebezpieczeństwem. Jedyną antylopą, dla której pływanie to swego rodzaju sposób na życie, jest zamieszkująca bagienne tereny Afryki sitatunga. Zwierzę posiada długie, rozchodzące się racice, które ułatwiają mu brodzenie po bagnach oraz pływanie. Sitatungi zjadają roślinność wodną i zalane wodą trawy. W razie zaniepokojenia wskakują do głębokiej wody, w której nawet zdolne są do zanurkowania. Aby przeczekać niebezpieczeństwo, stoją nieruchomo pod wodą i widać tylko ich nozdrza i oczy.

Innymi dobrze pływającymi, ale nienurkującymi antylopami są również zamieszkujące Afrykę koby. Podobnie jak sitatungi wybierają do życia obszary bagienne i zalewowe, a w razie niebezpieczeństwa potrafią sprawnie pływać. Jeśli chodzi o jeleniowate, to nurkują jedynie łosie. Te ogromne ssaki preferują wilgotne lasy liściaste lub mieszane, obszary bagienne oraz brzegi dużych zbiorników wodnych. Oprócz delikatnych liści łosie zjadają także rośliny zielne, a ich przysmakiem są miękkie rośliny wodne zawierające cenny dla nich sód. Ssaki te nurkują z łakomstwa w celu pozyskania najsmaczniejszych kąsków z dna zbiornika. Pod wodą szczelnie zamykają nozdrza.

Wszystkie gatunki ssaków lądowych należące do rodziny świniowatych zdolne są do pływania. Mistrzem w tej umiejętności jest jednak dzikan (świnia) rzeczny z Afryki. Gatunek ten żyje na terenach tropikalnych i subtropikalnych, zawsze w pobliżu większych zbiorników wodnych. Wspaniale pływa i bardzo dobrze nurkuje. Świnie rzeczne mogą żywić się roślinami rosnącymi głęboko na dnie akwenu. Dobrymi pływakami i nurkami wśród świniowatych są także babirusy, zamieszkujące indonezyjskie wyspy i dość często uznawane za najmniej urodziwe zwierzęta

Dzikany rzeczne mogą przepłynąć zbiornik w pełnym zanurzeniu.

eprasa.pl c3c78c8db5

Koby zamieszkują afrykańskie obszary bagienne. Bardzo dobrze pływają.

świata. Inny bardzo dobrze pływający przedstawiciel świniowatych to świnia brodata z tropikalnych wysp Azji Południowo-Wschodniej. Gatunek ten jednak nie nurkuje, a pożywienie zdobywa głównie na lądzie.

NURKUJĄCA WAGA CIĘŻKA

Największymi ssakami lądowymi, które potrafią pływać, są słonie. Wszystkie ich trzy gatunki nie stronią od wody, ale szczególne zamiłowanie do pławienia się w niej przejawiają słonie indyjskie. Woda jest niezmiernie ważna w życiu tych zwierząt. Pomaga im utrzymać odpowiednią temperaturę ciała, nierzadko chroni przed upałem, ogranicza występowanie pasożytów, a wraz z ziemią tworzy błoto, będące czymś w rodzaju zabezpieczenia przed słońcem i insektami. Słonie aktywnie pływają, poruszając wszystkimi czterema kończynami. Ich styl poruszania się w wodzie przypomina trochę chodzenie po lądzie, ale mogą także pływać jak psy. Oprócz samego unoszenia się w wodzie ssaki te uwielbiają nurkować. Na przebywanie pod wodą pozwala im długa trąba, która pełni funkcję rurki oddechowej.

Wspaniałymi pływakami i nurkami są także amerykańskie i malajskie tapiry. Ssaki te zamieszkują obszary wilgotne i chcąc odpocząć lub się ochłodzić, wiele godzin spędzają zanurzone w wodzie z wystającą ponad powierzchnię długą trąbką, będącą połączeniem nosa z górą wargą. Potrafią także bardzo dobrze nurkować. Niemniejsze zamiłowanie do wody przejawiają gatunki nosorożców zamieszkujących Azję. Gdy są najedzone, lubią relaksacyjnie pływać lub większość dnia spędzać całkowicie zanurzone w wodzie. Kiedy jest bardzo gorąco lub doskwierają im owady, nosorożce nurkują nawet na kilkanaście sekund.

Świnie brodate sprawnie pływają między zaroślami namorzynów oraz w morzu.

Babirusy mają nieowłosioną skórę, dlatego podczas upałów wypoczywają w błocie lub w zbiorniku wodnym.

Fot. Shutterstock (4), Alamy/Indigo

eprasa.pl c3c78c8db5

Nosacze to jedyne małpy, które całe życie spędzają w zaroślach namorzynów. Często przepływają z jednego drzewa na drugie.

„WODNE" MAŁPY

Zdecydowana większość naczelnych nie przepada za pływaniem, ale w momencie zagrożenia lub przypadkowego znalezienia się w wodzie ich przedstawiciele zdołają dopłynąć do brzegu. Wyjątkiem są nosacze sundajskie, żyjące endemicznie na Borneo. Małpy całe życie spędzają w zaroślach mangrowych, które dostarczają im ich głównego pokarmu, czyli liści. Mangrowce z kolei rosną zawsze na granicy wody i lądu, toteż nosacze skazane są na życie nad wodą. Nierzadko, aby zmienić rewir czy pożywić się liśćmi lub kwiatami innego gatunku, muszą zwyczajnie do nich popłynąć. Podobnie jak makaki krabożerne (daw. jawajskie) potrafią także nurkować. Robią to rzadko i zazwyczaj tylko po to, by zmylić ścigającego je napastnika. Wspomniane makaki krabożerne w odróżnieniu od nosaczy żerują głównie na lądzie, ale zawsze w pobliżu wody. Małpy przeczesują brzegi rzek czy plaże morskie w poszukiwaniu uwięzionych podczas odpływów w szczelinach skalnych małych ryb czy bezkręgowców. Gdy chcą zmienić teren żerowania, bez problemu przepływają na drugą stronę rzeki. Ich chwytne i niezmiernie delikatne łapki wyczuwają potencjalną ofiarę nawet na większej głębokości. Wówczas małpa nurkuje nawet na 30 s.

POLOWANIE W WODZIE

Niedźwiedzie polarne to największe współcześnie żyjące lądowe ssaki drapieżne. W ich przypadku dość trudno określić, czy są bardziej lądowe, czy wodne. Jeśli uznać, że zamarznięta woda jest lądem, to niedźwiedzia polarnego traktować można jako ssaka lądowego. Niedźwiedzie te są urodzonymi pływakami. Mogą nawet kilka godzin spędzić w lodowatej wodzie i do tego jeszcze nurkować, zamykając przy tym nozdrza. Stwierdzono, że wstrzymują oddech nawet na 2 min. Pod wodą dobrze widzą, co pozwala im zlokalizować lub ścigać na krótki dystans foki, będące ich głównym pożywieniem. Innymi dobrymi pływakami wśród niedźwiedzi są nasze krajowe

Tapiry często wypoczywają pod wodą, wystawiając tylko trąbkę ponad jej powierzchnię.

Jaguary to jedyne duże koty, które potrafią złowić zdobycz pod wodą.

eprasa.pl c3c78c8db5

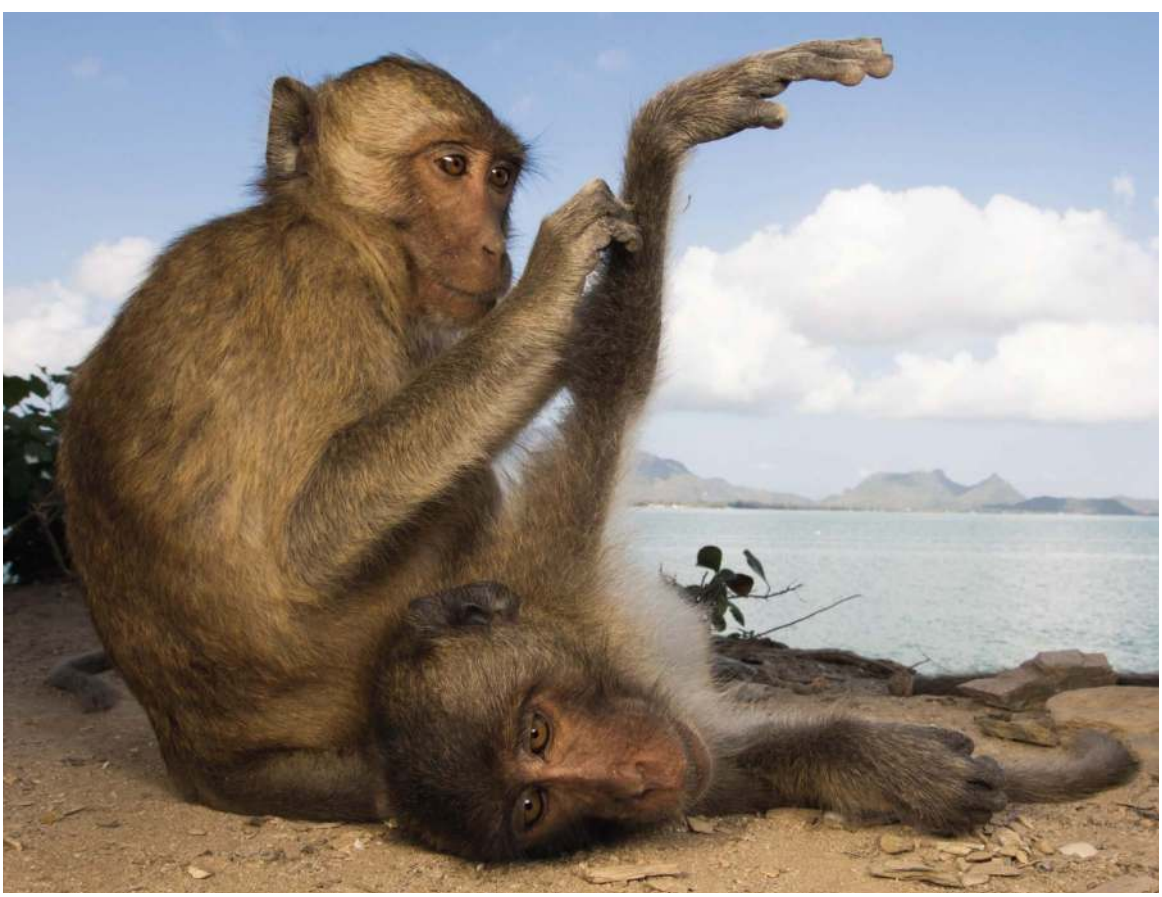
niedźwiedzie brunatne oraz amerykańskie baribale (niedźwiedzie czarne).

Wśród psowatych mistrzami pływania są południowoamerykańskie pakożery, zwane dawniej psami leśnymi. Te niewielkie stadne zwierzęta żywią się – jak sama nazwa wskazuje – pakami (duże gryzonie), ale nie gardzą innymi małymi ssakami, ptakami, płazami, gadami i rybami, które wyławiają prosto z wody. Zdarza się, że przeszukują podczas nurkowania dno zbiorników.

Jeśli chodzi o kotowate, to nie przepadają za zbytecznym moczeniem się. Ale pewne gatunki na przekór pobratymcom godzinami zażywają kąpieli, a nawet sprawnie pływają i łapią zdobycz znajdującą się w wodzie. Do wytrawnych pływaków należy jaguar, zamieszkujący gęste, poprzecinane kanałami rzek wilgotne lasy deszczowe Ameryki. Pływanie jest więc w jego przypadku umiejętnością wymaganą. Co chwilę kot musi przeprawiać się przez rzekę, bagna lub większe jezioro. Jaguary mogą upolować pływającego w wodzie kajmana, kapibarę lub ariranię (wydrę). Nie pogardzą także słodkowodnymi żółwiami (mają miękki pancerz) i rybami. Tygrysy także pływają. Zarówno podgatunki zamieszkujące północny wschód Azji, jak i te z tropikalnych dżungli Indii czy Malezji. W większości przypadków zamieszkują tereny poprzecinane rzekami lub mokradłami, dlatego umiejętność ta jest dla nich kluczowa w momencie migracji czy ścigania zdobyczy. Tygrysy uwielbiają wypoczywać w wodzie, z której wystaje im tylko głowa.

Południowoamerykańskie pakożery (psy leśne) pływają i nurkują. Mogą upolować nawet rybę.

Typowym kotowatym, który funkcjonuje w środowisku wodno-bagiennym, jest kotek cętkowany (taraj). Ten niewielki ssak w głównej mierze żywi się rybami oraz innymi mniejszymi zwierzętami wodnymi i lądowymi. Bardzo dobrze pływa i potrafi nurkować. Palce taraja są częściowo zrośnięte, a niewielka błona pławna ułatwia mu pływanie. Od wody nie stroni też kot błotny (chaus). Gatunek ten żyje w Azji w różnych



Makaki krabożerne nurkują, by wyłowić z wody małe zwierzęta, którymi się żywią.

Fot. Shutterstock (3), Nature/BE&W (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

Wszystkie podgatunki tygrysów uwielbiają kąpiele i dobrze pływają.

środowiskach, a żywi się niewielkimi zwierzętami. Chausy bardzo dobrze pływają, a nawet nurkują, kiedy np. uciekają przed drapieżnikami lub chcą pochwycić rybę. Prawdziwym rybożernym kotowatym jest skrajnie zagrożony wyginięciem kotek kusy, zamieszkujący tropikalne lasy deszczowe Malezji i Indonezji. Kotki kuse bardzo dobrze pływają, potrafią także nurkować, a żywią się głównie rybami i płazami, które łowią bezpośrednio w wodzie. Po upolowaniu zdobyczy kot odciąga ją od wody na odległość 2 m i dopiero wówczas uśmierca i zjada.

GRYZONIE, TORBACZE...

Mistrzami pływania wśród gryzoni są ziemno-wodne nutrie i karczowniki. Jednak typowo lądowymi, które uwielbiają kąpiele wodne, są największe gryzonie świata, czyli kapibary. Te zamieszkujące wilgotne pampy i mokradła ssaki gustują w miękkich roślinach wodnych, wyławianych podczas nurkowania w rzekach i jeziorach. Palce kapibar spięte są niewielką błoną pławną, która ułatwia im pływanie. Za dobrych pływaków uważa się także szczury wędrowne. Generalnie unikają wody, ale w razie konieczności przepływają nawet spory zbiornik. Wśród torbaczy tylko nieliczne gatunki obdarzone są zdolnością pływania. Ponieważ większość żyje na półpustyniach lub na drzewach, umiejętność ta na niewiele by się im zdała. Za dobrych pływaków uchodzą jedynie oposy, z czego szczególnie lubiącym wodę jest japok wodny. Ten środkowoamerykański torbacz chętnie poluje na ryby i płazy, przy czym wspaniale pływa i nurkuje. Palce jego tylnych kończyn spina błona pławna, a otwór torby lęgowej, w której dorastają młode, jest silnie umięśniony i uniemożliwia dostanie się wody do środka podczas nurkowania. Wśród ssaków owadożernych najbardziej

Kotki cętkowane (taraje) dobrze pływają i potrafią polować na ryby.

eprasa.pl c3c78c8db5

Kapibary to największe gryzonie świata. Prawie całe życie spędzają na obszarach bagiennych.

związanymi z wodą są zamieszkujące także Polskę rzęsorki. Są świetnymi pływakami, a pod wodą aktywnie polują. Ich futro zatrzymuje pęcherzyki powietrza, co sprawia, że pod powierzchnią wyglądają jak srebrzyste kulki. Powietrze to chroni je przed wyziębieniem, a po upolowaniu zdobyczy ułatwia wypłynięcie.

LĄDOWE GADY WODNE

Zdecydowana większość gadów to zwierzęta lądowe. W niektórych jednak przypadkach (żółwie, węże) ewolucja ponownie wprowadziła je do środowiska wodnego, bez którego nie mogłyby funkcjonować. Z gadów typowo lądowych umiejętnością pływania charakteryzuje się większość gatunków jaszczurek i węży. Przedstawicielami węży lądowych, które prawie całe życie spędzają w wodzie, są anakondy. Te największe węże świata mogą tygodniami leżeć w płytkiej ciepłej wodzie, trawiąc upolowaną ofiarę. Zamieszkują południowoamerykańskie bagniska i lasy tropikalne, gdzie żywią się kapibarami, rybami, ptakami wodnymi, a nawet kajmanami, jeleniami i tapirami. Bardzo dobrze pływają i nurkują.

Jeśli chodzi o mniejsze węże lądowe, to dobrych pływaków znajdziemy w podrodzinie zaskrońcowatych (zaskrońce i pończoszniki). Gady te żyją w pobliżu zbiorników wodnych, gdzie chętnie polują na ryby oraz płazy. Innymi lądowymi gadami, które bardzo dobrze radzą sobie w wodzie, są legwany zielone. Te nadrzewne gady w odróżnieniu od pozostałych jaszczurek żywią się pokarmem pochodzenia roślinnego (liście, kwiaty, owoce). Często jednak padają łupem ptaków drapieżnych, toteż w momencie zagrożenia momentalnie spadają z gałęzi prosto do wody. Legwany zielone dobrze pływają i nurkują. Bezapelacyjnymi mistrzami nurkowania wśród gadów lądowych są zamieszkujące Galapagos legwany morskie. Gady prawie cały dzień wygrzewają się na ciepłych skałach głównie po to, by w odpowiednim momencie wskoczyć do zimnego oceanu. Legwany nurkują nawet na kilkanaście metrów i obgryzają ze skał swój największy przysmak, czyli glony morskie. Jako zwierzęta zmiennocieplne szybko tracą właściwą ciepłotę ciała, dlatego gdy tylko się pożywią, muszą szybko wracać na ciepły ląd. W przeciwnym razie zbytnie wychłodzenie spowalnia ich metabolizm, a w konsekwencji powoduje śmierć.

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

Anakondy potrafią tygodniami leżeć w wodzie, trawiąc zdobycz.

Fot. Shutterstock (2), Nature/BE&W (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

NIEZWYKŁE KWASY

eprasa.pl c3c78c8db5

Wszędzie dookoła nas znajdują się związki chemiczne będące kwasami. Wiadomo, że niektóre z nich są niebezpieczne, ale jest też wiele pożytecznych i przydatnych.

MIROSŁAW DWORNICZAK

W POSZUKIWANIU kwasów zajrzyjmy najpierw do kuchni. Znajdziemy ich tam sporo. Jednym z podstawowych, bardzo cennych, jest kwas octowy (E260), którego roztwór (zwykle 4–10%) znamy jako ocet. Możemy kupić rozmaite rodzaje octu, ale każdy zawiera ten sam związek – kwas octowy. Przezroczysty ocet spirytusowy to przemysłowy produkt utleniania alkoholu etylowego otrzymywanego zwykle z ziemniaków albo zbóż. Z kolei ocet jabłkowy uzyskuje się w drodze fermentacji octowej z moszczu jabłkowego i ma przeważnie barwę jasnożółtą. Następny to ocet winny, który otrzymuje się z białego lub czerwonego wina. Biały ocet jest bardziej obojętny w smaku, czerwony – bardziej aromatyczny. Ten drugi nadaje potrawie lekko różową lub czerwoną barwę, dlatego używa się go m.in. do marynowania czerwonych mięs. Mamy jeszcze produkt bardziej ekskluzywny: tzw. ocet balsamiczny. Ten pochodzi z przetworzonego moszczu winogronowego. Jest gęsty (konsystencja syropu), ciemny, wyjątkowo aromatyczny i zwykle najdroższy, ponieważ musi dojrzewać w drewnianych beczkach (nawet do 25 lat!). Do przygotowania potraw wymagających zakwaszenia najlepiej nadaje się delikatny ocet jabłkowy lub winny. Balsamicznego używa się jako luksusowego dodatku do wyjątkowych dań. Uwaga, należy go stosować z wielkim umiarem ze względu na silny aromat.

W kuchni sprawdza się też kwas cytrynowy (E330). Ma postać białego proszku, a służy do zakwaszania potraw, marynowania i kiszenia, zmiękczania mięsa – zwykle w zastępstwie soku z cytryny (który oczywiście też zawiera naturalny kwas cytrynowy). Uzyskuje się go w drodze fermentacji mikrobiologicznej z użyciem grzyba *Aspergillus niger*. W tym przypadku stosuje się starannie wyselekcjonowane szczepy, które nie są groźne dla człowieka. Poza tym końcowy produkt jest oczyszczany z ewentualnych pozostałości pleśni. Kwas cytrynowy uzyskiwano kiedyś z cytryn i limonek, ale ten proces produkcji jest złożony, a co za tym idzie – drogi.

Kolejnym kwasem, który czasami stosujemy w kuchni, jest kwas mlekowy (E270). W sposób naturalny powstaje w kwaśniejącym mleku, jak też innych produktach podlegających fermentacji mlekowej. Dostępny w handlu, zwykle jako bardzo gęsty 80-procentowy roztwór, służy do zakwaszania, szczególnie delikatnych marynat, ponieważ ma zdecydowanie łagodniejszy smak niż octowy i cytrynowy.

Rozmaite rodzaje octu i surowce do ich produkcji

Mamy też jeszcze jeden kwas – askorbinowy (E300). Znamy go pod popularną nazwą witaminy C. Przemysłowo jest on także wytwarzany metodami biotechnologicznymi – z D-glukozy. W domu jest spotykany rzadziej, ale duże ilości tego kwasu oraz jego soli i estrów wykorzystuje przemysł spożywczy. Poza tym, że ma właściwości zakwaszające, jest doskonałym przeciwutleniaczem (antyoksydantem).

FERMENTACJA

Skoro już jesteśmy przy temacie kwasów w kuchni, wypada wspomnieć o ważnym procesie biologicznym, który od dawna służy nam m.in. do konserwacji żywności. Mam tu na myśli fermentację, w której biorą

Ocet balsamiczny dojrzewa w beczkach.

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl c3c78c8db5

Kolonia grzyba *Aspergillus niger* na pietruszce

udział mikroorganizmy, głównie bakterie i grzyby. Produktem przemian są właśnie rozmaite kwasy organiczne. Znamy kilka rodzajów fermentacji, przy czym najczęściej korzystamy z fermentacji mlekowej. Przebiega w warunkach beztlenowych, a kluczową rolę odgrywają tu bakterie kwasu mlekowego. Przetwarzają one przy pomocy enzymów obecne w żywności cukry na kwas mlekowy. Ten ciąg reakcji skutkuje powstaniem tak lubianych produktów jak kwaszona kapusta i ogórki, kwaśne mleko, kefiry i jogurty oraz sery. Proces fermentacji jest też kluczowy w powstawaniu zakwasu wykorzystywanego w piekarnictwie.

Następnym rodzajem fermentacji jest octowa. Przebiega ona w warunkach tlenowych w obecności bakterii octowych (*Acetobacter* i *Gluconacetobacter*) i polega na przetworzeniu alkoholu etylowego w kwas octowy. Właśnie ten proces odpowiada za kwaśnienie wina. Mamy też trochę nietypową fermentację grzybową. W tym przypadku kluczową rolę odgrywają grzyby i pleśnie, głównie z rodzajów *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*. Efektem tego procesu jest intensywny smak umami. Ten rodzaj fermentacji wykorzystuje się m.in. do produkcji klasycznych grzybów pleśniowych. Proces ten stosuje się także do otrzymywania typowych dalekowschodnich produktów, takich jak miso, tempeh czy koji. Wszystkie powstają na bazie soi. Warto podkreślić różnicę pomiędzy fermentacją i marynowaniem. Pierwszy z tych procesów jest typowo biologiczny, natomiast drugi – chemiczny (wymaga dodania kwasu, zwykle octowego).

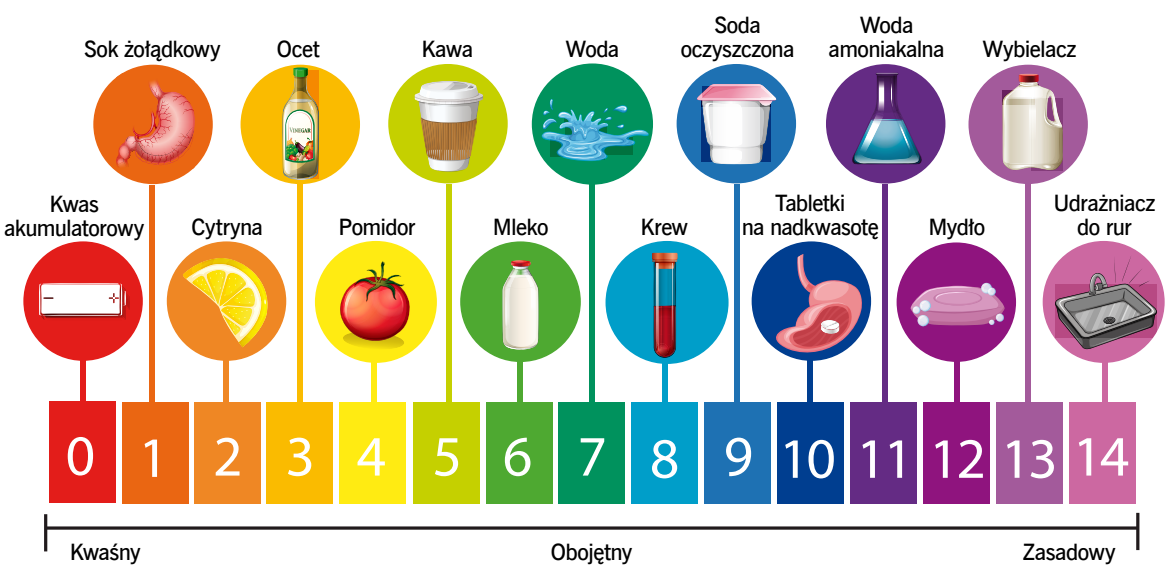
CZYŚCIMY

Większość środków czyszczących ma charakter lekko lub nawet silnie zasadowy. Wynika to z faktu, że tłuszcze, będące istotnym składnikiem brudu, łatwo wchodzą w reakcje z zasadami, tworząc sole organiczne rozpuszczalne w wodzie. Ale w zestawie środków czyszczących nie braknie też kwasów. Jedną z rzeczy, z którą w zasadzie na okrągło walczymy w domu, jest kamień. Osadza się on w czajnikach, ekspresach do kawy, na bateriach kuchennych i łazienkowych,

Kwaśność kwasu

Kwasy dzielą się ze względu na budowę cząsteczki na nieorganiczne (jak solny, siarkowy czy azotowy) oraz organiczne (octowy, cytrynowy, mlekowy itp.). Mamy też ważny podział na kwasy mocne (solny, siarkowy itd.), te o średniej mocy (np. fosforowy) oraz słabe (octowy, mlekowy). Miarą „kwaśności" jest wartość pH. Nie wdając się w szczegóły – im mniejsza wartość, tym kwaśniejszy jest roztwór. Przy wartości 7 roztwór jest obojętny, a powyżej tej wartości mamy substancję zasadową. Niektóre kwasy są silnie żrące i niebezpieczne, inne zaś – całkiem łagodne.

Skala pH



eprasa.pl c3c78c8db5

Bezpieczeństwo przy pracy z kwasami

Takie kwasy jak zwykły octowy (5–10%), cytrynowy czy mlekowy na szczęście nie są bardzo szkodliwe, niemniej warto pamiętać, aby przechowywać je poza zasięgiem dzieci. Inaczej jest z tymi bardzo agresywnymi – solnym (HCl), siarkowym (H_2SO_4), azotowym (HNO_3) czy fosforowym (H_3PO_4) albo lodowatym octowym (80–100%). Są naprawdę niebezpieczne i wtedy, gdy z nimi pracujemy, musimy przestrzegać pewnych reguł. Przede wszystkim warto działać w rękawicach. I tu istotna uwaga: rękawice muszą być nitrylowe albo neoprenowe. Lateksowe odpadają, bo stanowią słabą barierę przed silnymi kwasami. Warto też używać okularów ochronnych, aby zabezpieczyć oczy. Ubiór powinien być z włókien naturalnych; poliestry od razu się niszczą.

Gdy takim kwasem się oblejemy, natychmiast należy zdjąć z siebie zanieczyszczoną odzież, a polane fragmenty ciała spłukiwać obficie letnią bieżącą wodą. Płukanie powinno trwać nawet 15 min. Uwaga: nie należy stosować do płukania żadnych roztworów zasadowych, ponieważ reakcja zobojętniania może przebiegać z wydzieleniem ciepła i dodatkowo nas poparzyć. Jeśli polejemy kwasem oczy albo dużą powierzchnię ciała, warto zasięgnąć porady lekarza. Jeśli gdzieś rozlejemy kwas, można go ostrożnie zneutralizować za pomocą dużej ilości sody (węglanu lub wodorowęglanu sodu).

jak też w wielu miejscach mających styczność z wodą wodociągową. Sam kamień (zwany kotłowym) powstaje głównie w trakcie podgrzewania wody – wytrącają się wtedy sole: węglany wapnia i magnezu. Nie da się go łatwo usunąć mechanicznie, np. skrobiąc. Dlatego musimy sięgnąć po środki o charakterze kwaśnym. Doskonale sprawdzi się tutaj kwas cytrynowy, który działa efektywnie, a zarazem łagodnie. Dużą zaletą jest to, że nie wydziela zapachu. Wystarczy więc do czajnika nalać wody, dosypać kwasu, podgrzać roztwór do wrzenia i zostawić na 20–30 min. Po tym czasie wylewamy całość i płuczemy. Zamiast kwasu cytrynowego możemy użyć klasycznego octu, ale tu płukanie musi być dłuższe, żeby pozbyć się zapachu.

Do czyszczenia różnych miejsc stosuje się też pastę zrobioną z mieszaniny sody oczyszczonej z octem. Zachodzi tu reakcja chemiczna, w której wydziela się gazowy dwutlenek węgla. Pęcherzyki gazu powodują mechaniczne odrywanie brudu z powierzchni, a środki chemiczne reagują z tłuszczami. Takie czyszczenie należy do najbardziej ekologicznych.

Jeśli mamy do odtłuszczenia i odrdzewienia powierzchnię metalową, najlepiej użyć kwasu fosforowego (20–35%). Co prawda ma on średnią moc, ale należy go traktować jako silnie żrący i zawsze pracować w rękawicach. Jeszcze jednym czyszczącym środkiem kwaśnym jest kwas szczawiowy. Działa podobnie do cytrynowego, ale w przeciwieństwie do niego jest trujący. Wiele innych kwasów, głównie organicznych, wchodzi w skład profesjonalnych środków czyszczących.

