

TWOJE
pismo o NAUCE

POMÓC
OPALONEJ SKÓRZE



CENNA
KORA



RATUJMY
SWIFTA



Wiedza i życie

WRZESIEŃ 2026 nr 9 (1101)

CENA 18,00 ZŁ (w tym 8% VAT)

projektpulsar.pl

ukazuje się od 100 lat

EGZOSZKIELET
zamiast wózka

ŻYCIE
do góry
nogami

POWRÓT
z zaświatów

F-35
dla Polski

**PRZEPIS NA
PRZETRWANIE
ZUBRA**

INDEKS 38142X

ISSN 0137-8929



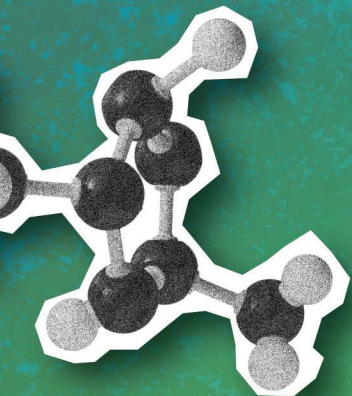
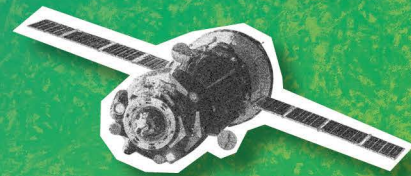
09>

9 770137 892601

Wydanie w sprzedaży do 29.09.2026

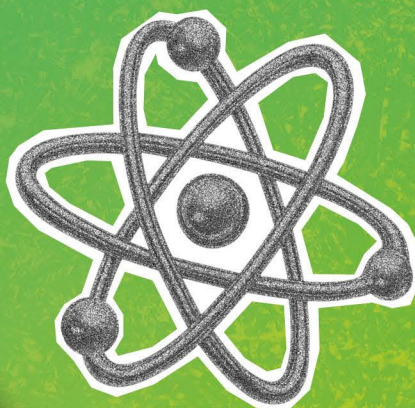
PRZYDATNE W SZKOLE

ZAGŁADA DINOZAUROW



Politechnika
Wrocławska

Studiuj z nami!



Maria Skłodowska-Curie



rekrutacja.pwr.edu.pl



WRZESIEŃ 2026

w numerze

12

ZDROWIE

ZEMSTA HEBANU

Paweł Walewski

Czy opalona skóra po lecie to powód do dumy? Oto jak mądrze pomóc zmęczonej słońcem cerze, opierając się na faktach, a nie marketingowych obietnicach.

28

TECHNIKA

EGZOSZKIELET

Marcin Bieńkowski

Pojawił się w szpitalach, fabrykach i centrach logistycznych. Choć część najbardziej spektakularnych pomysłów wciąż tkwi w laboratoriach, te skromniejsze już zmieniają rzeczywistość tysięcy ludzi.



60

EKOLOGIA

PRZEPIS NA ŻUBRA

Ewa Nieckuła

Niewiele brakowało, by żubr dotoczył do listy gatunków wymarłych. Jego przetrwanie zawdzięczamy dosłownie kilku osobnikom i dużej dozie szczęścia.

Obalamy mity

CZY AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA PRZYNOSI OBU PŁCIOM TAKIE SAME KORZYŚCI?

Paweł Walewski 2

Rozmyślania za Wielką Wodą

WOJNY ZWIERZĄT

Krzysztof Szymborski 3

Sygnaty 4

➤ temat miesiąca

Zdrowie

ZEMSTA HEBANU

Paweł Walewski 12

Prehistoria

OSTATNIE CHWILE DINOZAUROW

Andrzej Hołdys 18

Technika

EGZOSZKIELET

Marcin Bieńkowski 28

Wojskowość

F-35 DLA POLSKI

Robert Czulda 34

Botanika

PORA NA KORĘ

Mariola Rabaska 38

Historia

POWRÓT Z ZAŚWIATÓW

Kamil Nadolski 44

Biologia

ŻYCIE DO GÓRY NOGAMI

Radosław Kożuszek 50

Kosmos

RATUJMY SWIFTA

Przemek Berg 56

Ekologia

PRZEPIS NA ŻUBRA

Ewa Nieckuła 60

Chemia

OD BŁYSKAWICY DO NAWOZU

Justyna Jońca 66

Nowinki techniczne 72

Laboratorium

GRZYBOBRANIE

Paweł Jedynak 74

Głowa do góry

ODNALEZIONA KOMPANKA

Weronika Śliwa 76

Na końcu języka

BŁYSKAWICA

Jerzy Bralczyk 78

Trening umysłu

PUZELAND

Marek Penszko 79

Listy czytelników 80



Drodzy Czytelnicy!

PRZYGOTOWUJEMY materiały do numeru ze znacznym wyprzedzeniem ze względu na długi proces produkcyjny. Czasami nie mamy pewności, czy zaplanowane doświadczenia lub misje kosmiczne się odbędą albo zakończą sukcesem. Tak też było z misją ratunkową sondy LINK, która 3 lipca wyruszyła na ratunek teleskopowi Swift, gdyż obniżał on swoją orbitę wokół Ziemi i groziło mu spalenie w atmosferze. Niestety, 25 lipca sonda zaczęła wirować w kosmosie, co spowodowało tymczasową utratę łączności. Ostatecznie naukowcom udało się zmniejszyć prędkość obrotową LINK-a za pomocą serii uruchomień silników. Wciąż jest nadzieja, że uda się pokonać wszystkie problemy, ale sonda dotrze do obserwatorium raczej miesiąc później.

Z pewnością sporo się Państwo opalali podczas wakacji. W numerze piszemy m.in., jak ucierpiała na tym skóra i co z tym można zrobić (s. 12). Odpowiadamy na pytanie, dzięki czemu zwierzęta mogą żyć do góry nogami (s. 50), jak uratować żubry przed wymarciem (s. 60) i kiedy próbowano ożywić

zwłoki prądem (s. 44). Jest o egzoszkieletach, które pojawiają się w szpitalach i fabrykach, zmieniając rzeczywistość tysięcy ludzi (s. 28), oraz o F-35, mających za kilka lat stać się jednym z filarów naszych Sił Powietrznych (s. 34).

Redaktor naczelna dr n. biol. Olga Orzyłowska-Śliwińska

Szanowni Czytelnicy, Szanowne Czytelniczki,

od bieżącego numeru cena egzemplarzowa „Wiedzy i Życia” wynosi 18 zł. Zmiana ta jest konsekwencją wzrostu kosztów wydawania pisma. W związku z rosnącymi kosztami działalności od 1 września zmieniają się również ceny prenumeraty. Roczna prenumerata „Wiedzy i Życia” będzie kosztować 180 zł, a półroczna – 100 zł. Ofertę prenumeraty papierowej znajdą Państwo pod adresem www.sklep.polityka.pl. Jednocześnie namawiamy do subskrypcji wydania cyfrowego „Wiedzy i Życia”. Można to zrobić, wykupując dostęp do portalu popularnonaukowego Pulsar pod adresem www.projektpulsar.pl. Portal oprócz bieżących i archiwalnych numerów „Wiedzy i Życia” w plikach .pdf oferuje także dostęp do wszystkich artykułów z miesięcznika „Świat Nauki”.

Wydawca „Wiedzy i Życia”

Obalamy mity

Czy aktywność fizyczna przynosi obu płciom takie same korzyści?

JESZCZE do niedawna pytanie, czy kobiety i mężczyźni reagują na aktywność fizyczną w taki sam sposób, wielu ekspertów uznałoby za próbę wyważania otwartych drzwi. Przecież serce to serce, a ruch jest zdrowy dla wszystkich. Nauka coraz wyraźniej pokazuje jednak, że diabeł – jak zwykle – tkwi w szczegółach. A dokładniej: w biologii płci. Przez lata to na mężczyznach prowadzono większość badań, a ich wyniki rozciągano na kobiety niczym uniwersalny szablon. Tymczasem budowa układu mięśniowego i krwionośnego trochę się u nas różni. Odmienności te są widoczne w gęstości naczyń włosowatych, masie mięśniowej i przepływie krwi, co sprawia, że każdy skurcz mięśnia i uderzenie serca kobiety przynosi jej znacznie wyższą stopę zwrotu z inwestycji w ruch. Mając mniejszą bazową masę mięśniową, przy wysiłku kobiety układ krążenia musi dokonywać gwałtowniejszej, bardziej intensywniej adaptacji.