ORGANIZM CZŁOWIEKA

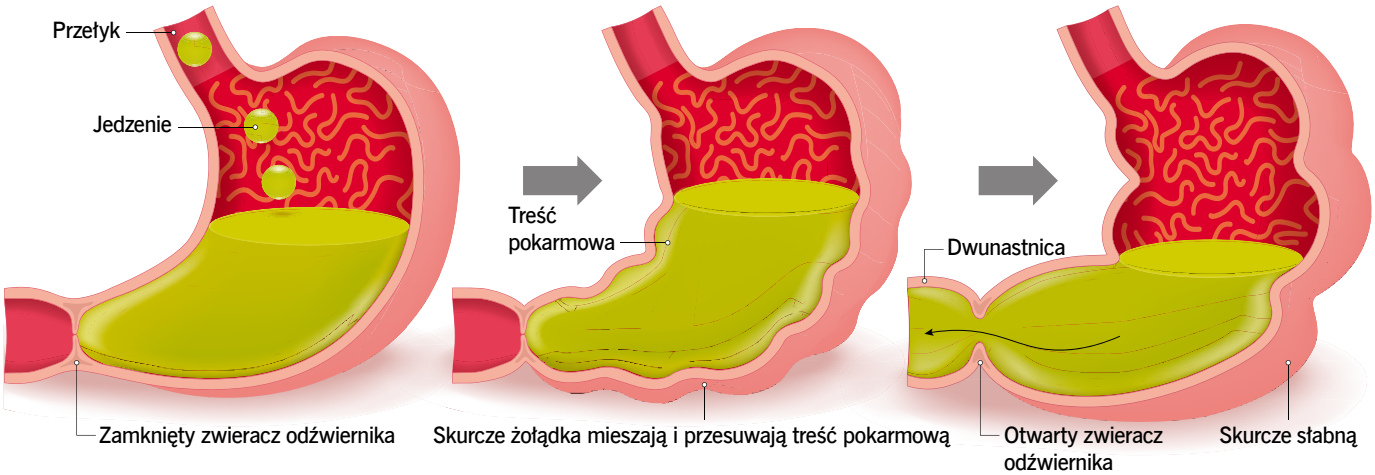
W ludzkim organizmie występuje olbrzymia liczba rozmaitych związków chemicznych. Są wśród nich oczywiście kwasy, np. solny, wchodzący w skład soku żołądkowego. Jest on dość silny. Jego stężenie to ok. 0,5%, natomiast pH wynosi 1,5–3,5. Aktywuje enzymy trawienne powodujące przede wszystkim rozkład białek. Dodatkowo denaturuje białka, dzięki czemu łatwiej je strawić. Oprócz tego pełni ochronną funkcję, gdyż niszczy obecne tam drobnoustroje. Tu warto wspomnieć o tym, że wielu ludzi cierpi na zgagę, czyli cofanie się kwaśnej treści pokarmowej do przełyku. Zwykle szybko pomagają tu leki zobojętniające, w tym przypadku lekko zasadowe. Dają one doraźną ulgę, ponieważ usuwają nadmiar kwasu. Niestety, nie hamują dalszej jego produkcji, więc nie usuwają przyczyny. Aby to zrobić, trzeba przyjmować leki – inhibitory pompy protonowej – które silnie hamują wydzielanie kwasu solnego.

Fermentacja przemysłowa prowadzona jest w odpowiednich zbiornikach.

Fermentacja soku z agawy – produkcja tequili

Fot. Shutterstock (4)

eprasa.pl c3c78c8db5



Trawienie w żołądku

Innym kwasem, spotykanym m.in. w mięśniach, jest kwas mlekowy. Powstaje on w trakcie wysiłku, gdy dochodzi do niedoboru tlenu w mięśniach. Metabolizowana glukoza przekształca się wówczas właśnie w kwas mlekowy. Nie jest on jednak przyczyną tzw. zakwasów, ponieważ dość szybko zostaje usunięty wraz z krwią. Same zakwasy są spowodowane przez mikrourazy włókien mięśniowych.

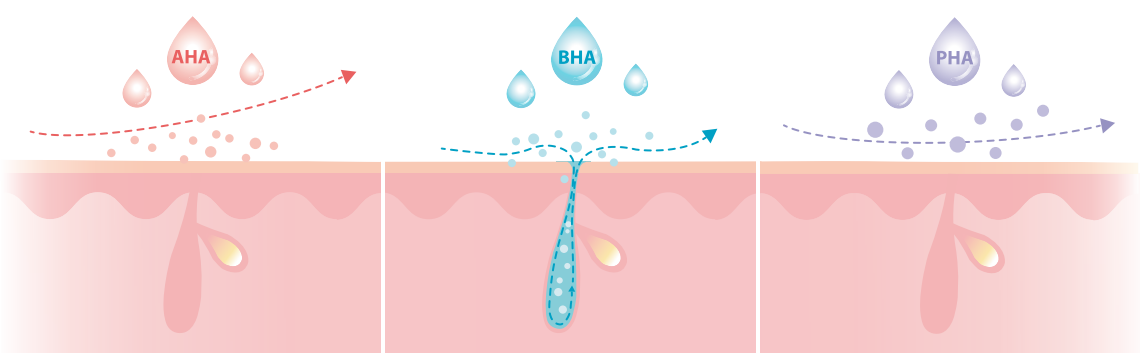
Kolejnymi kwasami bardzo istotnymi dla naszego metabolizmu są: pirogronowy, cytrynowy i bursztynowy. Występują one w tzw. cyklu Krebsa (cyklu kwasu cytrynowego), konkretnie w mitochondriach, gdzie produkowana jest energia chemiczna w postaci ATP. Poza tymi wymienionymi mamy ich jeszcze sporo. Kwasy tłuszczowe (m.in. budują błonę komórkową), kwas moczowy, będący produktem rozkładu puryn, powstające w wątrobie kwasy żółciowe, no i oczywiście kwasy nukleinowe – DNA i RNA.

Tu warto jeszcze wspomnieć o znanym w świecie medialnym micie o „lewoskrętnej witaminie C", według zapewnień marketingowców lepiej przyswajalnej. W skrócie: witamina C to właśnie kwas L-askorbinowy. Ludzie często zakładają, że litera L oznacza skrętność, a to błąd. Jest to oznaczenie tzw. konfiguracji względnej. Skrętność to tzw. aktywność optyczna – a witamina C skręca płaszczyznę polaryzacji światła w prawo. Warto też wiedzieć, że nasz organizm jej nie produkuje, a ponieważ jest nam niezbędna, musimy ją przyjmować z pożywieniem. I jeszcze jeden „kwasowy" mit – odchudzanie z pomocą octu jabłkowego. Szczegółowe badania pokazują, że nawet jeśli taki efekt się pojawia, to jest on niewielki. Trzeba też pamiętać, że ocet może powodować podrażnienie przełyku i żołądka, a także negatywnie wpływać na szkliwo zębów.

„ODKWASZANIE ORGANIZMU"

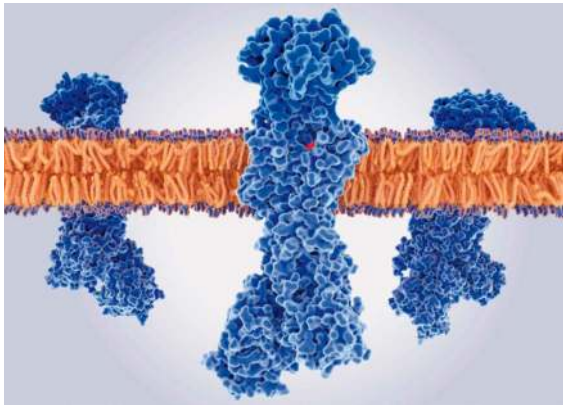
Organizm człowieka automatycznie dostosowuje to, co się dzieje we wnętrzu, do różnych zmian zewnętrznych. Człowiek zjada różne pokarmy, niektóre mają charakter kwaśny, inne raczej zasadowy. Co ważne, kwasowość pożywienia nie ma praktycznie żadnego wpływu na pH krwi. U zdrowego człowieka jego wartość wynosi 7,35–7,45, czyli krew jest lekko zasadowa. Niezależnie od tego, co będziemy jedli, odczyn krwi zmieni się o maksymalnie 0,01–0,02 jednostki. Wynika to z faktu, że krew to tzw. roztwór buforowy, czyli taka mieszanina, która nie zmienia wartości pH nawet wtedy, gdy doda się do niej niewielkie ilości kwasu lub zasady.

Popularna pseudonauka głosi, że niektóre pokarmy zakwaszają organizm. Należą do nich mięsa, zboża czy nabiał. Dlatego postuluje się jego „odkwaszenie" specjalną dietą. Naukowe badania absolutnie nie potwierdzają takiego działania. Warto jednak dodać, że postulowana dieta alkaliczna, zalecająca spożywanie większej ilości warzyw, owoców czy orzechów, jest korzystna dla zdrowia ze względu na zawartość



Wpływ kwasów na skórę. AHA mają właściwości złuszczające. BHA wnikają głęboko w pory. Duże cząsteczki PHA działają na powierzchni. To łagodniejsza generacja kwasów złuszczających.

eprasa.pl c3c78c8db5



Pompa protonowa (przerzuca jony wodoru przez błonę komórkową) zablokowana przez inhibitor. Ogranicza to wydzielanie w żołądku kwasu solnego.

takich składników jak błonnik, substancje mineralne czy przeciwutleniacze. Nie ma jednak absolutnie żadnych dowodów na to, że leczy czy choćby zapobiega nowotworom lub innym chorobom. Pamiętajmy więc, że nie istnieją żadne specjalne i magiczne „odkwaszanie" czy też suplementy, które w tym pomogą. Warto jednak pilnować dobrej zbilansowanej diety. To na pewno wyjdzie nam na zdrowie.

I jeszcze jedna uwaga medyczna. Należy koniecznie odróżnić to mityczne „zakwaszenie" od poważnego problemu, jakim jest kwasica metaboliczna, gdy pH krwi spada poniżej 7,35. Występuje ona zwykle w przypadku ciężkiego stanu w cukrzycy (kwasica ketonowa), niewydolności nerek, a także przy niektórych zatruciach. Taka kwasica wymaga pilnej interwencji medycznej i na pewno nie pomogą suplementy.

KWASY W KOSMETYCE

Nasza skóra ma odczyn lekko kwaśny (pH ok. 5,5). Klasyczne mydła, będące solami sodowymi lub potasowymi kwasów tłuszczowych, są jednak zasadowe. Jeśli przygotowujemy mydła własnoręcznie, zmianę pH osiąga się, dodając w trakcie produkcji jakiś kwas organiczny – zwykle cytrynowy albo mlekowy. Warto tu sięgnąć po sprawdzone przepisy, aby nie przedobrzyć. Dostępne w handlu mydła to tzw. mydła bez mydła – składają się one głównie z detergentów syntetycznych.

Ale w kosmetyce używa się też całej gamy innych kwasów. Jednym z najczęściej stosowanych jest kwas hialuronowy. Jest to w zasadzie grupa złożonych związków z grupy polisacharydów, mających niezwykłą zdolność wiązania cząsteczek wody. Badania pokazują, że jedna cząsteczka tego kwasu wiąże nawet do 250 cząsteczek H_2O. Dodaje się go do kosmetyków w celu poprawy nawilżenia skóry, poprawy jej jędrności i elastyczności oraz wygładzania drobnych zmarszczek. Wspiera także regenerację skóry poprzez stymulowanie produkcji kolagenu i elastyny.

Inną bardzo często stosowaną grupą kwasów są te znane pod skrótami AHA/BHA/PHA. Kryją się pod nimi kwasy alfa-, beta- oraz polihydroksylowe. Z kosmetologicznego punktu widzenia są między nimi drobne różnice, ale mówiąc ogólnie, ich działanie polega na złuszczaniu naskórka (rozpuszczają jego wierzchnią martwą warstwę), czyszczeniu porów, redukcji przebarwień itp. Są one m.in. składnikami peelingów, toników do skóry oraz kremów. Jednym z najpopularniejszych kwasów formalnie należących do grupy BHA jest kwas salicylowy, pierwotnie otrzymywany z kory wierzby (łac. *Salix*). Jest on bardzo istotny w walce z trądzikiem.

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.

Ciekawostki

- Prawdopodobnie pierwszą opisaną reakcją chemiczną był proces trawienia marmuru (węglan wapnia) skwaśniałym winem (czyli kwasem octowym). Zauważono, że poza zniszczeniem powierzchni minerału wydziela się gaz – dziś wiemy, że to dwutlenek węgla.
- Pliniusz Starszy opisuje historię, jak Kleopatra założyła się z Markiem Antoniuszem o to, kto spożyje droższy posiłek. Marek wydał wystawne przyjęcie, a Kleopatra miała kielich ze skwaśniałym winem, zdjęła z ucha bardzo drogą perłę (węglan wapnia), wrzuciła do kielicha, poczekała, aż się rozpuści, i wypiła napój. Reakcja chemiczna była dokładnie taka sama, jak opisana powyżej.
- William Beaumont, XIX-wieczny amerykański lekarz, miał pacjenta, któremu po postrzale został trwały otwór prowadzący do żołądka. Przez wiele lat obserwował u niego proces trawienia jedzenia. Na nitce wprowadzał pokarm do żołądka, a potem pobierał próbki soku. Odkrył, że kwas jest produkowany bezpośrednio w tym narządzie, a nie powstaje w wyniku „gnicia" pokarmu. To, że mamy do czynienia z kwasem solnym (HCl), ustalił angielski lekarz i chemik William Prout.
- W 2017 r. badania wykazały, że już 50 tys. lat temu neandertalczycy stosowali do leczenia infekcji korę, pąki lub liście topoli, zawierające naturalny kwas salicylowy, przodka dzisiejszej aspiryny.
- Kwas azotowy (HNO_3) barwi skórę na kolor żółty. Jest to wynik reakcji ksantoproteinowej, w której aminokwasy aromatyczne reagują z kwasem (nitrowanie). Jeśli to miejsce potraktuje się wodą amoniakalną (roztwór NH_3), barwa zmieni się na pomarańczową.
- Koty nie wyczuwają smaku słodkiego, ale są wrażliwe na smak kwaśny. Pozwala im to wyczuwać m.in. zepsute mięso.

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl c3c78c8db5

Młode króliki europejskie

eprasa.pl c3c78c8d15

MIĘDZY NORĄ A STEPEM

Puchate, długouche i absolutnie fascynujące zajęczaki toczą nieustanną walkę o przetrwanie.

KATARZYNA KORNICKA-GARBOWSKA

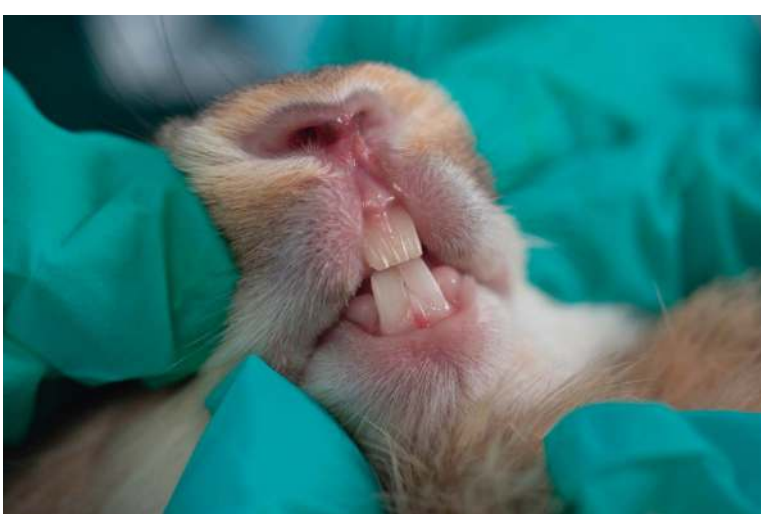
Z UWAGI na podobieństwo do gryzoni – duże przednie zęby i roślinna dieta – zajęczaki aż do początków XX w. klasyfikowano właśnie do tego rzędu (Rodentia). Dopiero późniejsze badania anatomiczne i genetyczne jasno wykazały, że zbliżona budowa zębów siecznych (zajęczaki mają dwie, a gryzonie jedną parę siekaczy w górnej szczęce) to wynik ewolucji zbieżnej (niezależne wykształcenie analogicznych cech u niespokrewnionych linii ewolucyjnych) i zwierzęta te zaliczono do zupełnie innych rzędów, aczkolwiek ujętych w jeden klad siekaczowców. Dziś rząd zajęczaków (Lagomorpha) liczy ok. 81 gatunków przypisanych do 12 rodzajów. W Polsce żyją dwa z rodzaju zając – zające szarak i bielak – oraz jedyny przedstawiciel rodzaju królik, czyli królik europejski.

POZORY MYLĄ

Analiza skamieniałości wykazała, że ich przodkowie pojawili się 55–50 mln lat temu, na początku eocenu. Rozkwit tej grupy nastąpił nieco później, w eocenie i oligocenie, kiedy miejsce lasów zaczęły zajmować rozległe trawiaste tereny otwarte. Długie uszy, podobny sposób poruszania, liczne potomstwo i futro w zbliżonym kolorze sprawiają, że króliki i zające są ze sobą mylone, ale głębszy wgląd w ich biologię ujawnia wiele znaczących różnic. W ujęciu systematycznym ich drogi rozchodzą się w obrębie rzędu. Króliki należą do rodzaju *Oryctolagus*, a zające – *Lepus*, bo obrały zupełnie różne strategie przetrwania. I tak króliki postawiły na bezpieczeństwo i życie w grupie – stały się rezydentami podziemi – kopią rozbudowane systemy tuneli, w których odpoczywają i wychowują młode. Zające wybrały niezależność i samotność, a większość czasu spędzają na otwartej przestrzeni. By na niej przetrwać, musiały stać się niezwykle szybkie. Ich ciało zostało zaprojektowane do sprintu, który umożliwiają smukła sylwetka, długie uszy (zakończone charakterystycznymi ciemnymi końcówkami) i potężne tylne kończyny. Śpią w tzw. kotlinkach – płytkich zagłębieniach ukrytych w trawie lub pod krzewami i pełniących funkcję legowiska. Młode są całkowicie pozbawione zapachu i posiadają ochronne ubarwienie, co czyni je niewidzialnymi dla drapieżników. Po upływie 2 tyg. zostają rozdzielone do osobnych kotlinek. Matka wraca do nich tylko na czas karmienia. Z kolei króliki żyją w pobliżu schronienia i pokonują mniejsze dystanse, mają bardziej krępe sylwetki, a ich uszy i kończyny są krótsze.

Interesująco wyglądają różnice w strategii rozrodczej, które w przypadku gatunków należących do jednej rodziny zdarzają się niezwykle rzadko.

Czaszka zająca bielaka. W szczęce znajdują się dwie pary siekaczy (jedna za drugą).



Siekacze królika rosną nieprzerwanie przez całe życie zwierzęcia, ale ścierają się podczas żucia włóknistego pokarmu.

Fot. Nature/BE&W, Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

Zające szaraki boksujące się przednimi łapami – typowa scena dla marcowych godów

Okresy godowe zajęcy, określane w języku łowieckim jako parkoty, najczęściej przypadają w marcu i przybierają postać iście bokserskich walk. Długo uważano, że w potyczce udział biorą dwa samce. Do wymiany ciosów dochodzi jednak między samcem i samicą, która daje jasny sygnał, iż na rozród nie jest gotowa. Ten brutalny test służy sprawdzeniu kondycji samca i ocenie, czy jego geny są warte przekazania kolejnym pokoleniom. Naturalnym elementem zalotów jest też pościg za samicą, który weryfikuje kondycję partnera i determinację do rozrodu. Urodzone po ponad 40 dniach ciąży młode zające przychodzą na świat z otwartymi oczami, gęstym futrem i umiejętnością szybkiego biegu, dzięki czemu mają szansę przetrwać na otwartej przestrzeni, gdzie ucieczka przed drapieżnikiem to kwestia życia i śmierci.

Młode króliki rodzą się po 30 dniach ciąży bezwłose i ślepe, całkowicie zależne od matki. Dorastają w norach określanych jako kotniki – wyściełanych sierścią matki (wyskubuje ją z brzucha), trawą i mchem, które pomagają chronić maluchy przed chłodem. Matka ogranicza czas spędzany w kotniku do minimum, by nie wabić swoim zapachem potencjalnych drapieżników. Karmi młode zaledwie raz lub dwa razy w ciągu doby, ale jej mleko (niezwykle tłuste i pożywne) bez problemu zaspokaja ich zapotrzebowanie pokarmowe. Króliczki otwierają oczy po 10 dniach, a po 4 tyg. zaczynają opuszczać norę, próbując stałego pokarmu. Samodzielne stają się po ukończeniu 2 mies.

MIŁOSNE UNIESIENIA

Zajęczaki nie bez powodu słyną z nieposkromionych zapędów seksualnych, a powiedzenie „rozmnażać się jak królik” nie wzięło się znikąd. Gotowość samic do rozrodu utrzymuje się niemal cały czas – występuje u nich tzw. owulacja indukowana – komórki jajowe nie

Młode zające przychodzą na świat z otwartymi oczami, a ich ciało pokrywa gęste futro.

eprasa.pl c3c78c8db5

Pościg godowy zajęcy szaraków to test na wytrzymałość i kondycję samca

są uwalniane cyklicznie (np. jak u kobiet raz w miesiącu), ale w odpowiedzi na stymulację w trakcie kopulacji. Impuls nerwowy generowany podczas krycia trafia do podwzgórza i przysadki mózgowej, co powoduje wyrzut hormonu luteinizującego, za którego sprawą w ciągu ok. 10 godz. dochodzi do uwolnienia komórek jajowych. W hodowli przemysłowej, w nowoczesnych farmach standardową praktyką jest sztuczne unasienianie. Brak kontaktu z samcem oznacza konieczność domięśniowego podania królicy hormonu GnRH (gonadoliberyna) lub jego syntetycznych analogów, np. gonadoreliny.

U zajęcy występuje jeszcze jeden niezwykle ciekawy fenomen związany z ciążą, czyli tzw. superfetacja, kiedy to samica zachodzi w nią, będąc już w ciąży. To naturalny mechanizm, pozwalający wydać na świat dużo potomstwa w trakcie korzystnych warunków środowiskowych. Jest to możliwe dzięki specyficznej budowie macicy (tzw. macica podwójna). Jeśli pod koniec ciąży dojdzie do krycia, następuje ponowne jajeczkowanie i zapłodnienie. Powstają nowe zarodki, choć w macicy znajduje się niemal donoszony już miot. To niezwykle wysokie tempo rozrodu stało się gwarantem przetrwania w dynamicznym, pełnym zagrożeń środowisku.

KRÓLICZA RODZINA

Jej funkcjonowanie opiera się na hierarchii, współpracy, podziale ról i wzajemnej komunikacji. Centrum życia kolonii, liczącej od kilku do kilkudziesięciu osobników, jest rozbudowany system nor i tuneli, w których zwierzęta odpoczywają, wypróżniają się, wychowują młode i chronią się przed drapieżnikami. Ta podziemna metropolia może być utrzymywana przez wiele pokoleń. Średnica drążonych przez zwierzęta tuneli wynosi ok. 15 cm, a średnia głębokość – 50 cm, choć najgłębsze schodzą nawet 2,5 m pod powierzchnię.

Hierarchia zostaje ustalona osobno dla samic i samców. Najbardziej wpływowym członkiem grupy jest

Pięciodniowe młode królika – nagie, ślepe i bezradne.

Fot. Nature/BE&W (2), Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

dominujący samiec alfa, który musi nieustannie walczyć o pozycję (szczególnie w trakcie sezonu rozrodczego), a młodsze samce często próbują ją podważyć. Jeśli granica zostanie przekroczona, dochodzi do starć, które przybierają formę przepychanek i pościgów. Do drastycznych potyczek zniechęca ryzyko ciężkich obrażeń, bo ranne zwierzę łatwo pada ofiarą drapieżników. Alfa odpowiada za ochronę gniazda, krycie samic i znakowanie granic terytorium. Przypadają mu też najlepsze tereny do żerowania. Podwładni, czyli samce o niższym statusie, rozmnażają się sporadycznie i mają ograniczony dostęp do pożywienia. Wielu z nich zostaje po czasie wypędzonych z gniazda. Dominująca samica częściej wydaje na świat potomstwo i zajmuje najbezpieczniejsze komory lęgowe.

Króliki nie wydają wielu dźwięków, a komunikacja między nimi opiera się głównie na mowie ciała i sygnałach zapachowych. Pod brodą mają gruczoł wydzielający mieszaninę związków organicznych, którymi znaczą obiekty i inne osobniki. Gruczoły zapachowe występują też u nich w okolicy odbytu, a ich wydzielina służy do znaczenia granic terytorium. Życie króliczej rodziny to nie tylko walka o dominację, ale też codzienne interakcje, które wzmacniają więź między jej członkami i redukują napięcia. Częstym zjawiskiem jest wzajemna pielęgnacja, polegająca m.in. na wyczesywaniu sierści i lizaniu uszu. Poza typowo higieniczną (usuwanie pasożytów z trudno dostępnych miejsc) allogrooming pełni funkcję relaksacyjną (obniża poziom kortyzolu) i społeczną (wzmacnia się relacja między członkami stada). Pełne energii młode słyną z zamiłowania do akrobacji i zabaw, które stanowią formę treningu społecznego.

Z kolei zające prowadzą samotniczy tryb życia. Wyjątkiem są tylko zające polarne, które poza sezonem rozrodczym łączą się w liczące kilkaset osobników stada. Życie w grupie ułatwia przetrwanie w surowym arktycznym klimacie – gwarantuje ciepło i ułatwia wykrywanie zagrożeń oraz ochronę przed drapieżnikami.

Królik europejski w głębi swojej nory

POSIŁEK Z ODCHODÓW

Przez wiele lat zoologowie zastanawiali się nad biologicznym znaczeniem dość osobliwego zachowania zajęczaków, mianowicie zjadania własnych odchodów. I choć u wielu gatunków zwierząt takie zachowanie (koprofagia) uznaje się za odstępstwo od normy, w tym wypadku jest naturalne i gwarantuje przetrwanie. Określa się je mianem cekotrofii, a zajęczaki zjadają jeden typ własnego kału – miękkie, wilgotne kulki nazywane cekotrofami. W środowisku naturalnym podstawę diety tych zwierząt stanowią rośliny ubogie w składniki odżywcze, dlatego aby przetrwać, każdy kęs pokarmu musi być wykorzystany do maksimum. Specyficzna budowa przewodu pokarmowego zajęczaków wymaga stałego pobierania pokarmu (bogatego w błonnik i włókna), by zapewnić jego prawidłowy

Śnieżnobiałe futro zajęcy polarnych niemal idealnie wtapia się w śnieg, skutecznie kamuflując zwierzęta przed drapieżnikami.

eprasa.pl c3c78c8db5

transport i przyswajanie, a także ścieranie rosnących nieustannie siekaczy. Trawienie włókien roślinnych (celulozy) nie odbywa się w żołądku czy jelicie cienkim, lecz w potężnym i rozbudowanym jelicie ślepym, które stanowi niemal 50% objętości całego przewodu pokarmowego. Ta ogromna kadź fermentacyjna zamieszkiwana jest przez miliardy mikroorganizmów, głównie bakterii i drożdżaków, wspomagających proces trawienia. Powstające w jego efekcie lotne kwasy tłuszczowe są wchłaniane i stanowią główne źródło energii dla organizmu.

Problem pojawia się w przypadku witamin i białek, które przyswajane są w jelicie cienkim. Jego ewolucyjnym rozwiązaniem okazały się właśnie dwa rodzaje kału. W dzień, kiedy zwierzę pozostaje aktywne, produkuje typowe twarde odchody. Bogate w substancje odżywcze cekotrofy powstają natomiast w nocy, wcześnie rano lub w trakcie odpoczynku. Dzięki nim organizm ma szansę odzyskać cenne składniki odżywcze. Co ciekawe, królik zjada je w całości od razu po wydaleniu bądź bezpośrednio z odbytu. To instynktowne zachowanie jest bardzo szybkie i często umyka uwadze właścicieli. W żołądku owe struktury pozostają przez kilka godzin. W zbitej masie wciąż trwa fermentacja, a produkowany w jej efekcie kwas mlekowy nieznacznie podnosi pH, chroniąc mikroorganizmy przed szkodliwym wpływem soków trawiennych. Do tego otaczający je śluz zapobiega przedwczesnemu rozkładowi cennych substancji (białka, kwasów tłuszczowych, witamin z grupy B). Te zostają ostatecznie wchłonięte, kiedy masa trafi do jelita cienkiego. Co ciekawe, niedawne badanie wykazało, że kompozycja mikrobiomu w dużym stopniu zależy od diety zwierzęcia, a w szczególności od proporcji siana i rodzaju paszy, a zaburzenie równowagi mikrobiologicznej (dyzbioza) jest jedną z głównych przyczyn niebezpiecznych dla zdrowia królików chorób przewodu pokarmowego.

Z uwagi na nietypową budowę układ pokarmowy zajęczaków jest bardzo wrażliwy. Zaprzestanie cekotrofii lub zjadanie obu form kału to oznaka problemów zdrowotnych i w przypadku zwierząt domowych wymaga pilnej konsultacji weterynaryjnej. Niezwykle silny mięsień (zwieracz) we wpuście żołądka uniemożliwia cofanie się treści pokarmowych do przełyku, a co za tym idzie – także wymioty. Zatem każda toksyczna roślina czy zepsuty pokarm pozostają w układzie pokarmowym, prowadząc do zatruć. Z tego samego powodu w żołądku zwierząt niekiedy tworzą się bezoary, czyli kule włosowe, których nagromadzenie może prowadzić do zagrażającej życiu niedrożności przewodu pokarmowego. Włosy połykane są w czasie codziennej toalety, a ich ilość w żołądku zwiększa się w okresie linienia.

Lśniące grudki cekotrofów

Zwyczajne odchody zajęczaka – twarde, suche bobki

CIĄGLE W GOTOWOŚCI

Zmysły zajęczaków zostały dopracowane do perfekcji i jako system wczesnego ostrzegania pomagają w skutecznym unikaniu drapieżników. Duże, umiejscowione po bokach głowy oczy umożliwiają ich wypatrzenie niemal z każdego kierunku. Pole widzenia każdego z nich przekracza 190°, dzięki czemu razem kreują niemal panoramiczny obraz. Martwy punkt znajdujący się pod brodą i przed nosem rekompensowany jest przez wielkie i ruchome małżowiny uszne, które odbierają dźwięki od 360 do 42 tys. Hz. Każda z nich porusza się niezależnie niczym satelita, lokalizując źródło dźwięku z niesamowitą precyzją. Pełnią też funkcję termoregulacyjną, bo dzięki rozbudowanej

Króliki w mieście

Przy jednej z oleśnickich ulic ok. 15 lat temu na dobre zadomowiła się rodzina królików domowych, którą na wolność wypuścił jeden z mieszkańców. Dziś liczy kilkadziesiąt osobników. Dzięki dokarmianiu przez lokalną społeczność udało im się przetrwać. Niedawno przygotowano dla nich nawet ogrodzony skwerek zaopatrzony w domek, karmidło, norki i specjalne przejścia. Nie wszyscy są jednak zwolennikami ich obecności w mieście. Pojawiają się głosy o konieczności ograniczenia populacji.

Liczna populacja królików europejskich zadomowiła się w przestrzeni miejskiej we Frankfurcie nad Menem (Niemcy).

Fot. Shutterstock (3), Alamy/Indigo (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

sieci drobnych naczyń krwionośnych świetnie oddają ciepło (uszy zajęcy polarnych są krótsze, by zminimalizować jego utratę). U zająca szaraka ich długość może sięgać 14 cm, co stanowi niemal ⅓ całkowitej długości ciała zwierzęcia.

Charakterystyczne kicanie zajęczaków fachowo określa się mianem lokomocji skokowej (występuje też u kangurów i niektórych gryzoni). Długie susy, sięgające 2 m, umożliwia dysproporcja w budowie kończyn. Tylne są dłuższe i bardziej umięśnione. W czasie spokojnego chodu i skoków kontakt z podłożem ma cała stopa, ale w trakcie szybkiego biegu gruntu dotykają tylko opuszki palców. Zając szarak może osiągać prędkość 70 km/h, ale jedynie przez 15 min. Taki rajd jest niezwykle kosztowny energetycznie. W trakcie ucieczki dochodzi do tachykardii, czyli zwiększenia liczby uderzeń serca. Wzrasta też przepływ krwi przez mięśnie i ich dotlenienie, dlatego pracują niezwykle wydajnie. Kiedy ucieczka okazuje się nieskuteczna, a zajęczak pada ofiarą drapieżcy, podejmuje ostateczną próbę ratunku, udając martwego. Zjawisko to określa się fachowo mianem tanatozy. Zwierzę zastyga w bezruchu, jego ciało wiotczeje, spada tętno i spłyca się oddech. Drapieżnik daje się nabrać i rozluźnia ucisk, dając ofierze szansę na ucieczkę.

Z nietypowej, odbiegającej od normy formy chodu słynie pochodząca z Francji rasa sauteur d'Alfort. Króliki te, zamiast skakać, chodzą na przednich łapach w pozycji dwunożnej. Przez dekady podłoże tego fenomenu było owiane tajemnicą, a w jej rozwikłaniu pomogły nowoczesne techniki analizy genomu. Okazało się, że za nietypową formę lokomocji odpowiada mutacja w obrębie genu *RORB*, która zaburza pracę zlokalizowanych w rdzeniu kręgowym neuronów. Synchroniczna praca tylnych kończyn staje się niemożliwa, a króliki zmuszone są do nietypowej gimnastyki. Gen występuje też u innych ssaków. Analogiczna mutacja u myszy prowadzi do zaburzeń w chodzie, choć nie do tak widowiskowych jak u sauteur d'Alfort.

W rankingu domowych pupili króliki zajmują trzecie miejsce – wyprzedzają je tylko psy i koty.

Królik domowy

Gatunek ten powstał w efekcie rozpoczętego ponad 1000 lat temu procesu udomowienia królików europejskich. Początkowo ludzie hodowali króliki dla mięsa i futra. Później zajęli się uzyskaniem specyficznego wyglądu i określonych cech charakteru. W efekcie powstało niemal 200 ras, z których najpopularniejszymi pupilami domowymi są ważące nieco ponad kilogram tzw. miniatury. W odpowiednich warunkach mogą dożyć 8–12 lat. Niedawno opisano molekularne konsekwencje owej selekcji. Okazało się, że u królików domowych i dzikich nieco inaczej funkcjonują układy dopaminergiczny i serotoninergiczny, zaangażowane w regulację impulsywności, zachowań eksploracyjnych i lęku. Domestykacja sprawiła, że zwierzęta domowe są mniej podatne na stres i zdradzają mniej zachowań lękowych.

Duże oczy osadzone po bokach głowy zapewniają królikom szerokie pole widzenia, a długie uszy wyłapują najdrobniejsze dźwięki.

Królak florydzki – najliczniejszy zającowaty w Ameryce Północnej

eprasa.pl c3c78c8db5

KRUCHA RÓWNOWAGA

W rodzimych ekosystemach zajęczaki stanowią niezwykle istotne ogniwo łańcucha pokarmowego. Są podstawą diety lisów, wilków, orłów i wielu innych gatunków. Od króliczego losu zależy przetrwanie m.in. zagrożonego wyginięciem rysia iberyjskiego czy orła iberyjskiego. I choć w Australii królik europejski stał się plagą, to w swoim ojczystym zasięgu figuruje w „Czerwonej księdze gatunków zagrożonych". Za drastyczny spadek jego liczebności odpowiadają choroby wirusowe, intensywne polowania i utrata siedlisk.

Króliki odegrały niebagatelną rolę w rozwoju medycyny i jako zwierzęta modelowe pomogły m.in. w opracowaniu szczepionki przeciw wściekliźnie, badaniach nad miażdżycą i krzepnięciem krwi. W latach 60. ub.w. służyły nawet jako test ciążowy. Współcześnie wykorzystuje się je w przemyśle biotechnologicznym do produkcji przeciwciał stosowanych w naukach podstawowych, diagnostyce i terapii.

Jeszcze w latach 90 ub.w. zające szaraki były nieodłącznym elementem polskiego krajobrazu, a o przypadkowe spotkanie w trakcie spaceru na łące czy polu nie było trudno. Teraz sytuacja zmieniła się diametralnie i widok zwierząt w środowisku naturalnym stał się nie lada gratką. Ponad 30 lat temu populacja liczyła przeszło milion osobników, dziś już o połowę mniej. Co odpowiada za ten dramatyczny i postępujący spadek? Jednym z powodów jest walka z wścieklizną u lisów. Szczepienia ochronne (które miały zniwelować ryzyko zachorowania u pogryzionych psów, kotów, a później także i ludzi) przyniosły kosztowny skutek uboczny – liczba lisów znacznie się zwiększyła, a gros zajęcy padło ich ofiarą.

Królik rasy sauteur d'Alfort i jego specyficzny chód

Mimo ciągłych zagrożeń zajęczaki zdołały przetrwać, bo do tego zaprojektowała je ewolucja. Współcześnie największym niebezpieczeństwem jest dla nich presja antropogeniczna, bo pomimo szeregu przystosowań pozostają wobec niej bezradne. Ich los pokazuje, jak krucha może być równowaga między człowiekiem a przyrodą. Ochrona zajęczaków to troska o różnorodność i przetrwanie innych gatunków. Wiele z nich zniknęło bezpowrotnie, pozostawiając po sobie niezwykle głośną ciszę, która przypomina o tym, jak kruche jest życie.

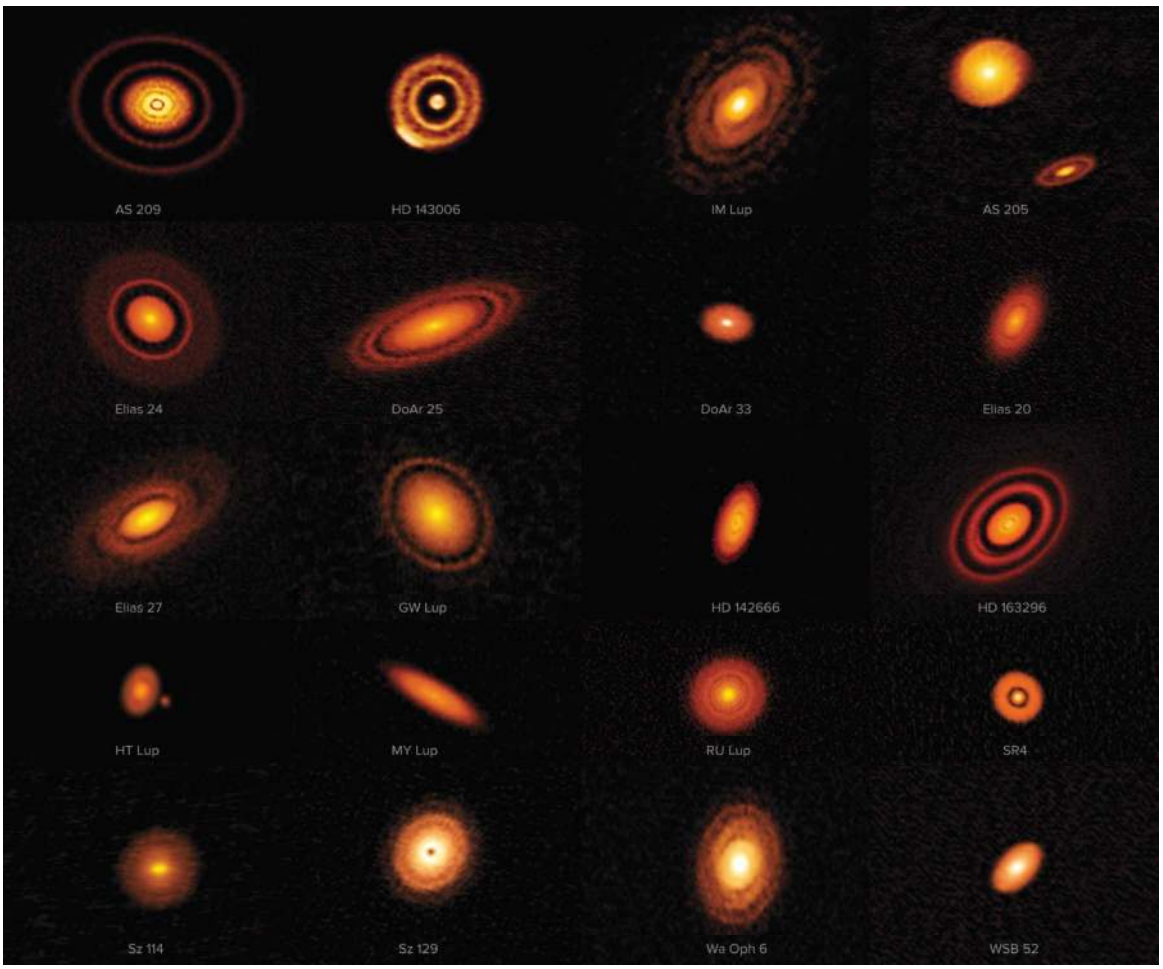
dr n. biol., tech. wet. Katarzyna Kornicka-Garbowska
Pracownik Katedry Biologii Eksperymentalnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Prowadzi badania z zakresu medycyny regeneracyjnej, komórek macierzystych, zaburzeń endokrynologicznych oraz nutrigenomiki.

Królicza plaga

Pierwotny zasięg występowania królika europejskiego obejmował głównie Afrykę Północną i Półwysep Iberyjski. Za rozprzestrzenienie gatunku na Starym Kontynencie odpowiadają najpewniej starożytni Rzymianie, dla których zwierzęta były źródłem mięsa i futer. Do kolejnej ekspansji doszło w średniowieczu, kiedy to króliki uciekały z zakładanych przez mnichów i właścicieli ziemskich hodowli. Na teren Polski wprowadzono je w celach łowieckich w 1860 r. i choć pozostają gatunkiem obcym, są słabo ekspansywne i nie stanowią zagrożenia dla rodzimych ekosystemów. Zupełnie inaczej sytuacja wygląda w Australii. Tam przywiózł je statkiem z Anglii w 1859 r. Thomas Austin. Ciepły klimat i brak naturalnych wrogów sprawiły, że zaledwie 24 osobniki stały się przyczyną niszczycielskiej inwazji (samice rodzą kilka razy w roku, a po 4 mies. rozmnażać się może także potomstwo). Australijczycy ciągle walczą o ocalenie przed nimi lokalnych i jakże unikatowych ekosystemów. Siane przez zwierzęta spustoszenie powstrzymać miały intensywne polowania i zbudowany w 1907 r. w zachodniej części kraju płot, liczący ponad 3 tys. km. Rozwiązania te na niewiele się zdały i w latach 50. XX w. zdecydowano się na zastosowanie bardziej radykalnych metod – od niszczenia króliczych nor, odstrzału, trutek po broń biologiczną w postaci śmiercionośnych dla królików wirusów (wywołujących myksomatozę i chorobę krwotoczną). Dzięki nim liczba żyjących w Australii osobników spadła do 200 mln (w 1920 r. było ich niemal 10 mld). Na nieustanną walkę z najeźdźcami rząd wydaje ponad 200 mln dol. australijskich rocznie. Nie sposób oszacować wyrządzonych przez króliki szkód. Kopanie nor przyspiesza erozję gleby, niszczone są uprawy i pastwiska, a żarłoczność zwierząt sprawia, że niewiele pożywienia zostaje dla rodzimych torbaczy.

Fot. Shutterstock (3), Carneiro M et al., 2021, PLOS Genetics

eprasa.pl c3c78c8db5



Obrazy 20 pobliskich dysków protoplanetarnych wokół nowo narodzonych gwiazd, wykonane przez radioteleskop ALMA w Chile

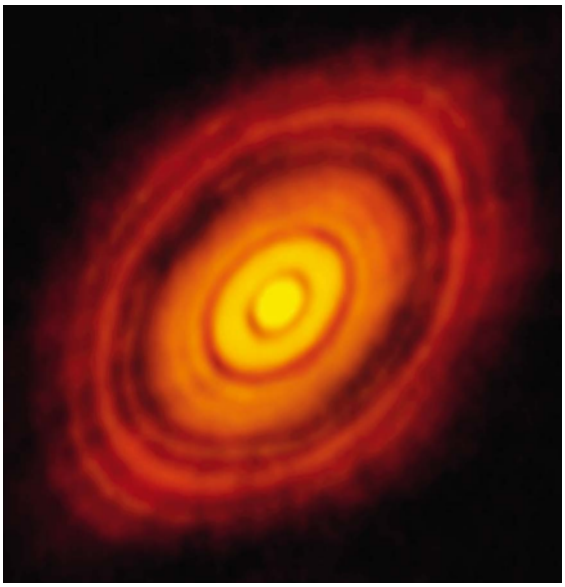
ZOBACZYĆ NIEWIDZIALNE

Planety formują się wokół swoich gwiazd w ogromnych dyskach materii i pozostawiają w nich ślady w postaci charakterystycznych luk i pierścieni. Obecnie uczymy się te ślady dokładnie analizować.

PRZEMEK BERG

GDY rodzi się nowa gwiazda, zaczyna ją otaczać dysk protoplanetarny, który składa się głównie z gazu i pyłu. W takim dysku ziarna pyłu stopniowo wzrastają, tworząc większe planetozymale, a z nich powstają w końcu planety. Uważa się, że planety pojawiają się wokół większości gwiazd. Uczeni próbują je badać już na bardzo wczesnym etapie, gdy formują się w dysku protoplanetarnym, ale to niełatwe zadanie, ponieważ jasny i energetyczny dysk utrudnia obserwacje zdecydowanie ciemniejszych planet. Ostatnio jednak specjaliści wpadli na pomysł, by robić to poprzez analizę wpływu planet na strukturę macierzystego dysku. Otóż planety swoją obecnością i oddziaływaniem grawitacyjnym wytwarzają w nim luki podobne do obserwowanych w pierścieniach wokół Saturna. Wielkość tych luk czy przerw zależy od masy planety.

eprasa.pl c3c78c8db5



Słynna młoda gwiazda HL Tauri z konstelacji Byka. Obraz wykonany w 2014 r. przez radioteleskop ALMA

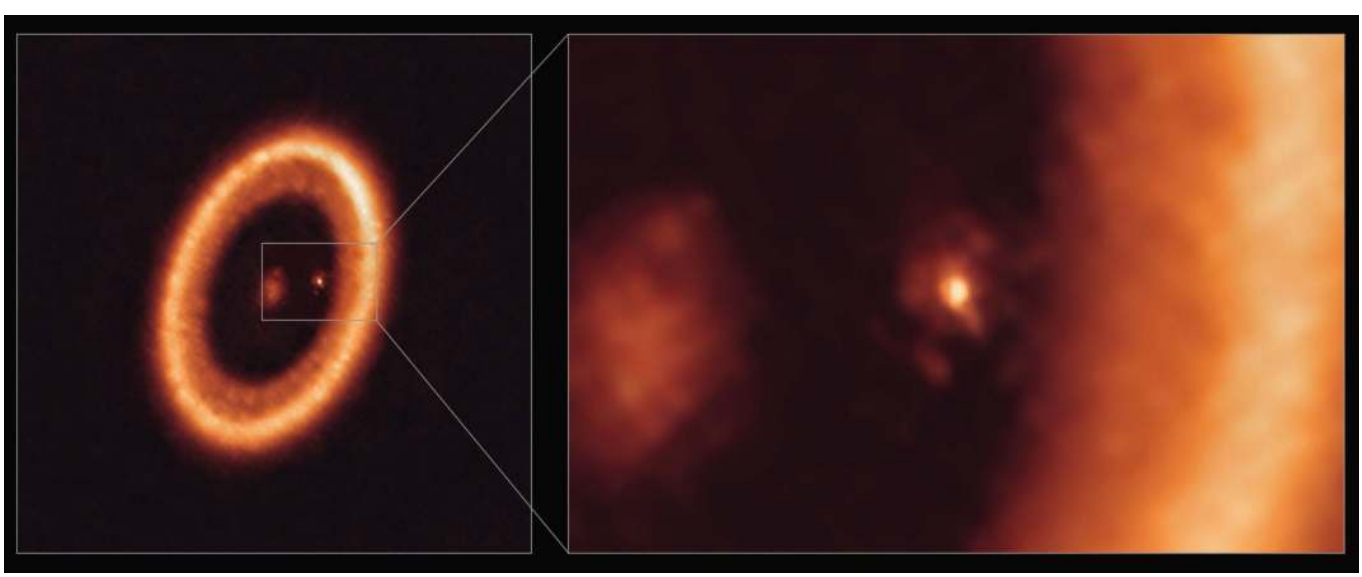
Może też zależeć od liczby planet orbitujących w takiej samej odległości od gwiazdy. Mało tego: poza lukami w dyskach tworzą się też charakterystyczne i spektakularne pierścienie. I to o nich głównie będzie mowa.

LINIE PAPILARNE PLANET

Dyskami protoplanetarnymi astronomowie zainteresowali się w 2014 r., gdy radioteleskop ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) w Chile wykonał obraz gwiazdy HL Tauri. To bardzo młoda gwiazda w gwiazdozbiorze Byka, leżąca 450 l.św. od nas. Na obrazie tym uwidoczniono też jej bardzo wyraźny dysk protoplanetarny z serią koncentrycznych jasnych pierścieni oddzielonych szczelinami. Szybko uznano, że struktury te są śladami po formujących się właśnie wokół gwiazdy planetach. Poza tym dysk wydawał się znacznie bardziej rozwinięty, niż można by się spodziewać po wieku układu, co zasugerowało badaczom, że planety mogą powstawać szybciej, niż wcześniej sądzono.

Planeta krążąca w dysku działa jak kosmiczny pług: jej grawitacja odciąga część materii, tworząc przerwę, a pył zbiera się w gęstszy, jaśniejszy pierścień położony nieco dalej od niej. Do tej pory bezpośrednie oszacowanie mas takich planet było jednak trudne – widzimy strukturę dysku, ale samego tworu sprawczego już nie. Obecnie zespół astronomów z Warwick University we współpracy z badaczami z Massachusetts Institute of Technology i McMaster University przeprowadził szczegółowe symulacje komputerowe, w których śledził, jak planety o różnych masach rzeźbią pyłowe pierścienie w dyskach protoplanetarnych. Zmieniano m.in. masę planety, ilość pyłu i parametry gazu, a następnie analizowano, jak ewoluują kształt i jasność pierścieni na wirtualnych obrazach dysku. Okazało się, że trzy własności pierścienia – jego szerokość, położenie najjaśniejszego punktu oraz ilość zawartego w nim pyłu – mają wyraźny związek z masą planety odpowiedzialnej za jego powstanie. Najważniejsza jest lokalizacja maksimum jasności: autorzy znaleźli prostą zależność między odległością tego maksimum od planety a jej masą, która nie zależy od długości fali obserwacji i rozmiaru ziaren pyłu.

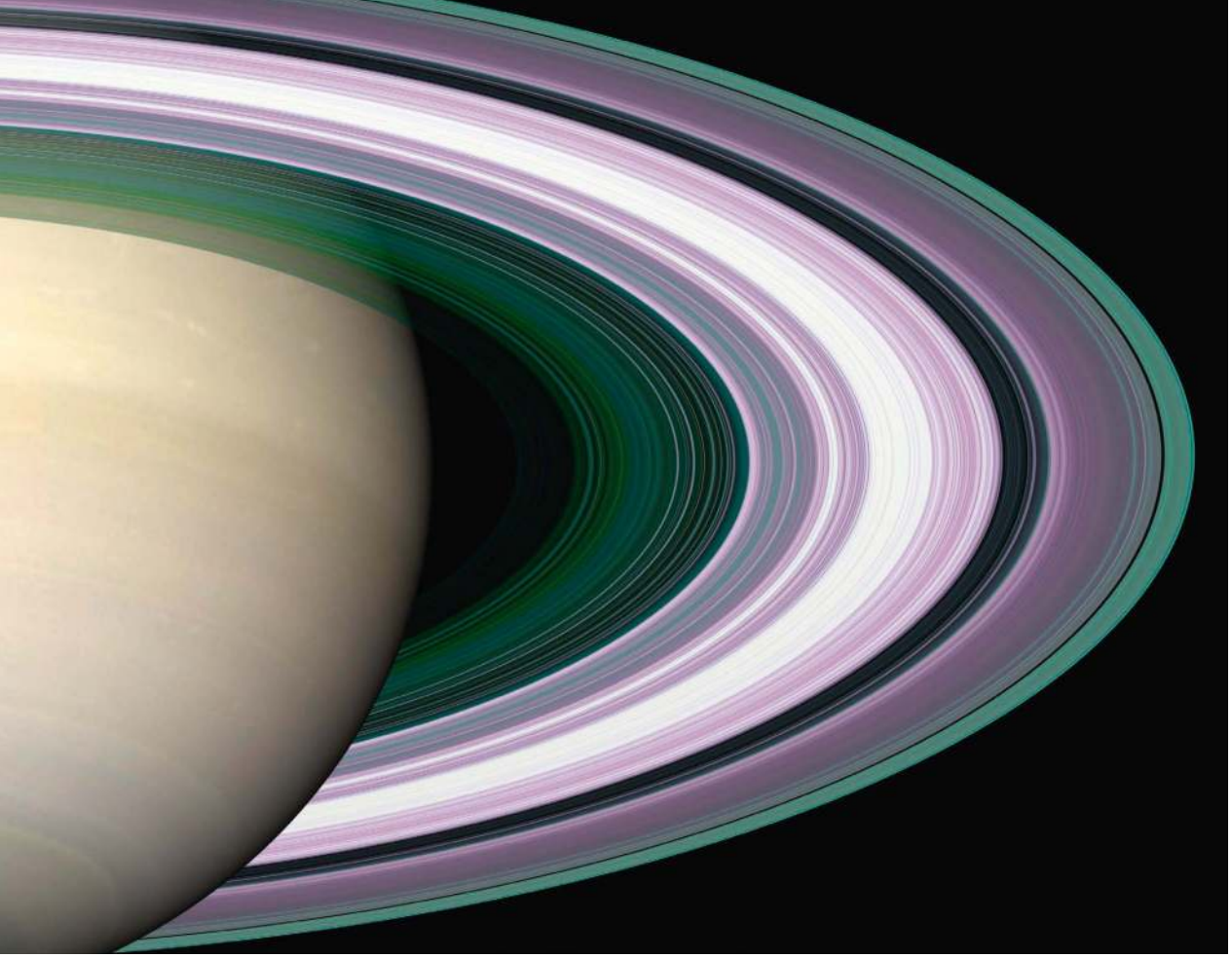
Aby zweryfikować to podejście, naukowcy sprawdzili metodę na układzie gwiazdy PDS 70, jednym z nielicznych, w których planety zostały bezpośrednio zobrazowane wewnątrz dysku. Uzyskali dane o masie planety PDS 70c, która jest zgodna z innymi niezależnymi szacunkami. Zastosowali również tę technikę względem pięciu dysków z niedawnego badania exo-ALMA, proponując nowe szacunki mas planet potencjalnie znajdujących się w ich wnętrzu. Amena Faruqi, główna autorka artykułu opisującego te badania w czasopiśmie „The Astrophysical Journal", powiedziała, że czytając „między pierścieniami", znaleziono sposób



Młoda gwiazda PDS 70 z dyskiem protoplanetarnym i planetą typu jowiszowego PDS 70 c, położona 400 l.św. od nas (obraz z teleskopu ALMA). Po prawej przybliżenie planety z widocznym kształtującym się dyskiem materii, który być może da życie księżycom planety.

Fot. ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/S. Andrews et al./NRAO/AUI/NSF/S. Dagnello, ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/Benisty et al.

eprasa.pl c3c78c8db5



Wizualizacja Saturna i jego pierścieni wykonana na podstawie badań sondy Cassini. Pierścienie powstały ok. 160 mln lat temu.

na rekonstrukcję mas planet tworzących pierścienie, nawet gdy są one zbyt słabo widoczne lub zbyt ukryte w dysku, by obserwować je bezpośrednio.

A MOŻE TO NIE PLANETY

Nowa metoda jest zatem szczególnie cenna wtedy, gdy planety są wciąż bardzo młode i głęboko zanurzone w gazie i pyle dysku – czyli w fazie, którą trudno uchwycić innymi technikami. Daje to szansę na systematyczne ważenie całej populacji nowo narodzonych planet zamiast opierania się na tych rzadkich przypadkach, kiedy to mamy szczęście je bezpośrednio zobaczyć. Jak dodatkowo podkreślają autorzy analiz, znaleziona zależność między pierścieniami a masą planety jest na tyle uniwersalna, że można ją zastosować do archiwalnych obserwacji, ale także przyszłych odczytów z jeszcze czulszych instrumentów radiowych i milimetrowych. Znaczy to, iż bez robienia nowych zdjęć możemy zajrzeć do danych z ostatnich lat i na nowo przeliczyć masy wielu kandydatek na młode planety.

Podczas badania luk i pierścieni wokół bardzo młodych gwiazd pod uwagę bierze się jeszcze zupełnie inną możliwość: że struktury te wcale nie muszą być śladem po rodzących się planetach. „Powstało kilka poważnych prac, w których sugeruje się, że struktury, które wyglądają jak przerwy i pierścienie w dyskach protoplanetarnych, mogą występować bez planet" – wyjaśnia dr Joanna Drążkowska, kierowniczka programu badawczego dotyczącego genezy Układu Słonecznego w Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung w Getyndze w Niemczech. „Pierścienie możemy widzieć, gdy zmieniają się optyczne właściwości cząstek pyłu w tych dyskach. Temperatury w dyskach protoplanetarnych są bardzo niskie, a cząsteczki pyłu pokrywa lód składający się z różnych związków chemicznych w zależności od odległości od gwiazdy. Ich właściwości optyczne mogą znacząco się zmieniać – aż do przyjęcia formy przypominającej właśnie pierścienie. Inna hipoteza mówi, że struktury podobne do pierścieni mogą się tworzyć pod wpływem zjawisk o charakterze magnetohydrodynamicznym, czyli oddziaływania materii dysku z jego polem magnetycznym. Jednak rzeczywiście koncepcja, że przerwy i pierścienie są raczej wynikiem istnienia planet w dyskach protoplanetarnych, jest obecnie powszechnie przyjmowana w środowisku astronomów".

JAK TWORZĄ SIĘ PIERŚCIENIE?

Kiedy patrzymy na Saturna, bardzo wyraźnie widzimy wokół niego wiele rozdzielonych pierścieni. Powstały one prawdopodobnie jakieś 160 mln lat temu w wyniku zniszczenia przez siły pływowe Saturna jego lodowego księżyca. Do destabilizacji orbity tego księżyca mogły przyczynić się oddziaływania grawitacyjne Tytana (największy księżyc Saturna). Podobne pierścienie

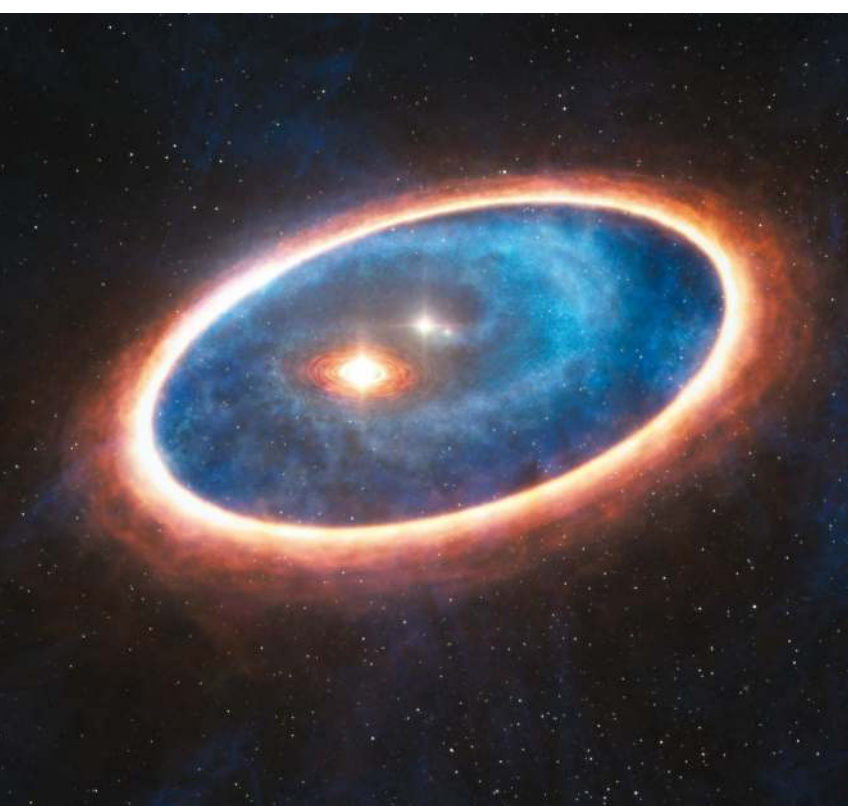
Fot. NASA/JPL, ESO/L. Calçada

eprasa.pl c3c78c8db5

widzimy w wielu dyskach protoplanetarnych, ale powstają one już w zupełnie inny sposób. Jak wyjaśnia dr Joanna Drążkowska, „taki dysk składa się w 99% z gazu wodorowo-helowego i w 1% z pyłu. Gdy powstaje w nim planeta krążąca wokół swojej gwiazdy, robi przerwę w gazie i zaburza jego ciśnienie. Lokalnie to ciśnienie bardzo spada blisko planety i rośnie z powrotem poza jej orbitą. Z kolei pył podąża zawsze w kierunku wyższego ciśnienia gazu, więc niejako odkłada się obok tej przerwy, obok jej zewnętrznej granicy, tworząc dość regularną jasną strukturę przypominającą pierścień". Istotnie porównanie oddziaływania powstałej planety na dysk do pługa drążącego i odkładającego ziemię dobrze oddaje zjawisko powstawania pierścieni.