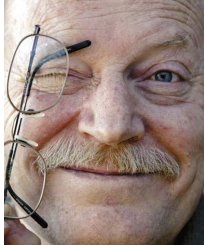
Autorzy badania, którego wyniki opublikowano w 2024 r. w „Journal of the American College of Cardiology”, przeanalizowali dane ponad 412 tys. dorosłych Amerykanów i odkryli, że kobiety osiągały większe korzyści z tej samej dawki aktywności fizycznej. Regularny wysiłek zmniejszał ryzyko zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych u obu płci, ale efekt był wyraźniejszy u kobiet. Maksymalne korzyści uzyskiwały już przy 140 min umiarkowanego lub intensywnego wysiłku tygodniowo, podczas gdy mężczyźni potrzebowali na to 300 min. Przewagę kobiet obserwowano także w treningu siłowym.

Podobny obraz wyłania się z analizy danych z UK Biobank, tym razem opartych nie na deklaracjach uczestników, lecz na pomiarach z opasek monitorujących aktywność. Kobiety po 50. roku życia osiągały 30-procentową redukcję ryzyka choroby wieńcowej po 250 min umiarkowanego lub intensywnego wysiłku tygodniowo, podczas gdy mężczyźni

w tym samym wieku potrzebowali do tego ponaddwukrotnie więcej czasu – 530 min. To kolejny argument, by stereotyp o słabszej płci odłożyć do lamusa – panie wcale nie muszą ciężiej pracować na efekty ćwiczeń, bo jest akurat odwrotnie!

Łatwo byłoby wyciągnąć sensacyjny wniosek, że kobiety mogą ćwiczyć dwa razy mniej. Badania nie dowodzą jednak, że mężczyźni ćwiczą za mało ani że kobietom wystarczy spacer z psem. Ich organizm zdaje się po prostu skuteczniej przekładać każdą minutę wysiłku na ochronę układu krążenia. Dlaczego? Otóż wpływ mają różnice hormonalne, budowa mięśni, metabolizm i sposób, w jaki serce oraz naczynia adaptują się do wysiłku. Najważniejszy wniosek jest inny. Obowiązujące zalecenia – co najmniej 150 min umiarkowanej aktywności tygodniowo – pozostają aktualne dla obu płci. Ten limit przysłuży się wszystkim i nie ma od niego żadnej wymówki.

Paweł Walewski



KRZYSZTOF SZYMBORSKI

Wojny zwierząt

MOŻNA zapewne się zgodzić, że jesteśmy najbardziej inteligentnym i docieklwym gatunkiem zamieszkującym Ziemię i słusznie jesteśmy z tego dumni. Nasze poczucie wyższości wobec innych żywych stworzeń sprawia jednak, że wyobrażenia o nich przez długi czas nie opierały się na rzetelnej wiedzy, lecz na pozbawionych rzeczowych podstaw przekonaniach, prowadzących do lekceważącej pogardy lub romantycznej naiwności. Nauka o zachowaniu zwierząt zaczęła czynić realne postępy stosunkowo niedawno i w dość powolnym tempie. Przykładem może być pytanie, czy poza człowiekiem żyją na naszej planecie stworzenia, które prowadzą pomiędzy sobą wewnątrzgatunkowe wojny. Przypomnijmy, że sami bynajmniej się tej skłonności nie wstydzimy, czcąc naszych wybitnych wojowników i uważając ich za bohaterów, natomiast zwierzęta uważaliśmy za zbyt głupie, by mogły angażować się w prawdziwe, dobrze zorganizowane wojny. Tak zwane prawa dżungli polegały w naszym przekonaniu na chaotycznej i przypadkowej przemocy.

Odkrycia, że wśród niektórych gatunków międzygrupowa wrogość przerodzić się może w systematycznie kontynuowany konflikt o wszelkich znamionach regularnej wojny, dokonała w latach 70. ub.w. słynna badaczka szympanсів Jane Goodall, która swe obserwacje prowadziła w narodowym parku nad strumieniem Gomba w Tanzanii. W wyniku trwającej 4 lata (1974–1978) „wojny” pomiędzy klanami Kasakela i Kahama ten ostatni został całkowicie wymordowany. Dla wielu zainteresowanych odkrycie to było szokiem. Niebawem jednak naukowcy, badający zachowanie innych zwierząt prowadzących społeczny tryb życia, zaczęli do listy „wojowniczych” gatunków dodawać kolejne. Nie jest ich wiele, a należą do nich poza szympanсами goryle, wilki, hieny, mangusty pręgowane, surykatki szare, mrówki i termity oraz lwy. Te ostatnie toczą „wojny” głównie z hienami i dzikimi psami, lecz w jednym przypadku koalicja lwów żyjących w Parku Krugera w Południowej Afryce, nazwana Mapogo, w ciągu kilku lat rozszerzyła swe terytorium o ponad 690 km², zabijając ok. 40 „obcych” samców.