Autorzy artykułu w „The Astrophysical Journal" planują teraz zastosować swoją metodę do większych próbek dysków, aby sprawdzić, jakie typowe masy osiągają planety zlokalizowane w różnych odległościach od swoich gwiazd i na jakim etapie istnienia dysku. W połączeniu z przyszłymi misjami kosmicznymi i obserwatoriami naziemnymi – od ALMA po przyszłe jeszcze większe radioteleskopy – taka pyłowa waga może stać się jednym z kluczowych narzędzi do testowania teorii formowania się planet, a także do wyboru najciekawszych układów do dalszych, bardziej szczegółowych badań.

Praca astronomów z Warwick University jest dość ciekawa, ponieważ przybliża nas do badania innych światów na bardzo wczesnym etapie ich powstawania, nim jeszcze możemy odkryć obce planety, krążące wokół odległych gwiazd, innymi metodami. Ale niektórzy naukowcy zgłaszają tu pewne zastrzeżenie. Otóż, jak wyjaśnia dr Drążkowska, praca z Warwick zakłada po pierwsze, że w każdej przerwie w dysku protoplanetarnym jest tylko jedna planeta. A przecież może ich być więcej. Po drugie sugeruje też, że ta planeta jest dokładnie w środku tej przerwy między pierścieniami, czyli nie migruje w dysku. Tymczasem z większości przeprowadzanych symulacji wynika, że planety po powstaniu często zmieniają swoje położenie, dążąc na swojej drodze ku gwieździe.



Wizualizacja bardzo młodego układu podwójnego gwiazd GG Tauri A. Uważa się, że w układach podwójnych młodych gwiazd wokół każdej może tworzyć się niezależny dysk protoplanetarny, z którego w przyszłości powstanie system planetarny.

WIELOKROTNE DYSKI

Modele formowania się planet sugerują, że obiekty te powstają w wyniku powolnego skupiania cząsteczek lodu i pyłu w dyskach materii wokół formujących się gwiazd. Zazwyczaj modele te biorą pod uwagę tylko pojedyncze gwiazdy takie jak Słońce. Jednak większość gwiazd tworzy układy podwójne, w których dwa ciała krążą wokół wspólnego centrum. Bardzo niewiele wiadomo o tym, jak powstają planety wokół takich układów, w których zasadniczą rolę odgrywa oddziaływanie grawitacyjne w ich obrębie. Ale w 2022 r. zespół naukowców z University of Manchester, korzystając z dwóch największych sieci radioteleskopów, czyli VLA (Very Large Array) i ALMA, zbadał gwiazdę podwójną SVS 13, będącą wciąż w fazie embrionalnej. Opublikowana praca zawiera najlepszy jak dotąd opis formującego się układu podwójnego. Ten składa się z dwóch protogwiazd o łącznej masie podobnej do masy Słońca i znajduje się stosunkowo blisko nas, w odległości 980 l.św., w obłoku molekularnym w Gwiazdozbiorze Perseusza.

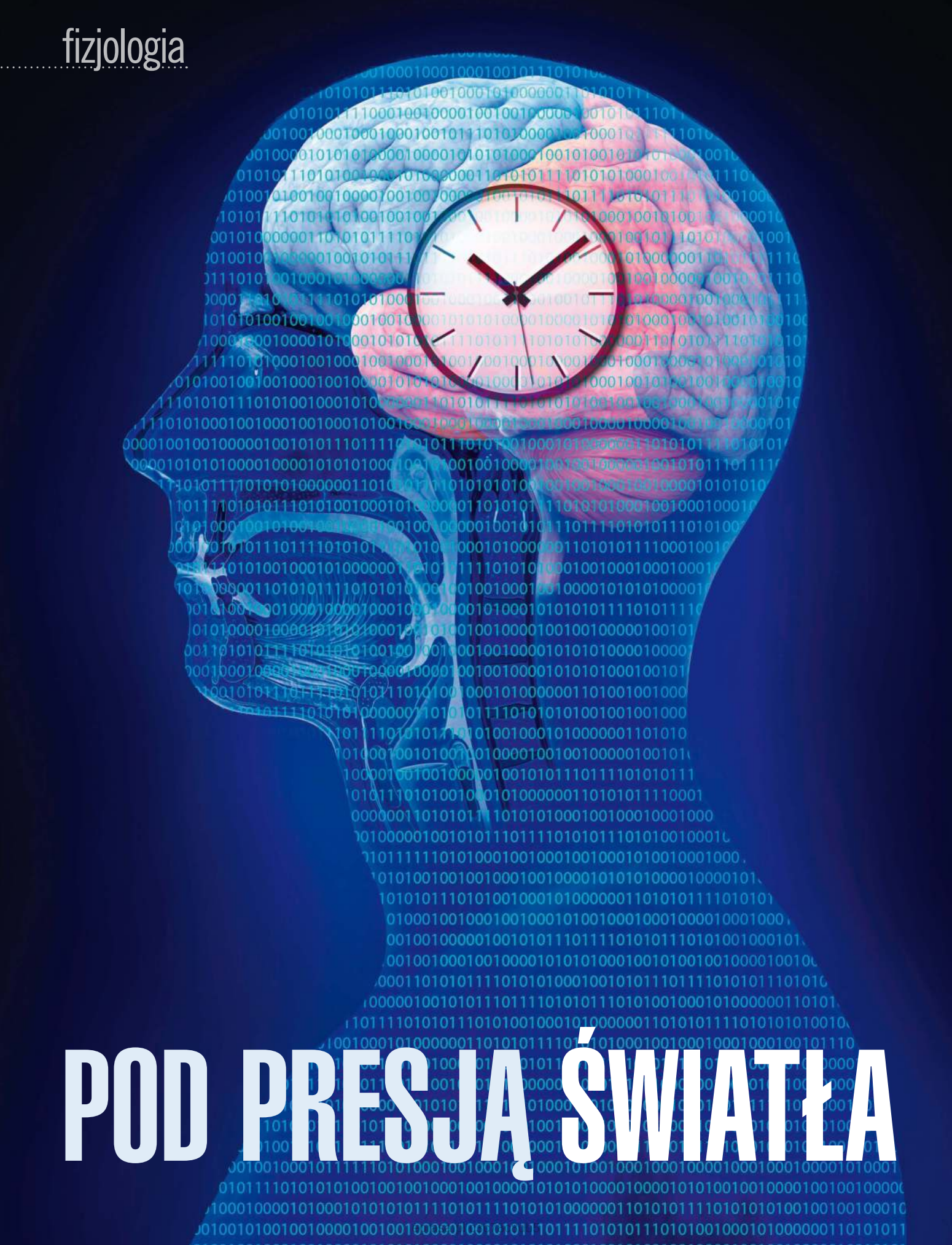
Wyniki ujawniły, że każda gwiazda posiada wokół siebie dysk gazu i pyłu, a ponadto wokół obu gwiazd tworzy się jeszcze jeden większy dysk. Dwa małe dyski mają promienie rzędu 9 i 12 j.a. (jednostka astronomiczna to odległość Ziemi od Słońca), a trzeci – o wiele większy promień – rzędu aż 500 j.a. Ten zewnętrzny dysk wykazuje spiralną strukturę, która zasila materią poszczególne dyski, a we wszystkich z nich mogą w przyszłości powstać układy planetarne. Jest to wyraźny dowód na obecność dysków wokół obu gwiazd oraz na istnienie wspólnego większego dysku w układzie podwójnym. Czyli teoretycznie jest możliwe, że będziemy mieć dwie gwiazdy, wokół których powstaną trzy układy planetarne.

Prace te umożliwiły też zbadanie składu gazu, pyłu i materii zjonizowanej w układzie SVS 13. Ponadto wokół obu protogwiazd zidentyfikowano prawie 30 różnych cząsteczek, w tym 13 złożonych cząsteczek organicznych, będących prekursorami życia. Oznacza to, że gdy wokół tych dwóch słońc zaczną formować się planety, będą tam również elementy składowe życia.

Przemek Berg

Dziennikarz naukowy tygodnika „Polityka", na stałe związany także z miesięcznikiem „Wiedza i Życie". Specjalizuje się w tematyce kosmicznej i fizycznej. Absolwent Uniwersytetu Warszawskiego.

eprasa.pl c3c78c8db5



POD PRESJĄ ŚWIATŁA

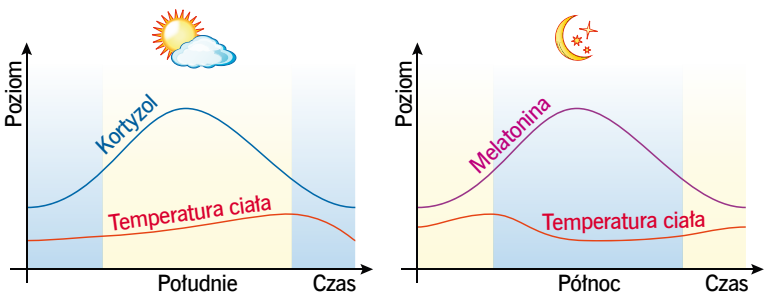
Funkcjonowanie wbrew zegarowi biologicznemu miewa przykre konsekwencje. Czy w przyszłości chronotyp znajdzie się wśród obowiązkowych danych zdrowotnych jak grupa krwi?

EWA NIECKUŁA

JEST rok 2210. Świat nigdy nie podniósł się po wielkim kryzysie ekonomicznym sprzed dwóch wieków. Dbałość o środowisko i naturę zeszła na drugi plan. Klęska ekologiczna na gigantyczną skalę doprowadziła do wyjałowienia globu: pola uprawne prawie już nie istnieją, oceany są całkowicie przełowione i zanieczyszczone, powierzchnia nadająca się do zamieszkania przez ludzi skurczyła się dziesięciokrotnie w porównaniu ze stanem z 2000 r. W siedzibie World Agency for Space Settlements (mieszczącej się na szczycie Mont Blanc) trwa zebranie ekspertów. Radzą nad sposobem ewakuacji ludzkości na inne planety Układu Słonecznego. Chronobiolożka (czyli specjalistka od zegarów biologicznych) przestrzega, że poważnym błędem byłoby nieuwzględnienie w tych planach różnej długości dnia na każdej z docelowych planet. Podkreśla, że ludzki zegar jest dość wybredny, a rozregulowany może powodować ogromne kłopoty ze zdrowiem.

Aby ten problem zminimalizować, badaczka proponuje, by przyszli osadnicy zostali podzieleni na grupy o podobnym chronotypie (tak się określa preferowany przez konkretnego człowieka wzorzec snu) i wysłani na określone planety. Na pytanie, jak postępować w sytuacji, gdy członkowie rodziny lub partnerzy mają inne chronotypy, odpowiada, że od blisko 200 lat ludzie dobierają się w pary według podobnego chronotypu. Rodziny są więc podobne pod względem tej cechy. Dla większości przesiedleńców najlepszym miejscem byłby Mars. Tam wszyscy będą zdrowsi, gdyż marsjański dzień słoneczny jest najbardziej zbliżony do ziemskiego. Natomiast typy skrajne – skowronki i sowy – mogłyby zamieszkać na Uranie i Neptunie oraz Merkurym i Saturnie. To wizja przyszłego świata, którą przedstawia w książce „Internal Time. Chronotypes, social jet lag, and why you are so tired" prof. Till Roenneberg, niemiecki badacz zegarów biologicznych.

Wśród znajomych i rodziny pewnie znajdziemy co najmniej jeden związek skrajnie porannego skowronka z nocnym markiem. Gdyby więc takie osoby miały wziąć udział w ewakuacji w 2210 r., z pewnością zostałyby rozdzielone i trafiłyby na różne planety. Niewykluczone, że niektórzy byliby bardzo zadowoleni z takiego pretekstu do zakończenia związku. Życie pod jednym dachem z kimś o skrajnie innym chronotypie nie należy do łatwych. Różnice widać szczególnie w weekendy, kiedy nie trzeba zrywać się do pracy. Gdy skowronek gotów jest przenosić góry, sowa ledwie zaczyna się rozkręcać. Gdy sowa tryska energią, skowronek marzy o przyłożeniu głowy do poduszki. Nic dziwnego, że takie pary częściej się kłócą, trudniej jest im się zrozumieć i rozwiązywać problemy, dowodzą wyniki pracy wykonanej w Department of Human Development and Family Science na Auburn University w Stanach Zjednoczonych.



W ciągu doby zmieniają się poziom kortyzolu oraz melatoniny, a także temperatura ciała. Zakłócenia w wydzielaniu melatoniny mogą prowadzić do problemów ze snem.

POGODZIĆ SOWY I SKOWRONKI

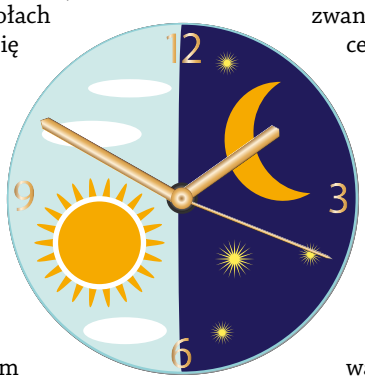
Czy jest tak, jak twierdziła fikcyjna badaczka biologicznych zegarów, że pary dobierają się pod kątem chronotypu? „W rzeczywistości nie przyglądano się temu zbyt wnikliwie, a te nieliczne prace naukowe, które na ten temat powstały, dały rozbieżne wyniki", mówi dr Łukasz Pawelec, antropolog z Katedry Antropologii Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Generalnie mężczyźni różnią się od kobiet pod względem pory, którą najchętniej przesypiają. Panowie znacznie częściej mają późny chronotyp, sypiają krócej, później chodzą spać i później wstają niż panie. Z kolei ich partnerki zwykle życzą sobie, aby się do nich dostosowywali. Może wychodząc naprzeciw przyszłym problemom (w skrajnych przypadkach różnica między partnerami może wynieść nawet 10–12 godz.), warto podawać swój chronotyp w aplikacji randkowej. Dzięki temu rośnie szansa na stworzenie trwałego związku z kimś o podobnym dobowym rytmie i uniknięcie skutków niedopasowania, np. samotnych śniadań czy wieczorów.

Pod względem „wewnętrznego czasu" różnimy się tak, jak różnimy się wzrostem, rozmiarem buta, kolorem oczu czy osobowością. Podczas życia chronotyp nam się zmienia. Jako małe dzieci jesteśmy skowronkami, wręcz ekstremalnie rannymi ptaszkami ku udręce notorycznie niewysypiających się rodziców. Z upływem czasu powoli z tego stanu wyrastamy, stając się w mniejszym lub większym stopniu sowami.

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

Z kolei po osiągnięciu dojrzałości ewoluujemy w stronę znów nieco wcześniejszego, już dorosłego indywidualnego rytmu, który będzie zarządzał naszą fizjologią, zachowaniami, możliwościami intelektualnymi. Najpóźniejszy chronotyp mamy jako nastolatki (w tym okresie środek cyklu snu może wypadać nawet o 4:30) – u kobiet jego maksimum stwierdzane jest w wieku 19 lat, u mężczyzn – 21 lat. Naukowcy podkreślają, że jeśli zajęcia w szkole czy na uczelni zaczynają się o 8:00 rano, czyli nadal w trakcie biologicznej nocy uczniów i studentów, nie należy się dziwić ich gorszym możliwościom. Sprawdzono w praktyce, że opóźnienie rozpoczęcia lekcji w szkołach nie tylko pozwala uczniom wysypiać się na co dzień, ale przede wszystkim daje lepsze wyniki w nauce.



Dlaczego wśród mężczyzn częściej zdarzają się osoby aktywne do późnych godzin nocnych i właściwie skąd się wzięły tak duże różnice między skowronkami i sowami?

„Powstanie skrajnych chronotypów wiąże się z początkami ewolucji człowieka, gdy żył w grupach zbieracko-łowieckich. Dzięki różnym rytmom aktywności także w nocy ktoś zawsze mógł strzec bezpieczeństwa bliskich. Jak wskazują badania zwyczajów tanzańskiego ludu Hadza, jednego z ostatnich plemion zbieraczy-łowców na świecie, czas, gdy wszyscy członkowie grupy śpią, wynosi jedynie 18 min na dobę. Przez resztę zawsze co najmniej jedna osoba czuwa. Mężczyźni o późniejszym chronotypie mogli być też lepszymi nocnymi łowcami. Z kolei skrajnie poranne chronotypy były faworyzowane w czasach tzw. rewolucji neolitycznej, kiedy koczownik i zbieracz stał się rolnikiem, pobudował osady i zaczął hodować zwierzęta. Osobom aktywnym o brzasku łatwiej było uprawiać ziemię rano, w chłodniejszej porze dnia, niż w późniejszych godzinach. Całe spektrum tej cechy – chronotypy skrajnie poranne, poranne, pośrednie, wieczorne i skrajnie wieczorne – jest więc ewolucyjnie uzasadnione. W ciągu doby odpowiednio dzielono się rolami i obowiązkami, a wszyscy spotykali się w środku dnia. Ocenia się, że 60–70% populacji świata to osoby pośrednie, czyli takie, które nie są ani skrajnie poranne, ani skrajnie wieczorne", tłumaczy dr Pawelec.

ŚWIATŁO I GENY

Rytmiczność, z jaką funkcjonuje ludzki organizm, to oczywiście efekt przystosowania do zmieniających się okresów światła i ciemności. W biologiczny zegar wyposażona jest każda komórka w naszym ciele, łącznie ze skórą. „Efektem działania genów zegarowych są białka, które gromadzą się w komórkach" – wyjaśnia dr Agnieszka Witek, antropolog z Katedry Fizjologii i Patofizjologii Wrocławskiego Uniwersytetu Medycznego. „Im jest ich więcej, tym ostatecznie słabsza staje się ekspresja tych genów. Zatem przy rosnącej ilości kumulujących się białek geny są wyłączone, ale stale trwa także rozkład tych substancji i w pewnym momencie ich poziom spada na tyle, że geny zegarowe się włączają, a produkcja białek znów rusza. Każdy człowiek ma nieco inne tempo wytwarzania i rozkładania tych substancji. Osoba z dłuższym czasem rozkładania się białek zegarowych będzie trochę bardziej wieczorna, a ta z szybszym będzie miała krótszy rytm i będzie bardziej poranna. Światło (szczególnie poranne) przyspiesza produkcję białek zegarowych, więc wystawiając się na nie, skracamy rytm okołodobowy i zaczynamy wstawać wcześniej. Liczy się głównie ilość światła niebieskiego, bo to ono w części mózgu zwanej jądrem nadskrzyżowaniowym, czyli centrum regulowania cyklu, dostosowuje tempo, w jakim komórki będą rozkładały produkty białek i jak szybko będą je gromadziły. Gdy ich poziom wzrasta, stajemy się senni. Jądro nadskrzyżowaniowe pod wpływem sygnału o braku światła zleca szyszynce wydzielanie melatoniny, melatonina zaś wraz z krwią dociera do wszystkich narządów i informuje białka zegarowe w mięśniach, wątrobie, sercu, że nadszedł czas na spowolnienie metabolizmu i regenerację".

Nasz wewnętrzny zegar chodzi w rytmie okołodobowym, który trwa blisko 25 godz., dlatego wymaga stałego regulowania i dostrajania do świata zewnętrznego. Od zawsze nakręcany był przez światło, tyle że obecnie to, jak funkcjonujemy, zależy też od zegara społecznego, czyli godzin spędzanych w szkole czy pracy. Ten zdominował nasze życie dopiero po upowszechnieniu się zegarów mechanicznych, dyktujących nam, kiedy dokądś iść, jeść obiad czy oglądać wieczorne wiadomości. Imponuje precyzja, z jaką nasz wewnętrzny zegar zarządza funkcjonowaniem ciała, bo kontroluje niemal wszystko – od aktywności fal mózgowych, cykli snu i czuwania, temperatury ciała, wydzielania hormonów, ciśnienia krwi, regeneracji komórek i metabolizmu po koncentrację, pamięć, czas reakcji i wiele innych aspektów naszej psychiki. Tyle że jako gatunek zmieniliśmy swoje środowisko, przenosząc się do miast i spędzając większość czasu w zamkniętych pomieszczeniach, ze światłem o intensywności nieprzekraczającej kilkuset luksów, podczas gdy pod gołym niebem wynosi ona 10–150 tys. luksów. Ponadto barwa światła elektrycznego różni się od barwy światła naturalnego, które się zmienia w ciągu dnia.

„Zanim wynaleziono elektryczność, rytm snu był inny, człowiek spał na raty" – mówi dr Pawelec. „Zasypiał, gdy zaczynało się robić ciemno, ale budził się w środku nocy i podejmował różne aktywności. Na ten okres przebudzenia w modlitewnikach były nawet specjalne modlitwy. Po czym ludzie znowu zasypiali i budzili się razem ze wschodem słońca. Industrializacja sprawiła, że ludzie są wystawieni na mniejszą ilość światła słonecznego w ciągu dnia, przebywając głównie w pomieszczeniach, i mniejszą ciemność w nocy, gdyż korzystają ze sztucznego

eprasa.pl c3c78c8db5

światła. Nic więc dziwnego, że odkąd zmodyfikowaliśmy rytm światła i ciemności, zaczęliśmy też spać inaczej". Produkcja melatoniny jest opóźniona, bo sztuczne światło ją blokuje, a skutkiem jest oczywiście permanentne niewyspanie. Konsekwencje życia wbrew naturze nie kończą się na gorszym samopoczuciu. Po dłuższym okresie zaczynają się problemy z pamięcią, wydłuża się czas reakcji, wzrasta ryzyko choroby wrzodowej, chorób kardiologicznych i metabolicznych, szczególnie cukrzycy, także ryzyko otyłości. Naukowcy twierdzą, że współcześnie pogłębiły się różnice między chronotypami.

EPIDEMIA BUDZIKÓW

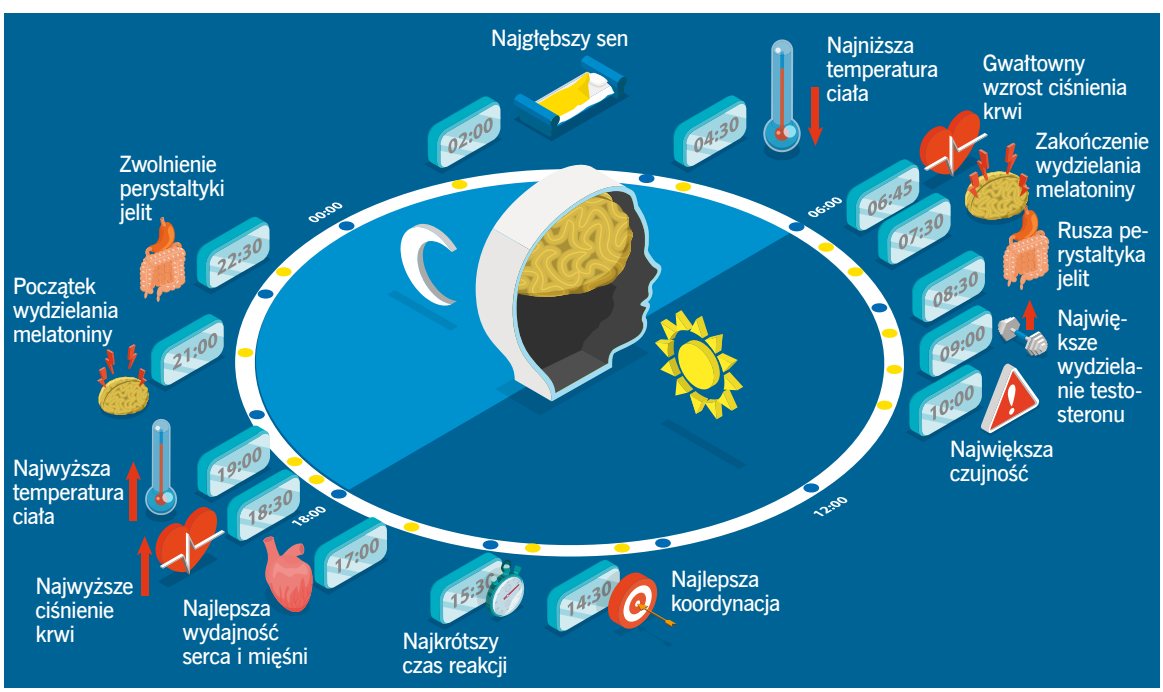
Odgórne wyznaczanie godzin na naukę i pracę zawodową działa trochę na szkodę osób o późniejszym chronotypie. Cierpią z powodu rozmijania się czasu wewnętrznego i zewnętrznego społecznego, bo śpią za krótko. Rozbieżność ta została nazwana społecznym jet lagiem, co wiąże się i z gorszym zdrowiem, i deficytami w wydajności. To tak, jakby żyć w niewłaściwej strefie czasowej, tyle że w przeciwieństwie do krótkotrwałego jet lagu, spowodowanego daleką podróżą, ten społeczny jest stanem chronicznym.

Ciekawe, że im większa aglomeracja, tym więcej wśród jej mieszkańców sów. Naukowcy tłumaczą to przede wszystkim zanieczyszczeniem światłem. Latarnie uliczne, silnie oświetlone w nocy budynki i reklamy sprawiają, że uwalnianie hormonu snu – melatoniny – się opóźnia, co przestawia zegar biologiczny na późniejszy tryb. Poza tym w dużych miastach koncentrują się firmy i przemysł, wymagające często pracy do późna. Ważny jest też styl życia. Mieszczuchy spędzają więcej czasu w zamkniętych pomieszczeniach, a to właśnie jasne poranne światło słoneczne nakręca zegar biologiczny. Bez tego resetu fazy snu przesuwają się w czasie. I w końcu metropolie przyciągają młodszych ludzi, a ci – z naturalnie późniejszym chronotypem – są lepiej przystosowani do tętniącego nocnym życiem miasta. Ta wielka rzesza osób żyje z budzikiem przy łóżku. Wymuszona alarmem pobudka oznacza po prostu, że gdyby nie było budzika, sen zakończyłby się później.

Wyniki badania przeprowadzonego wśród ponad 11 tys. osób z 40 krajów dowodzą, że w dni robocze z budzika korzysta 89% osób w wieku od 18 do 22 lat, 86% w wieku od 23 do 29 lat i 80% w czwartej i piątej dekadzie życia. Skalę społecznego jet lagu widać też w różnicy przespanych godzin w dni robocze i w weekendy. Jedno z badań przeprowadzone wśród mieszkańców Europy Środkowo-Wschodniej wykazało, że w dni, kiedy pracujemy, 21% z nas śpi 7–7,5 godz., 41% śpi krócej, a 38% dłużej. W weekendy 15,5% badanych śpi 7,5–8 godz., a 50% dłużej. Tylko ci, którzy śpią – niezmuszeni okolicznościami – zwykle między 23:00 a 6:00, przesypiają tyle samo czasu we wszystkie dni tygodnia.

BIWAKOWANIE LEKIEM?

Wielkie znaczenie ma przebywanie na świeżym powietrzu. Im więcej czasu spędzamy na dworze, tym wcześniej wstajemy. Osoby przebywające na wolnym powietrzu mniej niż 10 godz. w tygodniu kładą się spać później. Z jednego z badań wynika, że każda dodatkowa godzina na zewnątrz może przesuwać nas w dobowym rytmie o 30 min. I jest to wyłącznie efekt działania światła, a nie wzmożonej aktywności fizycznej. Ciekawe badanie przeprowadził prof. Kenneth Wright, kierujący Sleep and Chronobiology Laboratory



Zegar biologiczny rządzi bardzo różnymi aspektami fizjologii – od pracy serca i naczyń krwionośnych oraz układu pokarmowego po zdolności intelektualne i fizyczne.

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

w University of Colorado Boulder. Osobom biorącym w nim udział wystarczył jeden tydzień spędzony w warunkach naturalnego światła (biwakowali w Górach Skalistych), by lepiej zestroić wewnętrzny zegar z czasem wschodu i zachodu słońca. Przy czym dotyczyło to wszystkich uczestników, niezależnie od tego, czy byli rannymi ptaszkami, czy nocnymi markami w swoim normalnym życiu. Podczas całego eksperymentu badane osoby nosiły na nadgarstku rejestratory monitorujące natężenie światła oraz porę snu. Pod koniec tygodnia sprawdzano także poziom melatoniny. Następnie te same parametry mierzono w tygodniu spędzanym na kempingu. Latarki, telefony komórkowe i inne urządzenia elektroniczne były zabronione. Jedynymi źródłami światła miało być słońce w ciągu dnia i ognisko wieczorem.

Okazało się, że na biwaku noc biologiczna uczestników rozpoczynała się mniej więcej o 2 godz. wcześniej, ale ich sen trwał tyle samo. Zatem relatywnie krótki czas wystawienia na światło o wielokrotnie wyższym natężeniu wystarczył, by wewnętrzny zegar był lepiej dostrojony do pory wschodu i zachodu słońca. Ta zmiana wystąpiła u wszystkich, niezależnie od ich chronotypu. Jak podsumował prof. Wright, wyniki tego badania dowodzą, na ile geny decydują o skłonności do późnego i wczesnego chronotypu, gdy brakuje silnego sygnału, który pobudzałby nasz zegar biologiczny do synchronizacji z dniem słonecznym. Temu dryfowi w kierunku późniejszego zasypiania skutecznie przeciwdziała ekspozycja na większe ilości światła słonecznego niezależnie od pory roku, co się okazało, gdy po pewnym czasie eksperyment powtórzono w zimie.

Poranna senność, wypadki (nie tylko drogowe), obniżona produktywność, nadużywanie substancji psychoaktywnych, zaburzenia nastroju – lista negatywnych skutków wstawania z budzikiem jest długa. Prof. Wright twierdzi, że nawet weekendowy wypad pod namiot może szybko przestawić zegar biologiczny. Nie każdy chce i może biwakować. Osoby takie powinny wiedzieć, że dobre dla dostrajania wewnętrznego chronometru jest też korzystanie tylko ze słabych żarówek w nocy, zrezygnowanie z oglądania telewizji do późnych godzin, ograniczenie czasu spędzanego przed ekranem laptopa lub innego urządzenia elektronicznego. Pomocne mogłyby być także i inne działania, np. zaangażowanie architektów, by zaczęli stosować rozwiązania pozwalające na lepsze oświetlenie budynków światłem słonecznym.

CHRONOCITY

W Niemczech powstał pomysł, by wiedzę na temat biologicznego rytmu człowieka zastosować w praktyce. I pewnie nie przypadkiem wybór padł na Bad Kissingen, będące uzdrowiskiem od XVI w. Jak mówił Michael Wieden, jeden z realizatorów tego projektu: „Nie chodziło o to, by każdy mógł żyć całkowicie swobodnie, zgodnie z własnym rytmem. Projekt ChronoCity miał doprowadzić do stworzenia bardziej inteligentnego systemu. Osoba stale żyjąca wbrew swojemu wewnętrznemu zegarowi często czuje większe wyczerpanie, drażliwość, jest podatna na błędy i z czasem biologicznie niestabilna. Konsekwencje dotykają nie tylko jednostki, ale także rodziny, firmy, systemy opieki zdrowotnej, a ostatecznie całe społeczeństwo... Brakuje struktur społecznych, które nie będą trwale ignorować rzeczywistości biologicznej. Nie postrzegam chronobiologii jako niszowego przedmiotu dla ekspertów od snu, ale raczej jako możliwy kolejny krok ewolucyjny dla współczesnych społeczeństw".

Przygotowania do realizacji projektu ChronoCity rozpoczęły się w 2013 r. Jednym z jego etapów miało być umieszczenie chronotypów wszystkich ludzi z Bad Kissingen w internetowej bazie danych. W przyszłości ułatwiłoby to określanie i dostosowywanie funkcjonowania miasta do potrzeb jego mieszkańców. Na pierwszy ogień miały pójść godziny rozpoczynania zajęć w szkole. Gdyby się nie udało tego zmienić, sugerowano przesunięcie testów i egzaminów na popołudnie i zorganizowanie aktywności fizycznej na świeżym powietrzu rano, aby zapewnić uczniom większą ilość światła naturalnego. Tyle że dla maluchów pora pierwszych szkolnych lekcji powinna pozostać bez zmian, dla starszych dzieci lekcje mogłyby zaczynać się nieco później, dla nastolatków – najpóźniej. Jak to połączyć z harmonogramem rodziców wyjeżdżających do pracy o stałej porze i odwożących do szkoły dzieci w różnym wieku? Za trudne okazało się nawet wprowadzenie zmian w rozkładzie jazdy autobusów szkolnych. Chciano też zmienić oświetlenie na oddziale położniczym, by zapobiegać poporodowej depresji u kobiet. Przygotowania trwały ponad rok, ale tuż przed wdrożeniem tego rozwiązania nowy zarząd szpitala niemal z dnia na dzień zamknął oddział położniczy. Bad Kissingen nie stało się miastem, w którym życie toczy się wokół snu. Zawiniły zbyt mały budżet, zbyt krótki czas na wdrożenie pomysłów, ale i preferencje lokalnych polityków.

Ewa Nieckuła

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

Niemieckie uzdrowisko Bad Kissingen miało stać się pierwszym miastem, którego mieszkańcy żyliby zgodnie ze swoim zegarem biologicznym.

Fot. Shutterstock

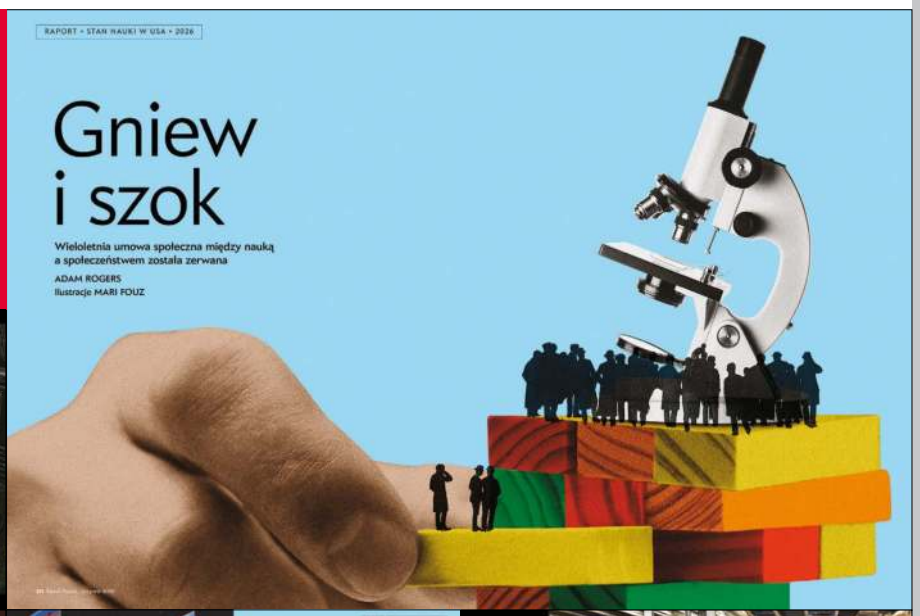
eprasa.pl c3c78c8db5

ŚWIAT NAUKI

SCIENTIFIC AMERICAN

KUP TERAZ

Inni piszą o nauce, nasi autorzy ją tworzą



Sierpniowy 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 c3c78c8db5

Srebrny Glob w obiektywie Teleskopu Maksutowa

BAZA Z WIDOKIEM NA ZIEMIĘ

Powrót na Księżyc przestał być misją wyłącznie prestiżową. W planach NASA, ESA, Chin, Rosji i firm prywatnych nasz satelita staje się poligonem technologii mających umożliwić długotrwałe życie poza Ziemią.

KAMIL NADOLSKI

Załogowy statek kosmiczny Orion

DZIESIĄTEGO kwietnia 2026 r. kapsuła Orion „Integrity" zakończyła dziesięciodniowy lot. Czworo astronautów misji Artemis II wróciło z pierwszej załogowej wyprawy poza orbitę okołoziemską od czasów Apollo 17. Kilkanaście dni wcześniej NASA ogłosiła coś, czego od dekad nikt nie miał odwagi obiecać: plan budowy stałej bazy na południowym biegunie Księżyca. Powrót na Księżyc przestał być symbolem. Stał się realnym planem, aczkolwiek obarczonym ryzykiem inżynieryjnym, medycznym i geopolitycznym. Dziś nie wracamy na Srebrny Glob tylko na chwilę. My się tam wprowadzamy.

NOWY POCZĄTEK

Załogowe lądowania programu Apollo trwały niewiele ponad 3 lata. Pomiędzy lipcem 1969 a grudniem 1972 r. dwunastu Amerykanów stanęło na Księżycu. Nie zostawili tam jednak infrastruktury umożliwiającej stałą obecność ludzi, lecz tylko instrumenty naukowe, pracujące samodzielnie jeszcze przez kilka lat. Od tamtego czasu powrót człowieka na Księżyc był jednym z tych projektów, które regularnie pojawiały się w przemówieniach polityków, prezentacjach agencji kosmicznych i futurystycznych wizjach. Niestety, równie regularnie przegrywały z budżetem, zmianą administracji albo prostym pytaniem: po co właściwie tam wracać? Przecież flaga została już wbita, próbki skał przywiezione, a zdjęcia obiegły świat.

Dziś argumenty brzmią inaczej. Księżyc ma stać się poligonem, gdzie będzie można sprawdzić, czy człowiek potrafi żyć, pracować, budować, naprawiać sprzęt i prowadzić badania poza Ziemią dłużej niż przez kilka dni. NASA opisuje program Artemis jako drogę do powrotu ludzi na Księżyc oraz przygotowanie do misji marsjańskich i stałej obecności człowieka w kosmosie. Każda kolejna misja, od testowych lotów bezzałogowych po budowę stacji, musi stanowić trwały element systemu, który docelowo pozwoli na wielokrotną rotację załóg i wykorzystanie lokalnych zasobów. W aktualnych materiałach NASA dotyczących Artemis mowa jest nie tylko o rakiecie SLS i statku Orion, ale o lądownikach komercyjnych, skafandrach nowej generacji, łazikach, dostawach ładunków, systemach powierzchniowych, a także o gospodarce księżycowej. Apollo był programem niemal całkowicie państwowym, podporządkowanym jednemu spektakularnemu celowi. Artemis od początku ma być systemem wielu elementów, budowanym przez agencję, firmy prywatne i partnerów międzynarodowych.

PLAN NASA

Według planu przedstawionego przez NASA w marcu 2026 r. budowa infrastruktury księżycowej w ciągu 7 lat pochłonie ok. 20 mld dol. Nie jest to całkowity koszt programu Artemis, lecz budżet związany z rozwojem księżycowej bazy i jej zaplecza. Kwota duża, choć nie astronomiczna (cały Apollo, przeliczony na dzisiejsze pieniądze, kosztował ponad 20 razy więcej). Różnica polega na tym, że tym razem znaczna część infrastruktury powstanie dzięki firmom prywatnym w modelu, w którym agencja kupuje usługi, a nie projektuje od podstaw każdą śrubkę. Pierwsza z trzech faz nosi roboczą nazwę „Build, Test, and Learn". Już trwa. Plan zakłada zwiększenie kadencji robotycznych

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

Lądownik Griffin firmy Astrobotic w hali montażowej. To jeden z pojazdów, które mają utorować drogę do regularnych dostaw sprzętu na powierzchnię Księżyca.

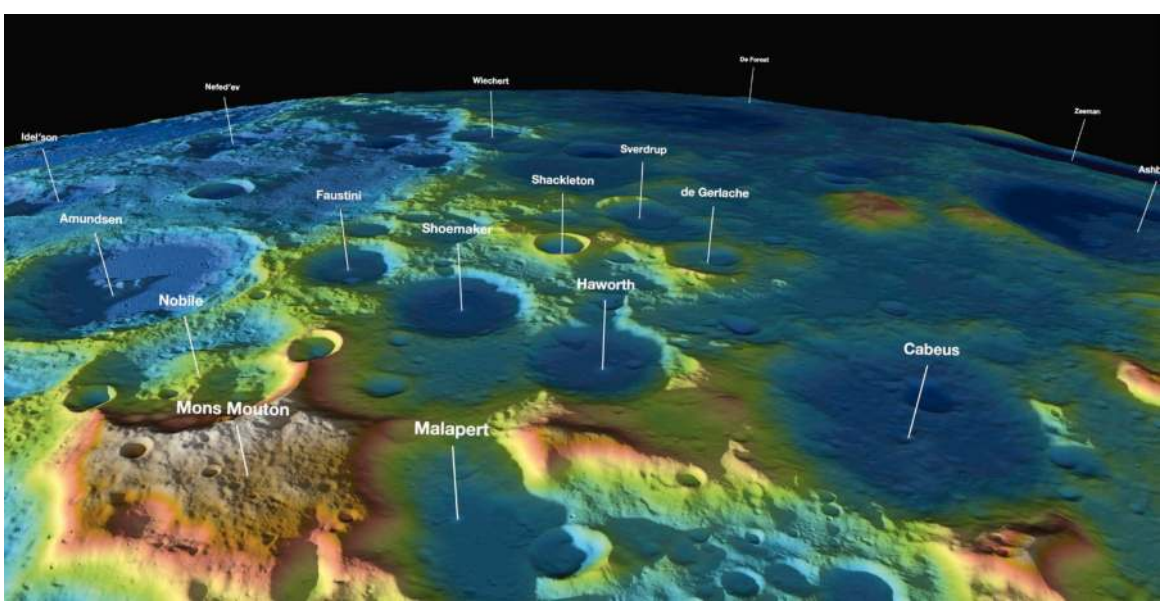
Łazik VIPER, zaprojektowany do badania lotnych związków i poszukiwania śladów lodu wodnego w rejonach polarnych Księżyca

dostaw na Księżyc w tempie, jakiego agencja nigdy wcześniej nie próbowała: 30 automatycznych lądowników w latach 2027–2029, po 10 rocznie. Mają one rozwijać podstawową infrastrukturę: sieć komunikacyjną o przepustowości co najmniej 500 megabitów na sekundę między Księżycem a Ziemią, jednostki grzewcze radioizotopowe na 14-dniową księżycową noc oraz prototypy łazików.

Załogowe lądowanie programu Artemis IV zaplanowano na początek 2028 r. Funkcja misji Artemis III, pierwotnie pomyślana jako lądowanie, w lutym 2026 r. stała się testem na orbicie ziemskiej. Kolejny etap ruszy w 2029 r. Zakłada budowę pierwszych hermetycznych habitatów. Załogowe lądowania mają się od tego momentu odbywać co pół roku. Po raz pierwszy w historii nominalny harmonogram zakłada częstszą obecność człowieka na Księżycu w jednym roku niż w trakcie wszystkich misji Apollo razem wziętych. Ok. 2032 r. ruszy ostatnia faza projektu, zaplanowana na lata 30. To wtedy na Księżyc trafią wielkie moduły mieszkalne: włoskie Multi-purpose Habitats, budowane przez ASI, czy łazik narzędziowy Kanadyjskiej Agencji Kosmicznej (CSA). Według wyliczeń NASA jedna 28-dniowa rotacja czteroosobowej załogi wymaga ok. 8 t sprzętu i zapasów.

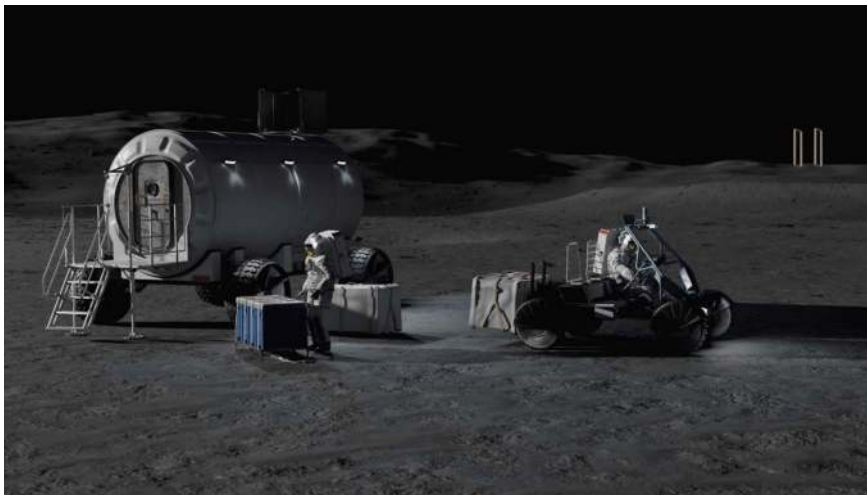
Jeśli chodzi o lokalizację przyszłej bazy księżycowej, to w październiku 2024 r. NASA podała kilka takich obszarów: szczyt w pobliżu krateru Cabeus B, potężny krater uderzeniowy Haworth, Masyw Malaperta, płaskowyż Mons Mouton, Nobile Rim 1 (w sąsiedztwie krateru Nobile), Nobile Rim 2, de Gerlache Rim 2 i Slater Plain. Każdy z nich ma wiele możliwych miejsc lądowania, które zostaną przeanalizowane. To nie przypadek, że wszystkie leżą blisko

Topografia południowego bieguna Księżyca pokazuje, dlaczego to jeden z najtrudniejszych i najważniejszych celów eksploracji. W cieniu kraterów mogą kryć się zasoby lodu wodnego.



eprasa.pl c3c78c8db5

Koncepcja ciśnieniowego łazika JAXA i Toyoty – mobilnego habitatu, który umożliwi astronautom pracę dalej od bazy i wydłuży ich pobyt w terenie.



Wizja księżycowej logistyki NASA. Zanim powstanie baza, trzeba nauczyć się, jak regularnie dostarczać sprzęt na powierzchnię Księżyca.

Wizja systemu przetwarzania regolitu pokazuje, że księżycowy pył może być surowcem do budowy przyszłej infrastruktury.

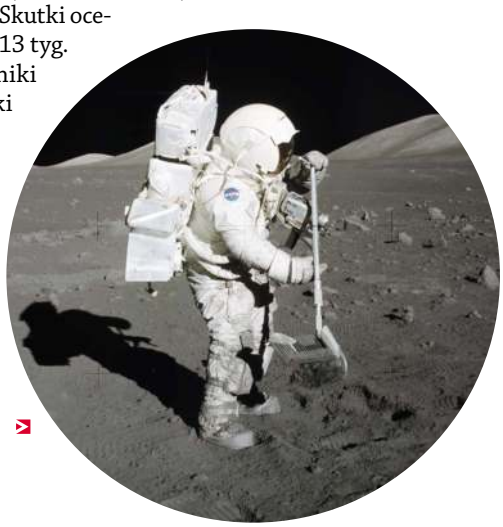
bieguna południowego. Księżycowe bieguny są zupełnie innym światem niż równikowe i podzwrotnikowe okolice, w których lądowały misje Apollo. Tamte wyprawy wybierały miejsca przede wszystkim pod kątem bezpieczeństwa lądowania, celów geologicznych i możliwości technicznych epoki. Dziś planowanie wygląda inaczej. Jeśli człowiek ma wrócić na Księżyc nie na kilka dni, lecz z myślą o dłuższej obecności, trzeba szukać nie tylko płaskiego terenu, bezpiecznego do lądowania. Potrzebne są światło, łączność, dostęp do ciekawych formacji geologicznych, a przede wszystkim bliskość lodu wodnego.

NASA pisze wprost, że przyszłe misje Artemis na południowy biegun mogą korzystać z baz postawionych w silnie oświetlonych rejonach, by mieć dostęp do energii słonecznej, a jednocześnie organizować wyprawy do chłodnych, zacienionych obszarów. Bez względu na lokalizację baz przyszli astronauci staną przed nie lada wyzwaniem: przetrwać w środowisku, do którego człowiek nie jest w żaden sposób przystosowany.

KOSMICZNE PUŁAPKI

Misja Apollo 17 wystartowała w grudniu 1972 r., a Harrison Schmitt, jedyny zawodowy geolog wśród astronautów programu, wrócił z Księżyca z dolegliwością, której nie znalazłby w żadnym podręczniku medycyny lotniczo-kosmicznej. Po pierwszym wejściu do lądownika, gdy strząsany ze skafandra pył rozszedł się w powietrzu, oczy zaczęły mu łzawić, gardło drapać, a Schmitt – półżartem, półserio – nazwał to księżycowym katarem siennym (*lunar hay fever*). Symptomy minęły po kilku godzinach. Ale dziś, pół wieku później, planiści NASA traktują tę krótką relację astronauty jako pierwszy w historii medyczny raport z kontaktu człowieka z najbardziej kłopotliwym materiałem w Układzie Słonecznym. Pył księżycowy jest jednym z najpoważniejszych zagrożeń technicznych i zdrowotnych, które baza będzie musiała stale ograniczać.

W 2013 r. zespół Chiu-Winga Lama opublikował badanie, w którym szczury przez 4 tyg. wdychały regolit (regolit to warstwa pokruszonych skał, pyłu i drobin na powierzchni Księżyca, powstałych przez miliony lat uderzeń mikrometeoroidów). Skutki oceniano m.in. po 1 dniu, 1 tyg., 4 i 13 tyg. od zakończenia ekspozycji. Wyniki wskazywały na zależne od dawki objawy uszkodzenia i zapalenia płuc. Co ciekawe, świeżo skruszone próbki okazały się bardziej toksyczne niż „stare". Większe cząsteczki zatrzymują się w górnych drogach oddechowych, mniejsze i ostre jak mikroskopijne odłamki szkła są zdolne dotrzeć do oskrzelików i pęcherzyków płucnych.



Apollo 17, grudzień 1972 r. Harrison Schmitt pobiera próbki w dolinie Taurus-Littrow.

Fot. Astrobotic, NASA/Helen Arase Vargas, SPL/Indigo, JAXA/Toyota, NASA (2), NASA/Eugene Ceman

eprasa.pl c3c78c8db5

Chiński lądownik Chang'e-4 sfotografowany przez łazik Yutu-2. Pierwsza misja, która miękko wylądowała po niewidocznej z Ziemi stronie Księżyca.

Nie znamy długoterminowych skutków przewlekłej ekspozycji. Co gorsza, pył przylega do wszystkiego: tkanin, uszczelek, układów elektronicznych. Walka z nim będzie nie lada wyzwaniem.

Kolejnym problemem jest ekspozycja na promieniowanie kosmiczne. Do 3 stycznia 2019 r., czyli do momentu lądowania chińskiej sondy Chang'e-4 w kraterze Von Kármán po niewidocznej stronie Księżyca, nikt nie zmierzył w czasie rzeczywistym dawki promieniowania na powierzchni Srebrnego Globu. Astronauci Apollo nosili dozymetry, ale te rejestrowały tylko sumę ekspozycji podczas całej wyprawy: Ziemia, lot, Księżyc, powrót – bez różnicy. Dopiero przyrząd Lunar Lander Neutrons and Dosimetry, zbudowany w Niemczech, dał odpowiedź. Wyniki opublikowane w 2020 r. przez Roberta F. Wimmera-Schweingrubera i jego zespół brzmią konkretnie: średnia dawka to ok. 1369 mikrosiwertów na dobę. To 2,6 razy więcej niż średnia na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i niemal 200 razy więcej niż na powierzchni Ziemi.

Na powierzchni Księżyca najprostszą i najbardziej oczywistą osłoną może okazać się sam Księżyc. ESA opracowała koncepcję nadmuchiwanych habitatów, które po rozłożeniu zostałyby przysypane 4–5 m regolitu, aby osłaniać załogę przed promieniowaniem i mikrometeoroidami. To jedna z najbardziej intuicyjnych wizji księżycowej architektury: lekka konstrukcja przywieziona z Ziemi, a wokół niej lokalny materiał, zastępujący ciężkie osłony transportowane rakietą.

Ostatnie wyzwanie to temperatura środowiska. Ponieważ Księżyc wykazuje słabą rotację wokół własnej osi, doba trwa tam ok. 30 dni ziemskich. Doba rządzi cyklem temperatur: 14 dni ziemskich słońca i 14 dni mroku. Ze względu na brak atmosfery powierzchnia naszego satelity rozgrzewa się w dzień do ok. 127°C i wychładza w nocy do ok. –173°C, a w stale zacienionych kraterach przy biegunie południowym temperatury spadają poniżej –230°C. Ponieważ z kraterów NASA i jej partnerzy zamierzają wydobywać lód wodny, inżynierowie projektują systemy zdolne do pracy w rozmaitym zakresie temperatur. Brak atmosfery oznacza też brak ochrony przed mikrometeorytami, które uderzają w powierzchnię z prędkościami rzędu kilkudziesięciu kilometrów na sekundę. Pojedyncze ziarno rozmiaru milimetra ma tu energię kinetyczną pocisku. To dlatego projektowanie każdego habitatu zaczyna się dziś nie od wnętrza, tylko od osłony.

Koncepcja ESA i Foster + Partners zakłada budowę bazy z księżycowego gruntu. Druk 3D z regolitu mógłby ograniczyć liczbę materiałów transportowanych z Ziemi.

eprasa.pl c3c78c8db5

Wizualizacja misji LCROSS. Celowe uderzenie w okolice księżycowego bieguna pomogło potwierdzić obecność wody w materiale wyrzuconym z krateru.

JAK ZBUDOWAĆ BAZĘ?

Filozofia, której NASA i ESA nadały skrót ISRU (*in-situ resource utilization*), sprowadza się do prostego założenia: wszystko, co da się wyprodukować na miejscu, nie będzie dostarczane z Ziemi. A każdy niezabrany kilogram oszczędza paliwo, koszt i ryzyko. W 2013 r. Europejska Agencja Kosmiczna we współpracy z biurem architektonicznym Foster + Partners zaprezentowała koncepcję habitatu, w którym na Księżyc przybywa jedynie cylindryczny moduł i nadmuchiwana kopuła. Resztę – ochronną skorupę o grubości ok. 1 m – drukuje na miejscu robot, używając miejscowego regolitu zmieszanego z niewielką ilością spoiwa. Aby udowodnić, że pomysł jest do zrealizowania, zespół wydrukował półtoratonowy blok testowy. „Naziemna technologia druku 3D pozwala dziś tworzyć całe struktury. Sprawdziliśmy, czy można jej użyć do zbudowania księżycowego habitatu" – komentował Laurent Pambaguian, prowadzący projekt z ramienia ESA. Druk w próżni teoretycznie nie powinien się udać, bo płynne spoiwo natychmiast się odgazowuje, a to prowadzi do powstawania pęcherzy i całkowitego zniszczenia struktury wydruku. Giovanni Cesaretti z włoskiej firmy Alta SpA rozwiązał problem, wsuwając dyszę drukarki pod warstwę regolitu. Krople spoiwa o średnicy ok. 2 mm pozostawały tam uwięzione siłami kapilarnymi. Materiałem testowym był bazalt z jednego z włoskich wulkanów. Jego zgodność chemiczna z regolitem księżycowym wynosi 99,8%.

Jest jednak i inne rozwiązanie: nie budować w ogóle, tylko wprowadzić się do gotowego siedliska. Pod kraterem zapadliskowym w Morzu Spokoju znajduje się pusty pionowy kanał lawowy o średnicy 100 m i głębokości ponad 100 m. Zasiedlenie takiego miejsca daje gotową osłonę przed promieniowaniem i mikrometeorytami, a do tego izoluje termicznie.

Nowe kosmiczne wojny

Po raz pierwszy od pół wieku Księżyc znów jest celem geostrategicznym, z tą różnicą, że na biegun południowy zmierzają dwa konkurencyjne, dobrze sfinansowane konsorcja jednocześnie. 9 marca 2021 r., gdy świat patrzył na pandemię i Marsa, Roskosmos i CNSA podpisały memorandum o porozumieniu w sprawie wspólnej budowy Międzynarodowej Księżycowej Stacji Badawczej (ILRS). Roadmap, ogłoszony 3 mies. później na konferencji GLEX 2021 w Petersburgu, dzielił przedsięwzięcie na trzy etapy: rekonesans (lata 2021–2025), budowę (2026–2035) i fazę użytkowania (od 2036 r.). Harmonogram ILRS jest rozpisany inaczej niż Artemis: mniej przypomina serię załogowych demonstracji, a bardziej długofalowy program budowy infrastruktury robotycznej i badawczej.

Liczby układają się asymetrycznie. Według publicznych danych Secure World Foundation na dzień 5 maja 2026 r. Porozumienia Artemis (Artemis Accords) podpisało 67 państw. Po stronie ILRS znalazło się 13 sygnatariuszy: oprócz Chin i Rosji Pakistan, Wenezuela, Republika Południowej Afryki, Białoruś, Azerbejdżan, Egipt, Nikaragua, Serbia, Tajlandia, Kazachstan i Senegal. To inny klucz doboru niż transatlantyckie sojusze NASA. Pekin tworzy na Księżycu *coalition of the willing* wśród państw, które w innych dziedzinach nie zawsze mają dostęp do zachodnich technologii.

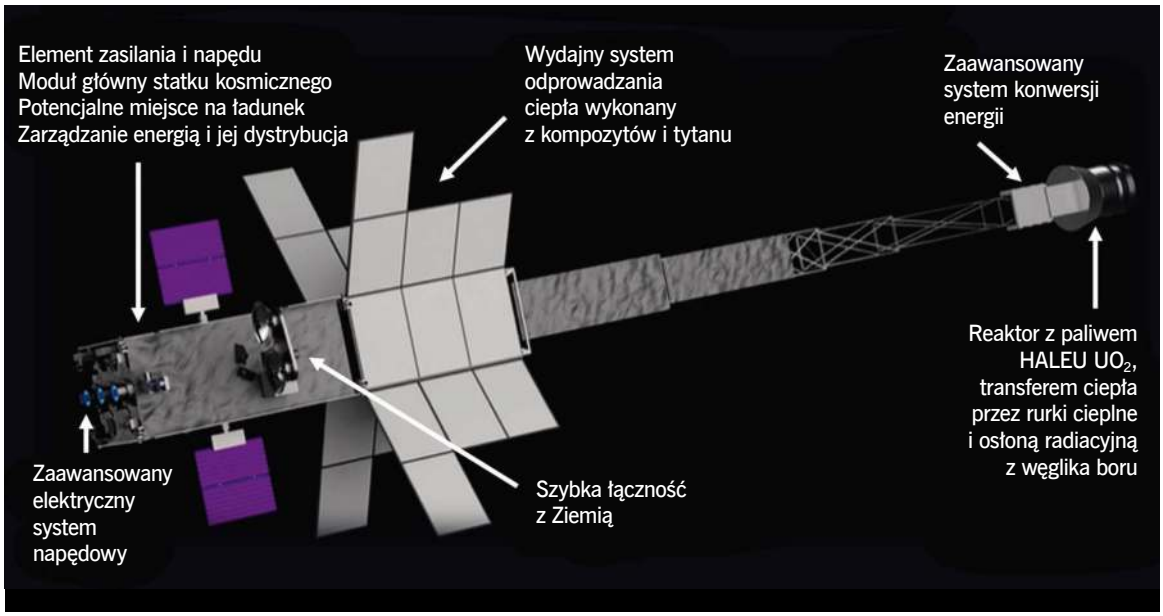
Chińska ścieżka ma własne twarde daty. Misja Chang'e-7, planowana na 2026 r., ma zbadać zasoby południowego bieguna; Chang'e-8 ok. 2028 r. przetestuje wykorzystanie miejscowych zasobów – to elementy „modelu podstawowego" ILRS. Równolegle Chińska Agencja Załogowych Lotów Kosmicznych (CMSA) konsekwentnie buduje załogowy program księżycowy: rakieta nośna Długi Marsz 10, statek załogowy Mengzhou, lądownik Lanyue, skafander Wangyu i łazik Tansuo. 6 sierpnia 2025 r. Lanyue z powodzeniem zaliczył kompleksowy test lądowania i startu w ośrodku w prowincji Hebei. Cel oficjalny: dwóch astronautów na Księżycu do 2030 r.

To data, której nie sposób ignorować po amerykańskiej stronie. Jared Isaacman, administrator NASA, w najnowszych wystąpieniach przedstawiał program Artemis także w kategoriach strategicznej rywalizacji z Chinami. W takim ujęciu powrót na Księżyc nie jest wyłącznie projektem naukowym, lecz elementem walki o przywództwo w przestrzeni kosmicznej. I tu kryje się różnica wobec wyścigu sprzed 60 lat. Apollo i radziecki program N1 rywalizowały o jedno: kto pierwszy postawi nogę. Tym razem stawką nie jest moment lądowania, lecz to, czyj sztandar zawiśnie nad pierwszą stałą infrastrukturą.

Fot. CSNA/Siyu Zhang/Kevin M. Gill, ESA/Foster + Partners, NASA

eprasa.pl c3c78c8db5

Koncepcja Space Reactor-1 Freedom. NASA uznaje energię jądrową za jedno z możliwych źródeł stałego zasilania przyszłych misji księżycowych i marsjańskich.



Oznaczałoby to jednak kilka wyzwań. Nie istnieje technologia opuszczania ludzi i prefabrykatów takim otworem. Drugi problem to niezbadana stabilność wnętrza. Wewnątrz dużych tuneli należy spodziewać się stref pęknięć. Problem trzeci dotyczy łączności. Skała ekranująca promieniowanie blokuje też sygnał radiowy. Warto wreszcie podkreślić, że żaden statek nie wleciał jeszcze do takiego krateru. Wszystko, co o nim wiemy, pochodzi z danych radarowych sondy. Jeśli jednak koncepcja się sprawdzi, dyskusja o budowie bazy może zmienić się w dyskusję o jej instalacji.

Dwa lądowniki programu Artemis: Starship HLS i Blue Moon MK2 – systemy rozwijane do transportu astronautów z orbity księżycowej na powierzchnię Księżyca

Istotny filar architektury to woda. Sonda Lunar Prospector zasygnalizowała jej obecność już w 1998 r.; w październiku 2009 r. misja LCROSS, celowo zderzając się z dnem krateru Cabeus, wzbiła pióropusz pyłu, w którym ok. 5% stanowiła woda. Lód z wiecznie zacienionych kraterów ma w bazie znaczenie funduszu rezerwowego. Po elektrolizie staje się tlenem do oddychania i wodorem, który w połączeniu z tlenem daje paliwo rakietowe.

A skąd na Księżycu wziąć prąd? Na to NASA i amerykański Departament Energii odpowiedziały w styczniu 2026 r., podpisując nowe porozumienie w sprawie budowy reaktora księżycowego do 2030 r. Specyfikacja zmieniła się jednak radykalnie. Pierwotny projekt z 2022 r. zakładał reaktor atomowy o mocy do 40 kW i masie poniżej 6 t. W sierpniu ub.r. NASA ponaddwukrotnie podniosła poprzeczkę: dyrektywa Seana Duffy'ego, a następnie memorandum NASA-DOE ze stycznia 2026 r. mówią o reaktorze o mocy co najmniej 100 kW, gotowym do startu na przełomie 2029 i 2030 r. Kontrakty fazy pierwszej, każdy o wartości 5 mln dol., otrzymały konsorcja Lockheed Martin i Westinghouse (z partnerem Aerojet Rocketdyne). Zanim jednak pierwszy reaktor jądrowy stanie na powierzchni Księżyca, podobne urządzenie ma zostać wyniesione dalej – w przestrzeń międzyplanetarną. Space Reactor-1 Freedom to demonstrator napędu nuklearno-elektrycznego o mocy ponad 20 kW; start zaplanowano na grudzień 2028 r. Żadnej z tych technologii nikt jeszcze nie sprawdził w warunkach operacyjnych. SR-1, jak otwarcie przyznaje NASA, ma przecierać szlak, a nie być wzorcem do skopiowania.

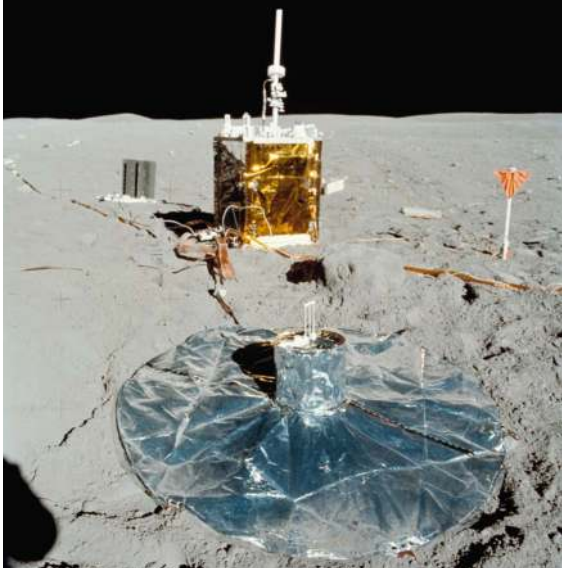
Każdy element tej układanki obarczony jest ryzykiem. Komercyjne lądowniki – Starship HLS i Blue Moon – wciąż są w fazie rozwoju i testów. Musiałyby zostać uznane przez NASA za zdolne do bezpiecznego dostarczenia astronautów na powierzchnię.

eprasa.pl c3c78c8db5

Pozostają jeszcze kwestie medyczne. Długoterminowe skutki przewlekłej ekspozycji na promieniowanie kosmiczne i pył regolitowy są wciąż niedostatecznie zbadane. Mimo to przesunięcie jakościowe już się dokonało. Jeszcze 5 lat temu pytanie brzmiało: czy człowiek wróci na Księżyc. Dziś brzmi: pod czyją flagą, w jakim harmonogramie i z jaką infrastrukturą. Apollo zostawił ślady stóp i kilkaset kilogramów próbek. Artemis i ILRS – jeśli zadziałają – zostawią adresy. Po raz pierwszy od pół wieku Księżyc przestaje być celem podróży. Staje się miejscem do zamieszkania.

Kamil Nadolski

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



Apollo 16, kwiecień 1972 r. Zestaw eksperymentów ALSEP na powierzchni Księżyca. Wczesny przykład tego, jak lądowanie tworzy warunki do powstania stałego stanowiska badawczego.

Życie w puszce

Najtrudniejszym elementem bazy księżycowej nie będzie reaktor, lądownik ani moduł mieszkalny. Będzie nim człowiek. Maszynę można wyłączyć, zakonserwować, osłonić grubszą warstwą regolitu. Człowiek musi oddychać, spać, jeść, podejmować decyzje, radzić sobie ze stresem, jak najrzadziej chorować i nie popełniać błędów w miejscu, w którym nawet drobna awaria może stać się kryzysem.

NASA w programie Human Research sprowadza ryzyka lotów załogowych do 5 wielkich kategorii: promieniowania kosmicznego, izolacji i zamknięcia, odległości od Ziemi, zmienionej grawitacji oraz wrogiego zamkniętego środowiska. To brzmi jak lista techniczna, ale w praktyce opisuje codzienne życie przyszłej załogi: ciało wystawione na warunki panujące w kosmosie, psychikę osoby uwięzionej w małej grupie, medycynę bez szpitala i habitat, który musi być jednocześnie domem, laboratorium i systemem podtrzymywania życia.

Księżycowa baza nie będzie mieszkaniem z widokiem na Ziemię, lecz raczej puszką, którą trzeba utrzymać w stanie sztucznej równowagi. Temperatura, ciśnienie, skład powietrza, wilgotność, oświetlenie, hałas, mikroorganizmy, odpady, zapachy, sen, praca i odpoczynek. Wszystko trzeba kontrolować. NASA opisuje wrogie i zamknięte środowisko statku lub habitatu jako ekosystem, gdzie bezpieczeństwo zależy m.in. od utrzymania właściwej temperatury, ciśnienia, światła, od ograniczenia hałasu, monitorowania mikrobiomu i śledzenia reakcji układu odpornościowego. Na Ziemi „wyjść na świeże powietrze" znaczy po prostu otworzyć drzwi. Na Księżycu wiąże się to z przygotowaniem skafandra, kontrolą szczelności, procedurą otwarcia śluzy, pracą w pyle, promieniowaniem i częściową grawitacją. Po powrocie problem się nie kończy, bo wraz z astronautą do środka może wedrzeć się regolit. Podczas misji Apollo pył księżycowy przylegał do skafandrów i trafiał do kabiny.

Drugim przeciwnikiem jest brak grawitacji w znanej nam postaci. Na orbicie okołoziemskiej astronauci żyją w mikrograwitacji, a na Księżycu będą doświadczać ok. $^1/_6$ ziemskiego przyciągania. To więcej niż na stacji kosmicznej, ale nadal znacznie mniej niż na Ziemi. Problem polega na tym, że nie wiemy jeszcze wystarczająco dużo o długotrwałym życiu w częściowej grawitacji. Mamy natomiast bardzo dużo danych o tym, jak ciało reaguje, gdy nie musi stale walczyć z ciężarem własnym. NASA podaje, że w warunkach mikrograwitacji kości nieobciążane jak na Ziemi, m.in. kręgosłup i biodra, tracą przeciętnie 1–1,5% gęstości miesięcznie podczas misji trwających 4–6 mies. Bez przeciwdziałania może to zwiększać podatność na złamania i przedwczesną osteoporozę. Mięśnie również słabną, bo zwykłe poruszanie się nie wymaga od nich tej samej pracy co na Ziemi. Dlatego ćwiczenia, dieta i ewentualne interwencje medyczne nie będą dodatkiem do księżycowego życia, lecz częścią systemu bezpieczeństwa.

Najbardziej jednak niepokojące jest to, że ciało nie psuje się w jeden prosty sposób. Lot kosmiczny oddziałuje na układ krążenia, kości, mięśnie, wzrok, metabolizm, odporność, mikrobiom, sen i zachowanie. NASA Twins Study, w którym porównywano astronautę Scotta Kelly'ego po prawie rocznym pobycie na ISS z jego bratem bliźniakiem Markiem Kellym, pokazał jednocześnie odporność i podatność ludzkiego organizmu. NASA informowała, że wiele zmian u Scotta wróciło do poziomu sprzed lotu, m.in. część reakcji odpornościowych, zmian epigenetycznych, mikrobiom jelitowy, masa ciała i metabolity. Niektóre wskaźniki, w tym związane ze stanem zapalnym i odpowiedzią immunologiczną, pozostawały jednak zmienione także po powrocie.

Ciało astronauty staje się więc polem pomiarowym. Przyszła baza księżycowa będzie musiała nieustannie zbierać dane: tętno, sen, aktywność, ekspozycję na promieniowanie, stan mięśni i kości, parametry układu odpornościowego, poziom stresu, objawy infekcji, zmiany wzroku. A nawet jeśli ciało działa, pozostaje psychika. Mała grupa ludzi, ograniczona przestrzeń, monotonny rytm, zależność od procedur, brak prywatności, ogromna odpowiedzialność i świadomość, że pomoc jest daleko. To nie są warunki neutralne. Dlatego psychologiczny aspekt będzie równie ważny jak projektowanie konstrukcji bazy. Chodzi o światło, rytm dnia, przestrzeń do odpoczynku, możliwość kontaktu z rodziną, sensowny podział obowiązków, procedury rozwiązywania konfliktów i kulturę komunikacji. Nie wystarczy wybrać ludzi odpornych psychicznie. Trzeba stworzyć środowisko, które nie będzie tej odporności codziennie testować.

Fot. NASA (3), Patricia Moore

eprasa.pl c3c78c8db5

NEURONY PIĘKNYCH MIEJSC

Naukowcy podglądali pracę mózgu, by sprawdzić, dlaczego wolimy patrzeć na naturalne krajobrazy niż np. na tył supermarketu.

ANDRZEJ HOŁDYS

NAJPROSTSZA odpowiedź na pytanie, dlaczego wakacyjna kwatera z widokiem na zalesione wzgórza lub łąkę jest droższa niż ta, z której widać szkło, beton i asfalt, brzmi banalnie: ponieważ w takim przypadku czujemy się znacznie lepiej niż w drugim. Spróbujcie spędzić urlop, mając za oknem wybetonowany plac. Skąd jednak bierze się to dobre samopoczucie towarzyszące podziwianiu pięknego widoku natury? Odpowiedź jest złożona i aby ją poznać, badacze sięgnęli aż po elektroencefalograf mierzący aktywność elektryczną mózgu.

Na pomysł przeprowadzenia eksperymentu wpadła Jenny Roe ze Stockholm Environment Institute. Ona i jej współpracownicy najpierw odbyli przejażdżkę po hotelach w Szwecji i Wielkiej Brytanii. Fotografowali widoki z hotelowych okien. Jedne zdjęcia przedstawiały tylko beton, szkło i asfalt, na innych szarość mieszała się z zielenią, a na kolejnych było już tylko zielono i czasami niebiesko (od jezior, rzek i morza). Następnie fotografie pokazano 20 ochotnikom. Wcześniej jednak na głowy założono im przenośny elektroencefalograf, składający się z 14 sensorów oraz słuchawek, za których pośrednictwem pomiary aktywności mózgu trafiały drogą radiową do komputerów. Okazało się, że zielony krajobraz wywoływał u wszystkich ochotników takie emocje jak zadowolenie, skupienie i kontemplacja. Natomiast podczas

eprasa.pl c3c78c8db5

oglądania zdjęć z krajobrazem miejskim pojawiały się irytacja, rozkojarzenie, napięcie, a nawet złość. „Zmiana emocji z pozytywnych na negatywne była u wszystkich bardzo wyraźna" – podkreśla badaczka.

Wcześniej Roe przeprowadziła podobny eksperyment, tyle że tym razem posłała ludzi w plener – na spacery po lesie, po głównej ulicy Edynburga oraz po dzielnicy biurowej tego miasta. Ponownie aktywność mózgu spacerujących mierzyła za pomocą przenośnego elektroencefalografu. Efekt był zbliżony, tyle że silniejszy – bezpośredni kontakt z zielenią jeszcze wyraźniej uspokajał, a spacer wśród szkła i betonu jeszcze mocniej pobudzał psychikę.

UKŁAD ODPORNOŚCIOWY

Nie tylko Roe prowadzi takie badania. Przedmiotem szczególnego zainteresowania Esther Sternberg, profesor University of Arizona, są z kolei mechanizmy wiążące schorzenia autoimmunologiczne ze stresem i depresją. Równocześnie bada ona, w jaki sposób krajobrazy otaczające człowieka wpływają na funkcjonowanie ośrodkowego układu nerwowego. W kolejnych pracach dowodzi, że nasze emocje i myśli mogą być kształtowane przez oglądane widoki i fakt ten nie jest obojętny dla kondycji naszego układu odpornościowego. „Pewne miejsca mogą nas w dłuższym czasie przyprawić o chorobę, a inne wyleczyć. Nasze mózgi preferują krajobrazy kojące nerwy. To przejaw reakcji obronnej organizmu" – mówi Sternberg, która na uczelni założyła centrum badawcze o nazwie Institute on Place, Wellbeing and Perfomance. Wspólnie z immunologami, neurobiologami i psychologami wojskowymi, biologami molekularnymi i architektami analizuje interakcje zachodzące w trójkącie mózg–układ immunologiczny–krajobraz. Uczestnikom eksperymentów zakłada czujniki mierzące poziom stresu i pracę serca oraz analizuje ich krew i pot. Wyniki tych testów wykorzystywane są w leczeniu zaburzeń psychicznych u żołnierzy.

Według Sternberg każdemu odwiedzanemu miejscu zawsze towarzyszy jakaś reakcja fizjologiczna, emocjonalna i immunologiczna. „Dotyczy to również zwierząt. Myszy przebywające w ciasnej klatce ustawionej w ciemnym pomieszczeniu zachowują się inaczej niż myszy biegające swobodnie w dużej klatce stojącej w pokoju pełnym światła dziennego" – zauważa. Ludzie w klatkach nie mieszkają, ale także oni w jednych miejscach czują się szczęśliwi i zrelaksowani, a w innych – poirytowani czy przestraszeni. Symbolem tego pierwszego idealnego miejsca jest raj. Jakie skojarzenia budzi w nas to słowo? Wystarczy wrzucić hasło do Google'a. Na większości zdjęć zobaczymy piękne naturalne krajobrazy. „To nie przypadek. W naszym mózgu pewne neurony uaktywniają się wtedy, gdy oglądamy piękne widoki. Dochodzi do produkcji endorfin, których wydzielanie towarzyszy pozytywnym stanom emocjonalnym" – mówi badaczka.

Ostatnio wspólnie z architektami Sternberg przeprowadziła eksperyment z udziałem 50 osób, by sprawdzić (za pomocą encefalografu), jak mózg człowieka reaguje na widok różnego rodzaju budowli i krajobrazów. Wynik był łatwy do przewidzenia: dymiące kominy fabryczne, wysypiska, korki uliczne, plaże pełne plastikowych śmieci itp. nie zwiększały aktywności tych obszarów mózgu, które odpowiadają za odczuwanie przyjemności i w których wytwarzane są endorfiny.

CENTRA DLA CHORYCH

„Architekci chcą tak projektować domy, aby wywoływały w ludziach pozytywne emocje. Liczą, że pomożemy im w tym, udzielając konkretnej naukowej odpowiedzi na ich pytania" – mówi Sternberg. Takie obiekty już powstają. Przykładem są choćby brytyjskie Maggie's Centre lokalizowane w otoczeniu natury i niosące pomoc ludziom chorym na nowotwory. Pierwszy budynek został zaprojektowany trzy dekady temu przez szkockiego architekta Richarda Murphy'ego. Prosty w formie i otoczony zielenią obiekt przypominał dawne wiejskie domy południowej Szkocji, tyle że wpuszczał do wnętrza więcej światła. Choć wzniesiono go na terenie należącym do kliniki w Edynburgu, w niczym nie przypominał szpitala. Miał być bowiem dziennym domem opieki dla ludzi, u których zdiagnozowano raka. Ich azylem i schronieniem pozwalającym na zebranie siły do walki z chorobą.

Takie było założenie autorki pomysłu, Maggie Jencks, która zachorowała na raka piersi w 1993 r., a zmarła 2 lata później. W ciągu tych 2 lat przedstawiła i zaczęła realizować ideę placówek, w których chory zmagający się z nowotworem znalazłby wsparcie psychologiczne i pielęgniarskie. Ośrodki te miały być powszechnie dostępne, a wznoszone i utrzymywane za pieniądze donatorów na terenach szpitalnych. Jencks chciała, by tworzyli je znani architekci i projektanci krajobrazu. Miały być otoczone przyrodą, sąsiadować z wodą, a swoją urodą i harmonią przynosić ulgę chorym. Centrum zaprojektowane przez Murphy'ego otwarto w 1996 r. Pomysłodawczyni już wówczas nie żyła.

Dziś w Wielkiej Brytanii działa 28 takich centrów, a poza nią – 4. Kolejne budynki projektowali m.in.

Maggie's Centre – dzienny ośrodek opieki dla osób chorych na raka w Nottingham w Wielkiej Brytanii

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

Frank Gehry, Zaha Hadid, Richard MacCormac i Kisho Kurokawa. Inny gigant architektury, Norman Foster, jest autorem budynku wzniesionego na terenie szpitala The Christie w Manchesterze – jednej z największych klinik onkologicznych w Europie. Foster zaprojektował drewniany parterowy pawilon – ażurowy, porośnięty winem i wtopiony w zieleń. Od południowej strony umieścił szklarnię z kwiatami, która od środka sąsiaduje z pokojami relaksacyjnymi. W ogrodzie przylegającym do centrum znalazło się miejsce na duży warzywnik – dla pragnących trochę popracować fizycznie w ciągu dnia. „Światło i przyroda to filary naszej psychiki. Pomagają żyć pozytywnie mimo choroby. Znam to z własnego doświadczenia" – mówił Foster podczas otwarcia placówki.

W pełni zgadza się z tym stwierdzeniem Marc Berman, obecnie profesor University of Chicago. Jego badania wykazały, że regularny kontakt z naturą pomaga także ludziom cierpiącym na inną chorobę – depresję kliniczną. W jednym z eksperymentów Berman wysłał 20 osób na godzinny samotny spacer po leśnym parku. Wcześniej za pomocą testów psychologicznych ocenił ich stan emocjonalny i funkcjonowanie pamięci. Poprosił też o wykonanie dość masochistycznego zadania tuż przed rozpoczęciem spaceru. Osoby te miały pomyśleć o jakimś negatywnym zdarzeniu z życia, najlepiej o nierozwiązanym problemie, który je dręczy i przygnębia. Bermanowi chodziło to, aby uczestnicy eksperymentu rozpoczynali go w paskudnym, depresyjnym nastroju. Po spacerze przyszła pora na kolejną turę testów sprawdzających nastrój i pamięć.

Po tygodniu całą procedurę powtórzono. Tym razem jednak ci sami chorzy mieli spacerować po zatłoczonych ulicach Detroit. „Wiemy, że kontakt z naturą działa korzystnie na szare komórki ludzi zdrowych, ale czy pomaga także osobom cierpiącym na depresję? Może takie samotne spacery pogarszają ich stan? Chcieliśmy to sprawdzić" – wyjaśniał Berman. Efekt go zaskoczył, ponieważ zarówno przechadzka po parku, jak i spacer po mieście poprawiły nastrój uczestnikom badań. Natomiast wyraźne różnice ujawniły się po powtórzeniu testów pamięci i koncentracji uwagi. Jedno i drugie wyraźnie się pogorszyło podczas przechadzek po mieście, za to znacznie poprawiło podczas pobytu w parku.

„20 osób to mała próba i trzeba uważać z wnioskami, ale wydaje się, że bliski kontakt z naturą poprawia pracę mózgu i powinien być zalecany także osobom z depresją jako uzupełnienie standardowych terapii" – napisał Berman w artykule naukowym podsumowującym badanie, jedno z wielu, jakie przeprowadził, które dowiodły dobroczynnego wpływu natury na naszą kondycję psychiczną. Opisał je niedawno w książce „Nature and the Mind" (polskie tłumaczenie noszące tytuł „Natura i umysł" ukazało się w tym roku). Zapytany w jednym z wywiadów, jaka dawka kontaktu z naturą wystarczy, by poprawić nam samopoczucie, powiedział: „To powinien być plan na wiele lat. Minimum to półgodzinny spacer po zielonym terenie trzy razy w tygodniu, całodniowy wypad poza miasto raz w miesiącu, a raz w roku – przynajmniej trzydniowy wyjazd, podczas którego całkowicie zanurzamy się w świecie przyrody i odcinamy od telewizji, prasy i mediów elektronicznych".

NA KŁOPOTY ZE SNEM I ADHD

Takie pełne zanurzenie w zieleni to także świetny lek dla mózgu, który nie może zasnąć lub też budzi się za wcześnie. Okazuje się, że wystarczy tydzień, aby zresetować nasz zegar biologiczny. Wykazał to wieloletni eksperyment prowadzony przez Kennetha Wrighta, neurobiologa z University of Colorado. Raz do roku zabierał on na tygodniowe wypady w plener ośmiu ochotników uskarżających się na poważne kłopoty ze snem. Biwakowali w Górach Skalistych – z dala od ludzkich siedzib i źródeł sztucznego światła. Mrok nocy można było sobie rozjaśnić tylko za pomocą ogniska. Nawet latarki były zakazane, podobnie jak wszystkie urządzenia elektroniczne.

Chociaż odcięcie od smartfona zakrawało na torturę, podczas biwaków działy się rzeczy niezwykłe – organizmy wszystkich uczestników wyprawy samorzutnie dostosowywały się do naturalnego rytmu dnia i nocy. Wcześniej jedni byli rannymi ptaszkami, inni – sowami. Teraz te indywidualne różnice zanikły, a problemy ze snem się skończyły, choć ludzie wcale nie spali dłużej. Zaraz po zakończeniu imprezy Wright zabierał grupę na testy do swojego laboratorium. Konsekwentnie wykazywały one, że u niemal wszystkich biwakowiczów wskazówki zegara biologicznego cofnęły się mniej więcej o 2 godz. O tyle wcześniej wzrastała u nich wieczorem i spadała rano produkcja melatoniny – hormonu snu. Naukowiec podkreśla, że kto nie ma odwagi na taką biwakową terapię, może latem sięgnąć po półśrodek – za dnia przebywać jak najwięcej na słońcu, a po zmroku gasić światła i nie włączać komputera. „Po kilku tygodniach nasz mózg powinien się przestawić na właściwy rytm okołodobowy" – mówi.

Inni badacze dowodzą, że obcowanie z przyrodą służy też dzieciom z ADHD. Letnie wyjazdy w leśne ostępy organizują co roku dla takich osób Frances Kuo

Kolejny ośrodek należący do sieci Maggie's Centre, tym razem w Aberdeen – niezwykły budynek łączący architekturę, zdrowie i przyrodę

eprasa.pl c3c78c8db5

Dziedziniec współczesnego biurowca. Aż się prosi, żeby wzbogacić go zielenią.

i Andrea Faber Taylor, neuropsycholożki z Illinois State University. Po latach obserwacji i eksperymentów badaczki doszły do wniosku, że regularny kontakt z naturą łagodzi niektóre symptomy zaburzenia. „Dawka zieleni to lepszy, bo bezpieczniejszy, tańszy i łatwiej dostępny środek na wyciszenie kory mózgowej aniżeli substancje lecznicze. Codzienny dwugodzinny spacer po lesie, połączony z obserwacją przyrody, już po tygodniu działa równie skutecznie jak medykamenty" – napisały Kuo i Faber w artykule podsumowującym ich doświadczenia.

SHINRIN-YOKU

W Japonii od dawna starają się taki kontakt z naturą świadomie wykorzystywać. Wejdź do lasu, poruszaj się powoli, oddychaj głęboko, uspokój myśli, wdychaj leśne aromaty, wycisz się i wyostrz zmysły. Na tym właśnie polega shinrin-yoku, czyli po japońsku „leśna kąpiel". Tamtejsi badacze dowodzą, że wdychając lotne substancje aromatyczne uwalniane przez drzewa i inne rośliny leśne, uodparniamy organizm na choroby. Związki te, zwane fitoncydami, mają bowiem silne działanie bakteriobójcze i grzybobójcze. Poza tym, jak sugerują badania medyczne, taka „leśna kąpiel" obniża ciśnienie krwi i uspokaja zwoje nerwowe, zmniejszając w nich poziom kortyzolu, oraz łagodzi stany depresyjne.

Neurobiolog Gregory Bratman ze Stanford University mówi, że długo odnosił się sceptycznie do tych twierdzeń japońskich badaczy. W końcu postanowił sprawdzić rzecz doświadczalnie, a ponieważ przedmiotem jego zainteresowania naukowego jest kora przedczołowa mózgu, skupił się na niej. Uważa się, że kora ta uczestniczy w planowaniu najważniejszych zadań, a następnie w kontrolowaniu ich realizacji. Zarządza, organizuje, rozważa konsekwencje czynów, narzuca dyscyplinę rozumowania. Zarazem, jak wykazały obserwacje, pewien jej fragment wykazuje zwiększoną aktywność u osób ze skłonnością do popadania w apatię i negatywnego myślenia o sobie.

Może takiej pogrążonej w pesymizmie korze przedczołowej mógłby pomóc kontakt z naturą – zainteresował się Bratman. Znalazł 38 ochotników, których zbadał przy pomocy skanera funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) oraz testów psychologicznych, a następnie podzielił ich na dwie grupy. Pierwsza udała się na półtoragodzinny spacer po lasach i łąkach, druga w tym czasie przechadzała się po jednej z głównych ulic San Francisco. Potem wszyscy znów rozwiązali testy psychologiczne i zostali zbadani z użyciem fMRI. „Aktywność interesującego nas fragmentu kory przedczołowej rzeczywiście wyraźnie spadła w wyniku kontaktu z przyrodą" – napisał nieco zaskoczony Bratman w konkluzji artykułu podsumowującego badanie.

Co jednak, gdy nie możemy ruszyć się z miasta lub nie mamy dostępu do terenów zielonych? Badania Roe pokazują, że czasami wystarczy rozwieszenie na ścianach fotografii przyrody lub wprowadzenie innych elementów wyposażenia wnętrza dających choćby namiastkę kontaktu z naturą. Ale same fotografie mogą nie wystarczyć, gdy poziom stresu jest duży. Wtedy potrzeba silniejszych bodźców, choć – jak wykazali szwedzcy neurobiolodzy Matilda Van den Bosch i Patrik Grahn – niekoniecznie naturalnych. Zaaplikowali oni 30 osobom wirtualną wycieczkę do lasu. Ale nie od razu. Najpierw wywołali u nich silne napięcie emocjonalne, wykorzystując do tego celu test TSST (ang. *trier social stress test*). Trwa on kwadrans, a polega na przygotowaniu (5 min) i publicznym przedstawieniu (5 min) prezentacji na zadany temat oraz rozwiązaniu zadania matematycznego (5 min). Nic przyjemnego.

Następnie mocno zestresowanym ludziom zmieniano scenerię – włączano w sali sprzęt służący kreowaniu rzeczywistości wirtualnej. Pierwsza dziesiątka uczestników po założeniu okularów 3D mogła się na trzy kwadranse przenieść do lasu, przez który biegła ścieżka prowadząca do strumienia. Pomieszczenie wypełniło się też ptasimi trelami oraz szumem liści na wietrze. Drugiej dziesiątce pokazano te same obrazy, ale poskąpiono wrażeń akustycznych. Natomiast trzecia dziesiątka, określona jako kontrolna, oglądała tylko zwykłe zdjęcia lasu wyświetlane na ścianach. Okazało się, że jedynie osoby z pierwszej grupy uspokoiły się i zrelaksowały. W dwóch pozostałych grupach poziom stresu się nie zmienił. Co ciekawe, najgorsze wrażenia miały osoby z drugiej grupy. Choć las był bardzo realistyczny, to panująca w nim cisza raczej je zaniepokoiła, niż odstresowała. Niektórzy pisali w ankiecie, że czuli się jak w thrillerze.

Szwedzcy badacze chcieliby za pomocą wirtualnej rzeczywistości (leśnej w tym przypadku) pomóc ludziom z zaburzeniami psychicznymi związanymi z nadmiernym stresem. Berman zauważa jednak, że zamiast zakładać okulary i słuchawki, najlepiej po prostu pójść do lasu lub w inny zielony zakątek, bo poza oglądaniem widoków liczy się też fizyczny kontakt z przyrodą i oczywiście ruch. „Nasz mózg przez większość swojej historii uczył się funkcjonować w otoczeniu przyrody. I tam najlepiej odpoczywa – szczególnie gdy się przemieszczamy i dostarczamy mu wciąż nowych wrażeń pochodzących ze wszystkich zmysłów" – mówi.

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".

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c3c78c8db5

DZIURAWA ŻELAZNA KOPUŁA

Dron FPV sterowany za pomocą kabla światłowodowego podczas lotu ćwiczebnego (Ukraina, 2026 r.)

Warte miliardy dolarów izraelskie systemy obrony przeciwlotniczej przegrywają z dronami Hezbollahu zasilanymi kablami światłowodowymi.

KONRAD M. SZELEST

LIBAŃSKIE miasto Taybeh. Operacja Sił Obronnych Izraela. Grupa żołnierzy zostaje zaatakowana przez kolejny już tego dnia bezzałogowy statek powietrzny (UAV) wysłany przez Hezbollah. Na skutek awarii izraelskich elektronicznych środków zaradczych żołnierze muszą chwycić za karabinki maszynowe i celować w niebo, aby unieszkodliwić drona. Dzięki sprawnej reakcji trafiają urządzenie zaledwie kilka metrów od nich, po czym eksploduje ono na ziemi.

CZOŁGI KONTRA DRONY

Powyższa scena pokazała zupełnie nową perspektywę w eskalacji konfliktu zbrojnego na Bliskim Wschodzie. Wielomiliardowe systemy obronne, będące częścią składową słynnej Żelaznej Kopuły, zostały wręcz rzucone na kolana przez prosty elektroniczny sprzęt zasilany kablem światłowodowym o długości wielu kilometrów. Broń wykorzystana przez Hezbollah nie jest niczym nowym w świecie bezzałogowych statków powietrznych. FPV (*first person view*) to dron z widokiem z perspektywy pierwszej osoby. Obraz z kamery o wysokiej rozdzielczości jest transmitowany w czasie rzeczywistym do gogli noszonych przez operatora. Człowiek widzi otaczającą go okolicę, jakby sam siedział w dronie.

Głównym atutem urządzenia jest niezwykle stabilne i niezawodne połączenie ze stacją kontrolną na ziemi. Brak tradycyjnych systemów radiowych sprawia, że drony światłowodowe dysponują efektywniejszym

eprasa.pl c3c78c8db5

zasięgiem oraz prawie nielimitowanym czasem operacyjnym. W przypadku maszyn wykorzystywanych przez Hezbollah brak sygnału bezprzewodowego do przechwycenia sprawia, że drony są odporne na systemy walki elektronicznej (EW), którymi dysponuje Izrael. Ponadto dron wykonany jest z lekkiego włókna szklanego, co oznacza, że nie emituje prawie żadnej sygnatury termicznej czy radarowej. Dzięki temu tradycyjne izraelskie systemy wczesnego ostrzegania są bezradne.

Drony FPV mogą ominąć nawet aktywny system ochrony Thorpy, zainstalowany na izraelskich czołgach Merkava i przeznaczony do wykrywania i przechwytywania zbliżających się pocisków bądź bezzałogowych statków powietrznych. Wszystko to pokazuje, że jedna z najlepiej wyposażonych i zaawansowanych technologicznie armii świata staje się bezbronna w starciu z technologią dronów, które mogą wlecieć wszędzie i o każdej porze. Ręczne sterowanie statkiem w czasie rzeczywistym pozwala na skierowanie dronów w określone miejsca, np. takie jak wieżyczka czy gąsienice czołgu.

Żołnierze izraelscy na pozycji obronnej w pobliżu granicy z Libanem po ataku dronów Hezbollahu

BEZRADNOŚĆ IZRAELSKIEGO DOWÓDZTWA

Atak w Taybeh był przykładem doskonałego wykorzystania potencjału dronów FPV przez Hezbollah. Bezzałogowy statek powietrzny z podłączonym ładunkiem wybuchowym uderzył w izraelską jednostkę pancerną. Na skutek ataku zginął jeden żołnierz, a sześciu innych zostało rannych. Udający się na pomoc śmigłowiec armii izraelskiej został zaatakowany przez dwa kolejne drony. Jeden z nich eksplodował w bliskiej odległości od maszyny, aczkolwiek nie spowodował strat. Drugi został unieszkodliwiony przez żołnierzy i spadł na ziemię.

W szeregach izraelskiego dowództwa operacyjnego można wyczuć irytację i bezradność. Według doniesień portalu informacyjnego Ynet wojskowi rozkładają ręce i twierdzą, że nie mogą wiele zrobić. Podczas odpraw na linii frontu dowódcy mają podawać jedynie instrukcje typu: „Bądź czujny. Jeżeli pojawi się dron, otwórz do niego ogień". Powyższa sytuacja pokazuje całkowity brak narzędzi w walce z konstrukcjami FPV. Brak skutecznego systemowego rozwiązania militarnego w tym zakresie zmusza Izraelczyków znajdujących się na linii frontu do tworzenia improwizowanych działań obronnych w postaci wieszania siatek maskujących nad pozycjami obronnymi, lokalami mieszkalnymi, jak również w drzwiach i oknach. Te stare sprawdzone metody muszą wystarczyć, bo nowoczesna technologia nie radzi sobie z aktami „wojny partyzanckiej". Poza tym siatka maskująca zawsze zwiększa szansę, że drony zaplączą się w nią przed detonacją.

Anonimowy oficer armii izraelskiej, odpowiadając na pytania dziennikarzy, stwierdził jednoznacznie, że wykorzystanie siatek maskujących to całkowita improwizacja, dość daleka od skutecznych działań defensywno-zaradczych. Winy należy upatrywać w całościowym podejściu do wojny z Hezbollahem. Ofensywa sił izraelskich była bowiem montowana naprędce, a przecież Izrael miał czas, by przygotować odpowiedź na ataki FPV. W dowództwie w Tel Awiwie nikt jednak nie zwrócił uwagi na podobne działania zaczepne stosowane zarówno podczas pełnoskalowej wojny rozpętanej przez Rosję w Ukrainie, jak i podczas ataku palestyńskich bojowników Hamasu w Strefie Gazy w październiku 2023 r.

TRUDNE DO ZESTRZELENIA

Szczególnie konflikt w Ukrainie pokazał, że drony na światłowodzie zdały egzamin podczas działań w zalesionym i ciężko dostępnym terenie. Hezbollah również monitorował działania prowadzone zarówno przez Rosjan, jak i Ukraińców od 2022 r., dzięki czemu drony zmontowane w fabrykach w południowym Libanie mają szereg modyfikacji, m.in. ładunki wybuchowe w kształcie pancerza, które na pierwszy rzut oka ciężko

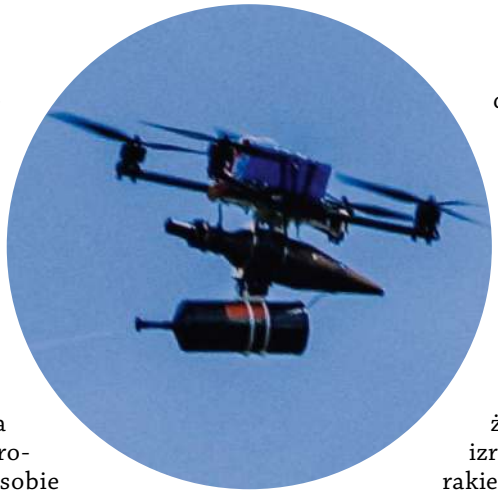
Ukraiński żołnierz w trakcie przygotowywania drona światłowodowego do startu

Fot. Shutterstock, AFP/East News, Abaca/Forum

eprasa.pl c3c78c8db5

odróżnić od zwykłej obudowy cywilnego drona. Konstrukcje FPV stanowią doskonałą alternatywę dla konwencjonalnych pocisków przeciwpancernych i górują nad nimi przede wszystkim niewielką ceną oraz wysoką precyzją uderzenia.

W tym miejscu pojawia się pytanie, dlaczego legendarny system obronny Żelazna Kopuła, mający chronić mieszkańców Izraela przed atakami rakietowymi i dronowymi Hezbollahu, nie radzi sobie z dronami światłowodowymi. Odpowiedź na to pytanie wcale nie jest taka prosta. Aby zrozumieć specyfikę działania Żelaznej Kopuły, w pierwszej kolejności trzeba podkreślić, że żaden z systemów obrony stosowany w jakiejkolwiek armii na świecie nie ma 100-procentowej skuteczności. W praktyce oznacza to, że część rakiet i dronów, które Hezbollah wysyła na terytorium Izraela, i tak dosięgnie celu. Według wyliczeń izraelskich specjalistów z sektora obronności od czasu wejścia do służby Żelaznej Kopuły w 2011 r. jej skuteczność niszczenia wrogich rakiet, a teraz również bezzałogowych statków powietrznych, wynosi 90%. To dużo, ale nie jest to 100% efektywności. O ile w trakcie małych ataków, z niewielką liczbą wrogich maszyn, Żelazna Kopuła może zneutralizować wszystkie nadlatujące obiekty, o tyle w przypadku zmasowanych operacji, w których udział bierze jednocześnie kilkadziesiąt lub nawet kilkaset jednostek latających, sito systemu nie jest już takie skuteczne. Wynika to z zaplanowanej sekwencji ataku, różnej trajektorii lotu pocisków czy właśnie wykorzystania dronów, które poruszają się nisko nad ziemią lub powierzchnią morza.



Światłowodowy dron FPV przelatujący nad granicą libańsko-izraelską

Ponieważ drony mają niską sygnaturę termiczną i radarową, a do tego lecą z niewielką prędkością, są trudne (zaskakujące!) do zestrzelenia przez izraelskie baterie Żelaznej Kopuły. Wynika to z faktu, że zdecydowana większość izraelskich systemów przeciwrakietowych nie jest dostosowana do profilu obronnego z wrogimi jednostkami latającymi z małą prędkością. Dzięki tej cesze, wysokiej precyzji i skuteczności poruszania się oraz ofensywnym zdolnościom FPV stanowią ogromne zagrożenie dla żołnierzy, społeczeństwa oraz infrastruktury wojskowo-cywilnej państwa izraelskiego.

WIĘCEJ PLUSÓW CZY MINUSÓW

Drony światłowodowe mają również wady. Wykonanie z włókna szklanego oznacza podatność konstrukcji na złą pogodę, m.in. na ulewny deszcz i silny wiatr. Przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych maszyna może mieć problem już z samym wzbiciem się w powietrze, a jeżeli ten manewr się uda, w trakcie lotu może dojść do przedwczesnego lądowania czy rozbicia na skutek braku sterowności podczas manewrów. Z kolei cienki kabel światłowodowy ulega

Izraelski system antyrakietowy Żelazna Kopuła przechwytujący nieprzyjacielskie pociski rakietowe

eprasa.pl c3c78c8db5

Żelazna Kopuła eliminuje wystrzelony przez Izrael wadliwy pocisk rakietowy.

zerwaniu w przypadku kolizji drona np. z drzewem lub większym krzewem. Zdarzały się również „starcia" maszyn z większym ptactwem, w szczególności na terenach nadmorskich.

Standardowe drony światłowodowe działają w odległości wynoszącej od kilkunastu do ok. 50 km.

Kontenery startowe Żelaznej Kopuły. Takie kontenery wchodzą w skład wyrzutni pocisków.

Teoretycznie można by zastosować kabel do 1000 km, ale każdy dodany kilometr stanowi obciążenie i zaburza precyzję sterowania oraz stabilność trajektorii lotu. Również przeszkody w postaci terenów zalesionych, zabudowań czy gór będą wyzwaniem dla dłuższych kabli. W przypadku Libanu najsensowniejsze jest użycie kabli o maksymalnej długości kilkudziesięciu kilometrów. Sprawdza się to w zróżnicowanym krajobrazie i nie zaburza skuteczności nakierowania na miejsca obsadzone przez wojska izraelskie.

KTO WYJDZIE ZWYCIĘSKO Z POJEDYNKU?

Drony światłowodowe stanowią problem dla Sił Obronnych Izraela. Z kolei dla bojówek Hezbollahu latający sprzęt za kilkaset dolarów jest doskonałą bronią w działaniach zaczepnych. Najbliższy czas pokaże, czy Tel Awiw wyciągnął wnioski z braku systemów obronnych tworzonych pod kątem dronów, czy może Hezbollah jeszcze bardziej wyspecjalizuje się w taktyce wykorzystywania bezzałogowych statków powietrznych na światłowodach, by omijać zaawansowane wynalazki armii izraelskiej.

dr Konrad M. Szelest

Wykładowca akademicki w Instytucie Nauk o Polityce i Bezpieczeństwie Uniwersytetu Szczecińskiego. Autor artykułów popularnonaukowych z zakresu historii i historii politycznej XX w., militariów i nowinek technologicznych. Współpracował m.in. z „Rzeczpospolitą", „Newsweekiem Historia" i „Polską Zbrojną Historia".

Fot. Reuters/Forum (3), Shutterstock

eprasa.pl c3c78c8db5

Autonomiczny dron wspomagający działania ratowników wodnych

Sashimi-Bot kroi łososia

Zespół badawczy z norweskiego Trondheim stworzył innowacyjnego robota, który radzi sobie z jednym z najtrudniejszych zadań kuchennych – przygotowaniem sashimi z surowej śliskiej ryby. Praca ze śliskimi obiektami, takimi jak filet z łososia, jest ogromnym wyzwaniem. Sashimi-Bot rozwiązuje ten problem dzięki trzem ramionom: pierwsze delikatnie prostuje i stabilizuje rybę na desce, drugie trzyma nóż i precyzyjnie kroi, trzecie podnosi plasterki i układa je na talerzu.
Robot trenował w symulacji wirtualnej, a następnie w świecie rzeczywistym. Ramię tnące wyposażono w czujnik dotykowy, dzięki czemu model AI rozpoznawał moment dotarcia noża do deski i w czasie rzeczywistym korygował trajektorię cięcia. W testach na prawdziwych filetach radził sobie zaskakująco dobrze, choć wolniej niż człowiek. Praca ta stanowi ważny krok w robotyce, ponieważ pokazuje, jak automaty mogą manipulować miękkimi, zmieniającymi kształt obiektami. Potencjalne zastosowania wykraczają daleko poza kuchnię. Technologia może ułatwiać m.in. sortowanie miękkich odpadów w zakładach recyklingu czy procedury medyczne wymagające delikatnego obchodzenia się z tkankami.

Sashimi-Bot świetnie sobi radzi ze śliskim łososiem.

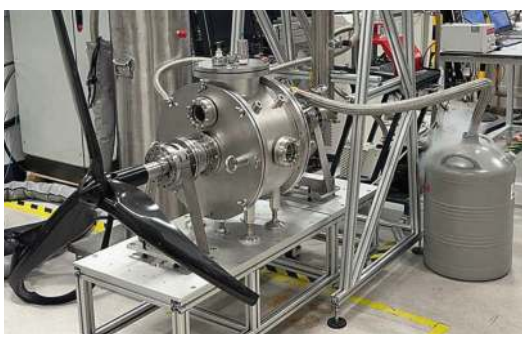
FPV wytrzymują kanadyjską zimę

Okazuje się, że system pływających paneli fotowoltaicznych (FPV) może skutecznie działać nawet w mroźnych warunkach zimowych. Zamiast na tradycyjnych pontonach naukowcy zamontowali elastyczne panele bezpośrednio na grubych wodoodpornych piankach. Instalacja jest lżejsza, bardziej stabilna i mniej narażona na działanie wiatru. Głównym wyzwaniem była jednak warstwa lodu, która mogłaby uszkodzić strukturę. Rozwiązaniem okazał się system bąbelkowy (*air-bubbler*).
Pod panelami umieszczono rury ze sprężonym powietrzem, a pompa na brzegu wytwarzała strumień bąbelków, które unosiły nieco cieplejszą wodę z dna stawu ku powierzchni.
To wystarczało, by zapobiec tworzeniu się lodu wokół paneli.
Testy przeprowadzono na stawie retencyjnym w Ontario. 7-kilowatowy system pracował przez cały rok. Efekt? Panele nie oblodziły się przez całą zimę, zużywając przy tym znikomy dodatkowy prąd (0,02–14,5% rocznej produkcji). Instalacja wyprodukowała o 2,7% więcej prądu niż system referencyjny. Dodatkowo panele zmniejszyły parowanie wody.

eprasa.pl c3c78c8db5

Ratunkowy dron autonomiczny

Naukowcy opracowali przełomowy system: autonomiczny dron ratunkowy, który w razie alarmu „człowiek za burtą” samodzielnie startuje z pokładu statku, wyszukuje rozbitka i zrzuca mu nadmuchiwaną kamizelkę ratunkową z nadajnikiem GPS. Dron wyposażono w zestaw kamer (w tym termowizyjne i działające w nocy), dzięki czemu wykrywa człowieka w wodzie nawet w trudnych warunkach. Po zlokalizowaniu tonącego zrzuca kamizelkę, która nie tylko utrzymuje rozbitka na powierzchni, ale też wysyła precyzyjny sygnał GPS, znacznie przyspieszając akcję ratunkową. System działa w scenariuszu rzeczywistym: po potwierdzeniu zdarzenia dron automatycznie startuje, leci w przewidywany rejon dryfu, skanuje zgodnie z algorytmami AI powierzchnię wody, identyfikuje człowieka i dostarcza pomoc w ciągu kilku minut – o wiele szybciej niż ratownicy na łodziach. To szczególnie ważne na dużych statkach pasażerskich, kontenerowcach i promach, gdzie sekundy decydują o życiu.
Testy pokazują wysoką skuteczność w lokalizowaniu osób (ponad 80% w warunkach symulowanych). Technologia może znaleźć zastosowanie nie tylko na statkach, ale też na plażach, w strefach przybrzeżnych, a nawet podczas powodzi czy operacji poszukiwawczo-ratunkowych.

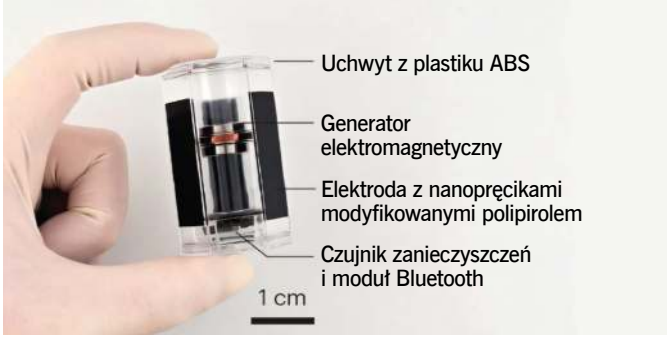


Prototyp silnika

Silnik nadprzewodzący do samolotów elektrycznych

Naukowcy z Glasgow dokonali przełomowego osiągnięcia – stworzyli pierwszy w pełni nadprzewodzący silnik lotniczy o mocy 100 kW. To nie kolejny mały prototyp laboratoryjny, ale realny prototyp, który może całkowicie zmienić przyszłość lotnictwa zeroemisyjnego. Silnik wykorzystuje technologię wysokotemperaturowych nadprzewodników. Schłodzony do ekstremalnie niskiej temperatury –253°C (20 K), przewodzi prąd o ogromnym natężeniu praktycznie bez strat. Dzięki temu osiąga znacznie wyższą gęstość mocy niż tradycyjne silniki elektryczne – jest lżejszy i bardziej efektywny. Zespół konstruktorów połączył w jednym systemie nadprzewodzące uzwojenia, bezszczotkowe wzbudzenie i kriogeniczną pracę wirnika.
Projekt realizowany jest w ramach programu prowadzonego przez Airbusa. Firmy lotnicze coraz mocniej stawiają na kriogeniczne systemy napędowe oparte na ciekłym wodorze. Wodór musi być przechowywany w bardzo niskich temperaturach – idealnie pasuje więc do chłodzenia nadprzewodników. Połączenie zbiornika paliwa, kriogeniki i nadprzewodzących silników może oznaczać wyjątkowo lekki i efektywny układ napędowy do samolotów wodorowo-elektrycznych. Oczywiście wyzwania pozostają: kriogeniczne chłodzenie, ochrona systemu i integracja z całym samolotem.

Fot. Bax Lindhardt, npj Robotics (2026). DOI: 10.1038/s44182-026-00098-9, University of Strathclyde Glasgow, Nature Water (2026). DOI: 10.1038/s44221-026-00655-4



Konstrukcja kapsułki do oczyszczania wody

Woda pitna dzięki kapsułce

To dzieło naukowców z Korei Południowej. Wystarczy przed włożeniem kapsułki do wody w pojemniku potrząsać nią przez kilka sekund – wewnętrzny magnes, poruszający się w cewce, generuje prąd dzięki indukcji. To włącza czujnik całkowitej zawartości substancji rozpuszczonych, który ocenia stopień zanieczyszczenia. Wynik jest natychmiast przesyłany do urządzenia zewnętrznego za pomocą Bluetooth.
Jeśli woda wymaga oczyszczenia, kapsułkę pozostawia się w pojemniku. Ruchy fal lub potrząsanie naczyniem powodują powstawanie elektryczności statycznej (efekt tryboelektryczny). Na powierzchni kapsułki mikroskopijne pręciki generują silne pole elektrostatyczne, które niszczy błony komórkowe bakterii i wirusy. W testach laboratoryjnych kapsułka zdezynfekowała do 4 l wody, eliminując 99,9999% bakterii (w tym *E. coli*) i wirusów w próbkach rzecznych i kranowych. Urządzenie nie wymaga zewnętrznego zasilania – działa wyłącznie dzięki energii kinetycznej.

Nanobot i komórki nowotworowe

Naukowcy z Universität Basel (Szwajcaria) opracowali wszechstronnego nanobota, który samodzielnie się składa z dwóch elementów: modułu napędowego (magnetycznego) oraz kapsuły ładunkowej. System przypomina miniaturową rakietę kosmiczną. Moduł napędowy umożliwia precyzyjne sterowanie nanobotem za pomocą pola magnetycznego. Kapsuła ładunkowa zawiera cztery pęcherzyki chroniące ładunek i zawierające enzymy. Pęcherzyki umożliwiają reakcje katalityczne – molekuły z otoczenia wchodzą do środka przez pory i zostają przetworzone przez enzymy, a produkty reakcji trafiają na zewnątrz. Kapsułę można też otwierać selektywnie, by uwolnić substancje aktywne. „Molekularny rzep” oparty na komplementarnych niciach DNA zapewnia połączenie modułów. Dodatkowo kapsuła jest wyposażona w biomolekuły umożliwiające dokowanie do konkretnych komórek. Załadowane enzymami wytwarzają lek, który w ciągu 72 godz. obniża przeżywalność komórek nowotworowych (zastosowano powszechnie używane w badaniach komórki HeLa) do zaledwie 16%. Po zakończeniu zadania nanoboty da się odzyskać za pomocą magnesów. Choć wykorzystanie ich w medycynie to jeszcze odległa perspektywa, technologię już teraz można szeroko wdrażać w katalizie przemysłowej czy innych dziedzinach.

dr Mirosław Dworniczak

eprasa.pl c3c78c8db5

DAM CI CYNK

Jak ten niepozorny metal zmienił rozwój ludzkości?

PAWEŁ JEDYNAK

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

ZESTAW PRZYRZĄDÓW I MATERIAŁÓW

baterie AA (3 sztuki), koszyk na baterie AA, mufa miedziana, nadmanganian potasu (tabletki z apteki), ocet 10%, odrdzewiacz do stali, podkładki stalowe płaskie (ok. 10 sztuk + dodatkowe do kolejnych doświadczeń), pojemniki na mocz (12 sztuk), soda kaustyczna (NaOH) do udrożniania rur, strzykawka, woda utleniona, wykałaczki lub drewniane mieszadełka do kawy

Niewliczone w cenę: rękawiczki, ręcznik papierowy

Czas przygotowania: 4 godz.

Koszt: 94 zł

Uwaga!

NaOH i kwas fosforowy są żrące, a sole miedzi umiarkowanie toksyczne. Używaj rękawiczek, okularów i odzieży ochronnej. Dzieci powinny wykonywać doświadczenia pod nadzorem dorosłych.

Doświadczenie 1

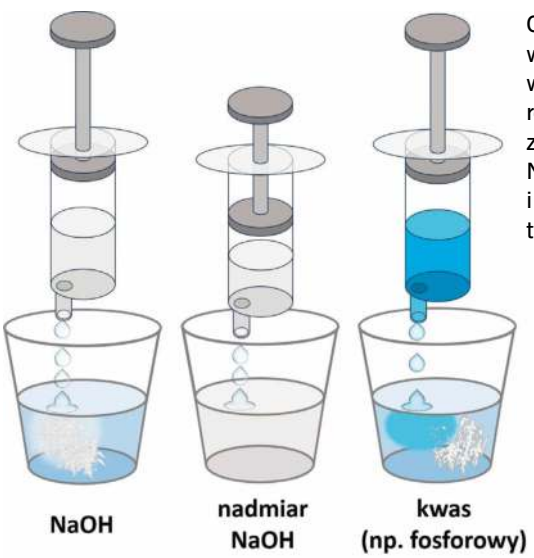
Do pojemnika na mocz włóż stos 10 podkładek płaskich ze stali (dużych) poprzekładanych wykałaczkami lub połamanymi drewnianymi mieszadełkami do kawy. Zalej je całkowicie 10-procentowym octem. Obserwuj uważnie przez godzinę, potem odstaw na noc. Następnego dnia przelej płyn do osobnego pojemnika i przez kolejne dni obserwuj wygląd podkładek. Opcjonalnie możesz użyć blachy cynkowej z rozmontowanego ogniwa baterii węglowej.

Wyjaśnienie: Aby uniknąć rdzewienia, stal pokrywa się cienką warstwą cynku, który utlenia się w pierwszej kolejności. Cynk łatwo reaguje z kwasami (i utlenia się), w tym przypadku z kwasem octowym. Powstaje rozpuszczający się w wodzie octan cynku i wodór – podkładki intensywnie „bąbelkują" przez kilka godzin. W XIX w. taką metodą w reakcji z kwasem solnym produkowano wodór, którym napełniano balony czy sterowce. Pozbawione cynkowej ochrony mokre podkładki bardzo szybko (już po kilkudziesięciu minutach) zaczynają rdzewieć. Drewienka zapobiegają sklejaniu się podkładek, zapewniając równomierny kontakt metalu z cieczą.

Doświadczenie 2

W pojemniku na mocz rozpuść w 100 ml wody ¼ tabletki nadmanganianu potasu z apteki. Przelej po 20 ml roztworu do osobnych pojemników i dodaj po 20 ml odrdzewiacza do stali (zawierającego kwas fosforowy). Do jednego pojemnika wrzuć podkładkę płaską ze stali.

Wyjaśnienie: Kawałki cynku lub pył są używane jako reduktor w reakcjach chemicznych – także z powodu wodoru, który w momencie powstawania w formie pojedynczych atomów jest silnym reduktorem. Różowy roztwór nadmanganianu staje się bezbarwny w ciągu ok. 30 min od zainicjowania reakcji.



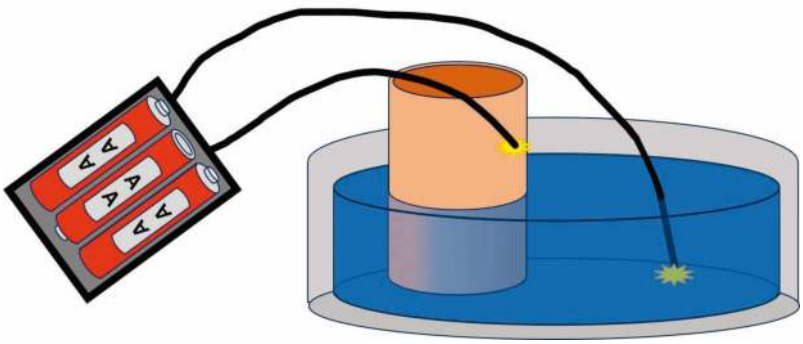
Osad $Zn(OH)_2$ wytrąca się w NaOH, ale reaguje zarówno z nadmiarem NaOH, jak i kwasami, tworząc sole.

Doświadczenie 3

Pracuj w rękawiczkach ochronnych. W osobnym pojemniku w 60 ml wody ostrożnie rozpuść sodę kaustyczną do udrożniania rur bez aktywatora – poczekaj, aż roztwór stanie się klarowny. Wkraplaj ten roztwór strzykawką do pojemnika na mocz (A) z 20 ml octanu cynku z doświadczenia 1. Gdy powstanie bardzo dużo kłaczków, zamieszaj i przelej połowę płynu do kolejnego pojemnika na mocz (B). Do pojemnika (A) nadal dodawaj sodę, do (B) wlewaj porcjami kwas (octowy lub fosforowy).

Wyjaśnienie: Soda kaustyczna zawiera wodorotlenek sodu, który wytrąca biały kłaczkowaty osad wodorotlenku cynku z jego soli. Osad ten reaguje z kwasami, tworząc rozpuszczalne (przezroczyste roztwory) sole, w tym przypadku octanu cynku. Wodorotlenek cynku jest amfoteryczny. Dodawanie nadmiaru NaOH również spowoduje rozpuszczenie się tego związku z utworzeniem soli – cynkanu sodu (w uproszczeniu – środowisko jest tak silnie zasadowe, że zamiast OH^- odrywa się tylko H^+).

eprasa.pl c3c78c8db5



Miedź podłączona do elektrody (–) pokrywa się srebrzystoszarym lub niemal czarnym nalotem metalicznego cynku.

Doświadczenie 4

Pracuj w rękawiczkach ochronnych, np. nitrylowych. Włóż trzy baterie do koszyka na baterie (dostępny w sklepach z elektroniką) AA. Z końcówek kabla usuń ogumienie na długości 2 cm. Wieczko pojemnika na mocz lub inne płaskie naczynie napełnij roztworem octanu cynku. Włóż do roztworu mufę miedzianą. Przyłóż kabel (elektrodę ujemną) do miedzi (A), drugi kabel (+) zanurz w roztworze (nie dotykając miedzi) (B). Zamień ułożenie elektrod. Opcjonalnie owiń elektrodę (+) kawałkiem papierowego ręcznika namoczonego w roztworze, elektrodą (–) dotknij miedzi z jednej strony, a tamponem z elektrodą z drugiej strony. Można wykorzystać blaszki miedziane lub stare monety ze stopów miedzi, które wyszły z obiegu (niszczenie pieniędzy jest przestępstwem!).

Wyjaśnienie: Jony cynku można zredukować (dodać im elektronów) na elektrodzie do cynku metalicznego (A), którym można pokryć miedź – momentalnie czernieje (jeśli cynk niezbyt dobrze przywiera do powierzchni) lub posrebrza się, ale nalot natychmiast znika, jeśli zamienić (B) ułożenie elektrod. Jest to podstawa procesów galwanizacji.

Doświadczenie 5

Do pojemnika na mocz z rozcieńczonym (bladoniebieskim) roztworem soli miedzi (zmieszaj na noc ocet pół na pół z wodą utlenioną i wrzuć miedzianą mufę) włóż podkładkę płaską ze stali.

Wyjaśnienie: Cynk ma niższy potencjał elektrochemiczny i jest reaktywniejszy niż miedź – na skutek tej różnicy jony miedzi utleniają cynk do postaci jonów cynkowych (bezbarwne), a same redukują się do miedzi metalicznej (czerwonobrązowe kłaczki). Gdy cynk zostaje zużyty, podobnej reakcji ulega żelazo, którego jony barwią roztwór.

Andreas Sigismund Marggraf otrzymał czysty cynk (na zdjęciu) w 1746 r.

Fot. Shutterstock; Ilustracje Paweł Jedynak (2)

WIEDZA W PIGUŁCE

Rud cynku (głównie sfalerytu siarczku cynku) używano od starożytności do produkcji mosiądzu, czyli łatwego w obróbce i wytrzymałego stopu miedzi, choć dopiero w czasach nowożytnych udało się wytopić z rud czysty metal, który łatwo wchodzi w reakcje chemiczne z innymi substancjami. Po dobraniu odpowiednich proporcji obu składników mosiądzu otrzymywano stopy o różnych własnościach (rozpuszczalność cynku w miedzi rośnie z temperaturą – gwałtowne schłodzenie może wytrącać mikrodrobiny bogate w cynk, których liczba i wielkość wpływają np. na twardość materiału) i zastosowaniach. Wykonywano z niego pierwsze przyrządy pomiarowe (np. astrolabia i sekstansy używane w nawigacji), później także teleskopy czy zegarki. Cynk jednak jest kłopotliwy w obróbce, bo wrze w 907°C i łatwo odparowuje, co utrudnia kontrolowanie składu stopu i naraża ludzi na zatrucie. Cynk ze względu na niski ujemny potencjał elektrochemiczny w porównaniu z innymi „użytkowymi" metalami utlenia się w pierwszej kolejności. Wykorzystuje się go więc jako ochronę przed korozją np. żelaza czy stali. Ta sama własność sprawia, że w parze z innymi metalami, a szczególnie tymi „szlachetnymi" lub o dodatnim potencjale elektrochemicznym, może tworzyć ogniwa elektrochemiczne, czyli baterie, którymi zasilamy nasze urządzenia. Tlenek cynku jest z kolei katalizatorem w chemii organicznej i wulkanizacji kauczuku, białym barwnikiem w farbach i „filtrem" w kremach chroniących naszą skórę przed UV. Natomiast na bazie siarczku cynku uzyskiwano dawniej jeden z pierwszych materiałów fosforescencyjnych (długo świecących w ciemności po wstępnym naświetleniu).

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.

eprasa.pl c3c78c8db5

Na zaćmienie!

Przed 12 sierpnia warto wyruszyć na podbój zachodniej Europy. To tam Słońce na chwilę zniknie.

WERONIKA ŚLIWA

CAŁKOWITE zaćmienie Słońca to widok wart nawet dalekiej podróży. Choć zawsze trwa krótko – rekordowo długie zjawiska trwają ok. 7,5 min – gwarantuje niezapomniane przeżycia. Nachodzący na słoneczną tarczę Księżyc stopniowo zasłania ją coraz mocniej. Początkowo trudno nawet dostrzec, że na Ziemi robi się coraz ciemniej, ale w ostatnich minutach przed zaćmieniem całkowitym widać to już nawet niewprawnym okiem, a w chwili zaćmienia całkowitego zapada mininoc – zaburzana tylko na horyzoncie widokiem dalekich niezaćmionych obszarów Ziemi. Wokół przesłoniętego Słońca ujawnia się korona słoneczna – otaczające gwiazdę najwyższe warstwy atmosfery są superrzadkie, ale rozgrzane do ponad miliona stopni. Taki właśnie widok będziemy mogli podziwiać już 12 sierpnia wieczorem. Niestety, nie z Polski – tu na zaćmienie całkowite poczekamy jeszcze ponad sto lat, więc chyba nie dożyją go nawet najzdrowsi optymiści. Tegoroczne zaćmienie będzie widoczne z Europy – wystarczy wybrać się na kilka dni do Hiszpanii, Portugalii lub – jeśli nie boimy się ryzyka zachmurzenia – chłodnej Islandii.

Samo zaćmienie w Hiszpanii rozpocznie się późnym popołudniem (pora zależy od miejsca naszych obserwacji) i potrwa do zachodu Słońca. Przez większość czasu będzie oczywiście częściowe – całkowite potrwa nie dłużej niż ok. 2 min. Pamiętajmy, że na Słońce, nawet bardzo głęboko, ale nie całkowicie zaćmione, nigdy nie można patrzeć gołym okiem albo przez przypadkowe przesłony. Jeśli wydaje nam się, że nasz domowy przyrząd pozwala obserwować bezpiecznie, nie mamy gwarancji, że nie przepuszcza podczerwieni lub ultrafioletu, które mogą uszkodzić wzrok. A zapewniające bezpieczeństwo okulary bez problemu kupimy – choćby w sklepach ze sprzętem astronomicznym.

Te same reguły dotyczą oczywiście również tych, którzy zdecydują się na obserwacje częściowego zaćmienia z Polski. Wciąż będzie to godny uwagi widok, bo przesłonięta będzie większa część słonecznej tarczy. Niestety, zaćmienie przerwie nam zachód Słońca – na obserwacje wybierzmy się więc wcześniej w miejsce, gdzie dobrze widać zachodni horyzont. I oczywiście trzymajmy kciuki za dobrą pogodę, żeby to nie chmury zaćmiły nam Słońce...

Fot. Shutterstock; Infografiki Wawrzyniec Święcicki

Sierpień

W sierpniu zaczynamy myśleć o jesieni. Dni robią się już wyraźnie krótsze – na początku miesiąca dzień trwa od 4:57 do 20:27, pod koniec skraca się niemal o dwie godziny (wschód przypada na 5:46, a zachód – 19:26). Maksymalna wysokość naszej gwiazdy nad horyzontem również maleje z 55,7° do 46,3°. Dłuższe, ale wciąż ciepłe noce to szansa na udane obserwacje. Tradycyjnie najciekawiej zapowiadają się Perseidy – rój pozostałości na torze komety 109P/Swift-Tuttle. Kometa porusza się obecnie z dala od Słońca, ale pyłowy ślad po niej przecina orbitę Ziemi w okolicy 12 sierpnia, wpadając w atmosferę z prędkością ok. 60 km/s. Nic dziwnego, że sprężony przez odłamki gaz jasno świeci. Świetliste strugi będą wybiegały z gwiazdozbioru Perseusza, który wschodzi w drugiej połowie nocy. Jednak już wcześniej możemy wypatrywać Perseidów na północno-wschodnim niebie, zwłaszcza że nie pojaśnieje od blasku Księżyca, gdyż znajduje się on właśnie w nowiu. Ale na obserwacje 12 sierpnia warto wyjść jeszcze przed zachodem Słońca: wieczorem mamy szansę oglądania jego głębokiego zaćmienia, które w części Europy będzie nawet całkowite. Nie zapomnijmy o chroniących wzrok okularach do obserwacji!

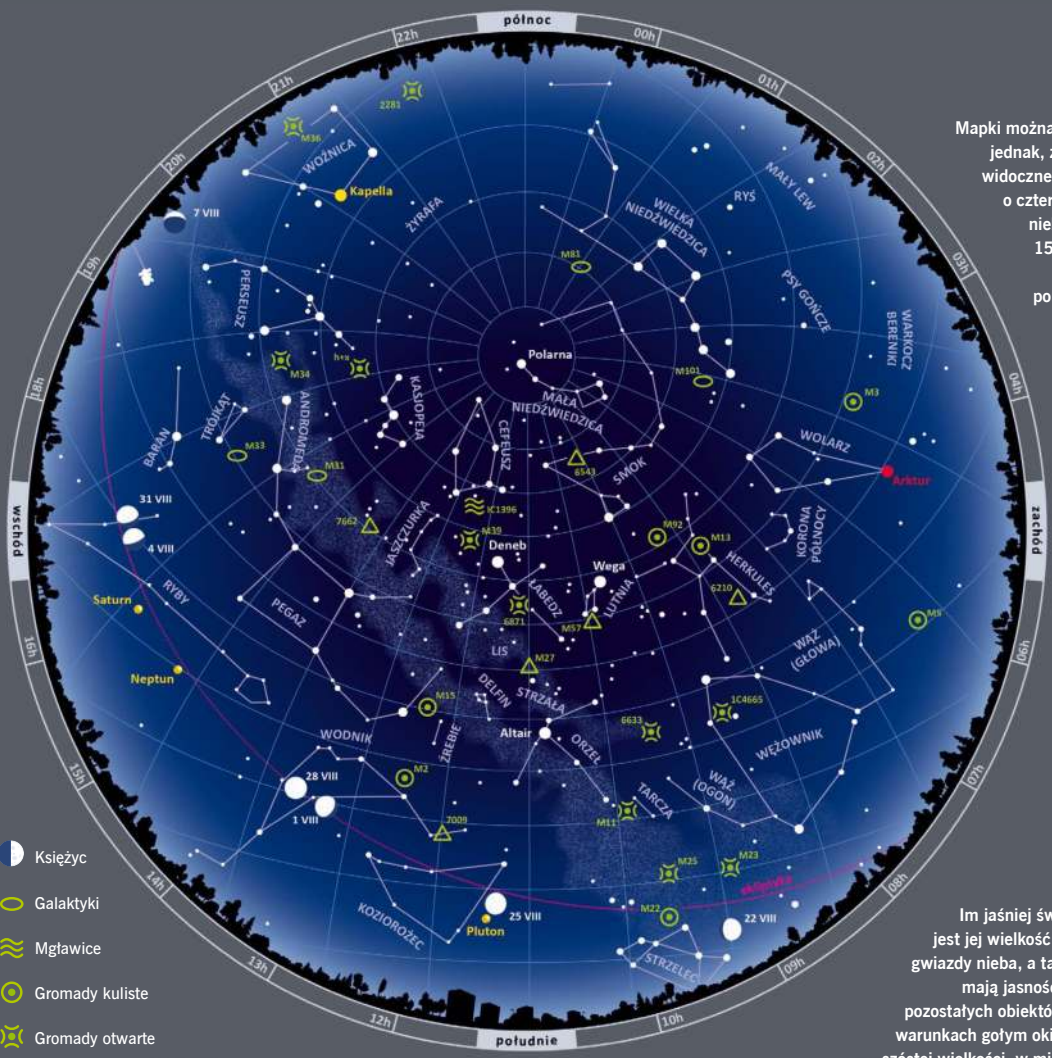
Wędrówki planet

Merkurego ($0{,}4^m$) poszukajmy na początku miesiąca nad ranem. Planeta jest widoczna tuż przed wschodem Słońca w gwiazdozbiorze Bliźniąt. Wenus ($-4{,}1^m$) jest za to Gwiazdą Wieczorną, zachodzącą wkrótce po Słońcu wraz z konstelacją Panny. Marsa ($1{,}3^m$) zobaczymy nad ranem – w sierpniu planeta przesuwa się na tle gwiazdozbiorów Byka i Bliźniąt. Jowisza ($-1{,}6^m$) również możemy podziwiać nad ranem, kierując się ku gwiazdozbiorowi Raka. Nieopodal w Rybach mamy szansę znaleźć Saturna ($0{,}6^m$). W drugiej połowie nocy możemy też już szukać Urana ($5{,}7^m$), który jest widoczny na tle Byka. W pobliżu w Rybach zobaczymy też Neptuna ($7{,}8^m$). Ceres (9^m) odnajdziemy w sierpniu na porannym niebie w pobliżu Marsa w Bliźniętach.

eprasa.pl c3c78c8db5

Gdy Słońce niknie

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



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 sierpnia o 24:00, 15 sierpnia o 23:00 i 31 sierpnia 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 6.08 o 4:22
- nów 12.08 o 19:37
- pierwsza kwadra 20.08 o 4:46
- pełnia 28.08 o 6:19

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

- Księżyc
- Galaktyki
- Mgławice
- Gromady kuliste
- Gromady otwarte
- Mgławice planetarne

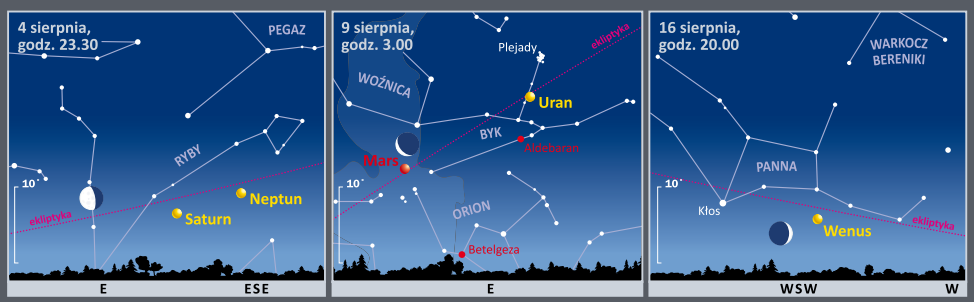
Przystępując do obserwacji, należy obrócić mapkę w taki sposób, by oznaczenie strony świata, ku której jesteśmy zwróceni, znalazło się na dole. Gwiazdy widoczne tuż nad horyzontem będą wówczas odpowiadały gwiazdom znajdującym się na dole mapki.

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 4 sierpnia Księżyc zbliży się do Saturna w Rybach. 9. dnia miesiąca Srebrny Glob odwiedzi Marsa w Byku. 16 sierpnia odnajdziemy go koło Wenus w Pannie.

dr Weronika Śliwa



eprasa.pl c3c78c8db5

JERZY BRALCZYK

Ryba

SKĄD u Słowian wzięło się słowo *ryba*, nie wiadomo. W każdym razie jest ogólnosłowiańskie. Inne języki europejskie mają kontynuację indoeuropejskiego rdzenia *pisk-* (łacińskie *piscis*, angielskie *fish*, niemieckie *Fisch*, szwedzkie *fisk*, francuskie *poisson*), a u Słowian – całkiem inna od nich *ryba*. Może to w wyniku tabu językowego unikano dawnej formy, bliższej indoeuropejskiej? Tak było na przykład z niedźwiedziem, którego tak przezwano, żeby prawdziwą nazwą z lasu go nie wywabić. Z *rybą* byłoby niejako przeciwnie – używano innej nazwy, by jej nie spłoszyć... A to proste i poręczne słowo próbowano łączyć, trochę na siłę, a to z niemieckim *Raupe* (co ma gąsienica do *ryby*?), a to z czasownikami *riti* („ryć"? że niby w mule, na dnie?) czy *rąbati* („rąbać"??? to już całkiem dowolnie).

Nasi bardzo dawni przodkowie raczej nie mieli jej w podstawowym jadłospisie. A jeśli, to nie były to smakołyki. Gall Anonim pisał: *Naszym przodkom wystarczały ryby słone i cuchnące/my po świeże przychodzimy, w oceanie pluskające* (tłum. R. Grodecki). I przez lata mięso ryby było mniej popularne i atrakcyjne od mięs ssaków czy ptactwa.

A tajemniczość pochodzenia nazwy rekompensuje *ryba* częstością w języku. Ileż mamy porównań, ileż przenośni! Często *ryba* to tyle, co człowiek: *gruba ryba* to ktoś ważny, *mała ryba* czy *rybka* – nieznaczący; *mądra ryba* mówiono o spryciarzu; *wielkie ryby żrą małe* – to o ludziach przecież, *czujemy się jak ryby w wodzie*, *pływamy jak ryby*, bywamy *zdrowi jak ryby* i *jak ryby zimni* – ale w gorączce spraw i w kłopotach *miotamy się jak ryby w sieci*. Wiemy, że *ryba psuje się od głowy* albo *cuchnie od głowy*, czyli zło pochodzi z góry (od władzy?). A dzieci nie powinny zabierać głosu, bo *dzieci i ryby głosu nie mają*. Dorośli milczą też często, nawet gdy głos mają. *Milczą jak ryby*. No i połączenie człowieka z rybą wydaje się mniej absurdalne niż z innymi zwierzętami: *vide* syreny.

Ale i w innych kontekstach *ryb* wiele. W sytuacjach biesiadnych przypominamy, że *ryby* (częściej *rybki*) *lubią pływać*, śpiewamy o *rybkach*, które *śpią w jeziorze*, ostrzegamy, że *nie ma ryb bez ości*. I *wybieramy się na ryby*, nie zawsze dosłownie... Kiedy jesteśmy *wysyłani na rybki*, to już niedobrze – to niezbyt sympatyczna eufemizacja dymisji...

Łowienie ryb to powszechne i w mniemaniu wielu szlachetne zajęcie. Ale nie powinniśmy ich *łowić przed niewodem* (czyli cieszyć się zawczasu) i *w mętnej wodzie* (czyli korzystać z podejrzanych sytuacji). A gdy złowimy rybę, bywa *taaaka*! To powszechny znak przesady. Co prawda często *ryba nie bierze*, co sprawia, że możemy usprawiedliwiać łapownictwo, mówiąc, że *tylko ryba nie bierze*.

Gdy chcemy pokazać, że niespecjalnie nam na czymś zależy, mawiamy za Rosjanami, że właściwie *wsio ryba*, czyli „wszystko jedno". A gdy ryb brak albo zresztą brak czegoś, na czym nam zależy, ale ma to jakieś zastępstwo, to mówimy, że musi wystarczyć nam to, co jest, bo *na bezrybiu i rak ryba*.

W sytuacjach biesiadnych przypominamy, że *ryby* (częściej *rybki*) *lubią pływać*, śpiewamy o *rybkach*, które *śpią w jeziorze*, ostrzegamy, że *nie ma ryb bez ości*. I *wybieramy się na ryby*, nie zawsze dosłownie...

A bywa ryba także bardzo ważna. W naszej kulturze grecki akronim ICHTHYS to językowa identyfikacja Zbawiciela (*Iesus CHristos THou Yios Soter*) – stąd wizerunek ryby jako znak chrześcijański. Ryba pojawia się w wielu herbach rodów i miejsc. I jest w rybie coś wyjątkowego, co nie pozwala o niej mówić, że *zdycha*. Tak że nie ma ryb *zdechłych*, są tylko *śnięte*. Ten przymiotnik wygląda jak imiesłów od jakiegoś czasownika bliskiego miłemu *śnić*. Ryby zatem raczej *usypiają*...

Ogólnie mamy do ryb stosunek językowo ambiwalentny, ale inaczej jest z *rybkami*. Tak mówiąc *na rybkę* (czyli „na poczekaniu" albo „stosując literacką wstępną formę"), *rybki* są bez wyjątku sympatyczne. Są *zwinne jak rybki*, *wesołe jak rybki* (w wodzie zwykle *pląsają*), mają ciekawe alternatywy (albo *rybka, albo... akwarium*)...

A *złote rybki* są znanymi dobroczyńcami.

Fot. Agnieszka Łukaszewicz/iFoto

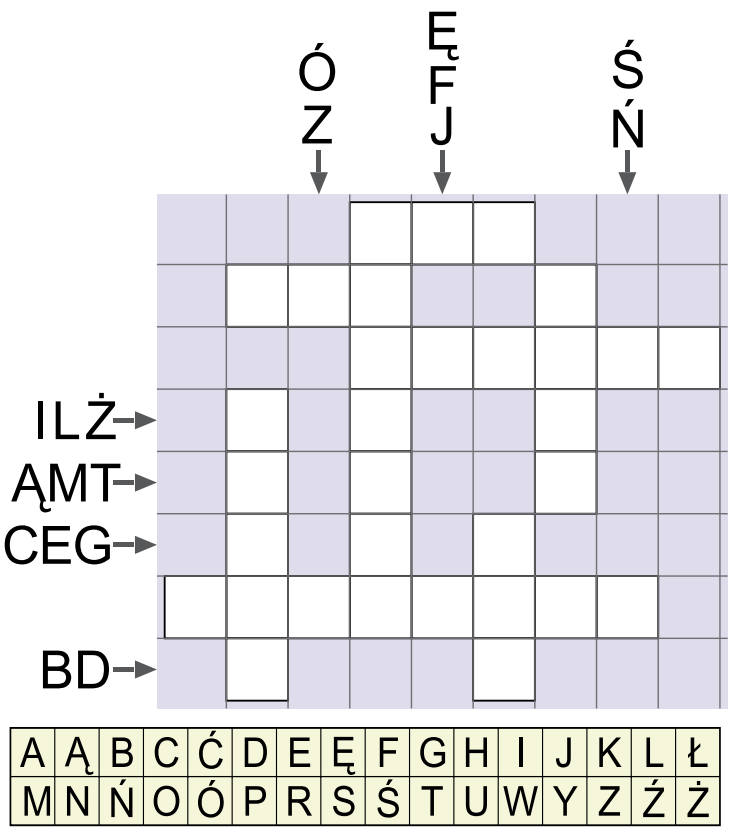
eprasa.pl c3c78c8db5

PUZELAND

MAREK PENSZKO

ALFAGRAM

Alfagram jest minikrzyżówką bez objaśnień, złożoną z 32 różnych liter. Kluczem do rozwiązania są pewne litery ujawnione przy brzegu diagramu. Strzałki wskazują, jakie litery znajdują się w kilku wierszach i kolumnach – ale tylko w tych, w których nie ma całych słów i litery są przynajmniej dwie. Wszystkie wyrazy to znane rzeczowniki pospolite w mianowniku liczby pojedynczej (w tym dwa terminy chemiczne – zapewne nieco mniej znane).

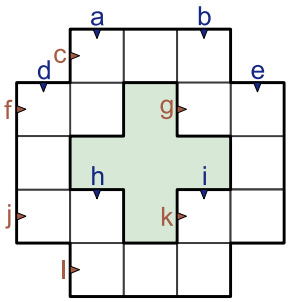


DWUJĘZYCZNIE

Każdy uczeń nowo otwartej szkoły dwóch języków nie całkiem obcych uczęszcza na zajęcia z czeskiego i/lub słowackiego. W pierwszym semestrze ⅓ adeptów czeskiego uczyła się także słowackiego, a ⅖ uczęszczających na słowacki chodziło również na czeski. Na początku drugiego semestru sześciu dwujęzycznych uczniów zrezygnowało z czeskiego i od tego momentu tylko ¼ uczących się czeskiego była równocześnie adeptami słowackiego. Ilu uczniów jest w tej szkole?

KRZYŻÓWKA LICZBOWA

Zamiast słów i liter jak w zwykłych krzyżówkach w kratki wpisywane są cyfry, tworzące dwu- i trzycyfrowe liczby w rzędach i kolumnach. Objaśnienie każdej liczby określa jej związek z inną liczbą w diagramie. Żadna liczba nie zaczyna się zerem.



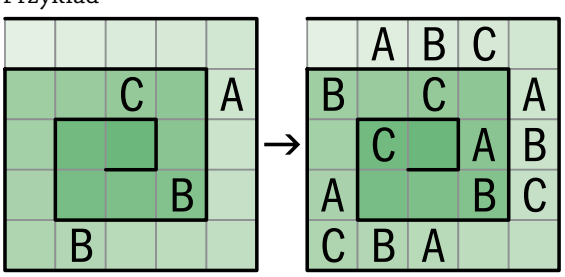
Poziomo:
c) k+3
f) c/2
g) k-f
j) l/3
k) 9a
l) c+k

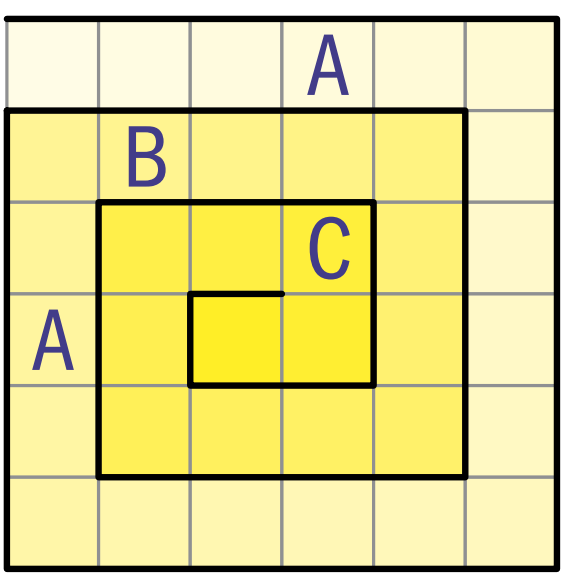
Pionowo:
a) c-k
b) g/2
d) 8h
e) 9i
h) 3b
i) b+j

ŚLIMAK A-B-C

Do niektórych kratek diagramu należy wpisać litery A, B, C w taki sposób, aby: w każdym wierszu i w każdej kolumnie znalazły się trzy różne litery; kolejne litery na spirali – kierując się od zewnątrz ku środkowi – tworzyły cykliczny ciąg A-B-C-A-B-C-A-...-A-B-C, kończący się na C.

Przykład





Rys. Marek Penszko

Rozwiązania w następnym numerze.

eprasa.pl c3c78c8db5

WIEDZA I ŻYCIE
TWOJE PISMO O NAUCE

nr **1100** 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
Jak co miesiąc z przyjemnością przeczytałem „WiŻ". W numerze marcowym znalazł się artykuł „Kosmiczne elektrownie", omawiający problematykę umieszczenia elektrowni słonecznych na orbicie ziemskiej. Temat oczywiście nie jest nowy, choć jak przeczytałem, teraz zaczyna nabierać realnych kształtów. Artykuł kończy krótki rozdział „Entuzjazm kontra sceptycy", w którym autor przytoczył szereg argumentów przeciw budowie takich elektrowni. Zdziwiło mnie, że nie ma w nim choćby wzmianki o problemie, który dla mnie był oczywisty od dłuższego czasu. Energię wytworzoną na orbicie trzeba jakoś przesłać na powierzchnię Ziemi. Wszystkie przedstawione rozwiązania (z wyjątkiem pomysłu luster) zakładają użycie wiązki mikrofal lub laserów. Jeżeli elektrownie na orbicie mają mieć moc znaczącą w bilansie ziemskich potrzeb energetycznych, to moc skupiona w obszarze przesyłu musiałaby być ogromna (a prawdopodobnie liczba tych linii przesyłowych też byłaby bardzo duża). Oznacza to, że każdy obiekt, który znalazłby się w takim obszarze, zostałby momentalnie przetopiony i/lub odparowany. To tak, jakby znaleźć się nagle na linii ognia działa laserowego ogromnej mocy. W mojej opinii jest to nieakceptowalne ryzyko. Czy ten problem został jakoś rozwiązany?

POZDRAWIAM, ZDZISŁAW

Szanowny Czytelniku
Bezpieczeństwo technologii ma oczywiście kluczowe znaczenie i jest brane pod uwagę we wszystkich poważnych badaniach nad przesyłaniem energii słonecznej z orbity na Ziemię. Dotyczy to zarówno mikrofal, jak i laserów podczerwieni. Te drugie przez pewien czas testował europejski koncern EADS Astrium (obecnie Airbus Group). A dokładniej: badania na zlecenie firmy prowadził zespół naukowców z kilku brytyjskich uczelni. Za każdym razem inżynierowie podkreślali, że wiązka laserowa byłaby bezpieczna. Człowiek mógłby przejść przez nią, nawet tego nie zauważając. Ostatecznie badania zawieszono, ale powody tej decyzji nie miały związku z bezpieczeństwem technologii.

Podobną drogą podąża dziś m.in. kalifornijski start-up Aetherflux, założony przez grupę naukowców. W ich koncepcji energia słoneczna byłaby przesyłana za pośrednictwem laserów, a odbiorniki miałyby 5–10 m średnicy. Laser wyłączałby się automatycznie, gdyby w zasięgu jego wiązki znalazł się satelita, samolot lub inny statek powietrzny. Naukowcy z Aetherflux podkreślają, że ich lasery są zbyt słabe, by wyrządzić większe szkody. „Nie zamierzamy zbudować Gwiazdy Śmierci, która przepali na pół samolot w ułamku sekundy. Nie uśmierci przelatujących ptaków ani przechodzących ludzi. Ale na wszelki wypadek lasery byłyby wyłączane, by mieć stuprocentową pewność, że nie zagrożą zdrowiu ludzi" – stwierdził w wywiadzie jeden z badaczy.
Fakt jest taki, że gdy w latach 70. XX w. NASA wspólnie z Departamentem Energii USA przeprowadziła testy pokazujące, iż mikrofale rzeczywiście mogłyby pośredniczyć w przesyłaniu energii elektrycznej na duże odległości, cały następny rok poświęcono analizie bezpieczeństwa tej technologii. Dopiero później wykonano trzeci krok, polegający na opracowaniu pierwszej koncepcji orbitalnych elektrowni słonecznych.
W 2007 r. amerykańska agencja przygotowała kolejny raport dotyczący „prądu z kosmosu", ponownie dochodząc do wniosku, że przesyłanie energii za pośrednictwem mikrofal nie będzie stanowiło zagrożenia i nikt nie zostanie przez nie „upieczony" jak w kuchence mikrofalowej.
Warunek jest jeden: natężenie promieniowania nie może przekroczyć bezpiecznego limitu. W projekcie jednej z firm mikrofale mają spływać w postaci rozproszonej wiązki o średnicy 2–3 km, odbieranej przez sieć anten zainstalowanych na pewnej wysokości nad gruntem. „Ani ludziom, ani ptakom, ani samolotom nasze mikrofale nie zaszkodzą, choć wewnątrz tego strumienia wzrost temperatury będzie dość wyraźny. To tak, jakbyśmy wystawili twarz na słońce w letni dzień" – uspokajał w ub.r. prof. Harry Atwater z Caltechu, jeden z liderów projektu Space-Based Solar Power, w wypowiedzi dla „PV Magazine".

ANDRZEJ HOŁDYS

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

ROZWIĄZANIA ZADAŃ Z LIPCOWEGO PUZELANDU

Wiedzówka. Poziomo (rzędami od góry): cross, uchatki, ratel, Liwia, sezamki, opera, karma, kat, styropian, noże, Semeru, purpura, Fabian, trawieniec.

Pionowo (kolumnami od lewej): Caruso, episkopat, ostrze, żubr, artyleria, Sulima, par, suni, helikopter, Mann, stawarka, mangrowe, gigawat.

Odważniki. Sześć odważników o masach 3, 4, 5, 6, 7, 8 dag tworzy najmniejszy zestaw, w którym każda para odważników może być zrównoważona jednym lub kilkoma z pozostałych.

Literama

		B		A		B	
A	A	X	D	X	C	B	
	C	X	X	A	B	D	D
B	X	B	C	D	X	A	
	B	D	X	X	A	C	C
A	X	A	B	C	D	X	
	D	C	A	B	X	X	B
	D		A		D		

Rys. Marek Penszko

Numer wrześniowy „Wiedzy i Życia" trafi do kiosków 26 sierpnia 2026 r.

eprasa.pl c3c78c8db5

PRENUMERATA „WIEDZY I ŻYCIA”

Prenumeruj druk

KUP TERAZ

Prenumerata roczna
149 zł

Prenumerata półroczna
90 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
279 zł

Prenumerata półroczna
159 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
299 zł

Prenumerata półroczna
169 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?

+48 22 336 75 60
(pon.-pt. w godz. 8:00–17:00)

prenumerata@wiz.pl

sklep.polityka.pl

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

eprasa.pl c3c78c8db5

ZAPRASZAMY NA OLIMP

Wydanie papierowe – w punktach sprzedaży prasy i na **sklep.polityka.pl**
Wydanie cyfrowe i audio – subskrypcja **polityka.pl/cyfrowa**
Podkast POLITYKA o historii – **polityka.pl/podkasty**
Newsletter historyczny – **polityka.pl/newslettery**

KUP TERAZ

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

eprasa.pl c3c78c8db5