Na temat tego, czy konflikty te zasługują na nazwę „wojen”, trwa nadal żywa debata, bo wielu badaczy ciągle uparcie twierdzi, że przypisywanie zwierzętom zachowań o „ludzkim” charakterze jest nieuzasadnionym antropomorfizmem. Być może jednak ocena zwierząt ludzką miarą jest w dużej mierze usprawiedliwiona. W tym roku dwóch badaczy z brytyjskiego University of Bristol, Josh Arbon i Andrew Redford, opublikowało w czasopiśmie „Trends in Ecology & Evolution” wyniki swych dociekań, z których wynika, że obserwowane



Hieny cętkowane

u zwierząt zachowania społeczne towarzyszące przygotowaniom do podjęcia wojny są tak podobne do ludzkich w zbliżonej sytuacji, że jak stwierdził Redford, „doświadczalne badanie innych gatunków w naturalnych warunkach może nie tylko zwiększyć nasze zrozumienie rozmaitych aspektów życia społecznego, lecz także rzucić światło na pochodzenie naszej skłonności do konfliktów”. Szykujące się do wojny grupy zmieniają swe zachowanie na długo przed „ruszeniem na pole bitwy”. Szympansy wspinają się na wzgórza, by obserwować okolicę, a także częściej iskają się wzajemnie, by zwiększyć poczucie solidarności. Inne zwierzęta wystawiają wartowników lub „zwierają szeregi”, wysyłają „zwiadowców”, by wykryć położenie „wrogiej armii”.

Nie są to decyzje spontaniczne, lecz najwyraźniej celowe. Podobnie zachowują się ludzie. Nie ma sensu przypominać, że same wojny pomiędzy ludźmi i zwierzętami mają bardzo odmienny charakter. Ofiary wojen zwierząt liczyć można w dziesiątkach, ludzi – dzięki ciągłemu postępowi techniki – w milionach. Trudno nie zgodzić się z Johnem Steinbeckiem, który stwierdził kiedyś: „Wszystkie wojny są symptomami klęski człowieka jako myślącego zwierzęcia”. A co przyniesie nam sztuczna inteligencja? Czy odziedziczy po nas wojenne skłonności? A może pójdzie w ślady naszych bardziej pacyfistycznie nastawionych ewolucyjnych przodków takich jak bonobo? Oby. Może wtedy ludzkość będzie mogła poddać się jej władzy bez ryzyka zagłady.



Trzmiele reagują na smak ruchami aparatu gębowego.

ENTOMOLOGIA

TRZMIELE I EMOCJE

Czy potrafią odczuwać przyjemność i niechęć?

Twarz owadów kojarzy się nam z nieruchomą maską, przez co dosyć trudno wyobrazić sobie, by miały one jakkolwiek mimikę. Ta jest reprezentacją złożonych stanów emocjonalnych, a na razie nie udowodniono nawet, że owady takowe przejawiają (mogą odczuwać proste stany podobne do emocji, takie jak ból, stres czy strach). Sztywny egzoszkielet w przeciwieństwie do elastycznej muskulatury typowej dla ssaków uniemożliwia dokonanie jakichkolwiek odczytów behawioralnych. Przynajmniej tak myślano do tej pory.

Najnowsze badania przeprowadzone przez naukowców z Southern Medical University w Kantonie (Chiny) i Macquarie

University (Australia) ujawniły, że po prostu szukaliśmy nie tam, gdzie trzeba. Tym razem uwagę skupiono wyłącznie na subtelnych ruchach aparatu gębowego. O szczegółach czytamy w „PNAS”. Eksperymenty prowadzono na trzmielach ziemnych, którym do skosztowania podawano kroplę wody zawierającą różne substancje. Za pomocą kamer o wysokiej rozdzielczości, rejestrujących obraz w zwolnionym tempie, obserwowano, co dzieje się z „twarzą” owada po wypróbowaniu różnych smaków – słodkiego (cukier), słonego (sól), gorzkiego (chinina) oraz czystej wody. Wyniki okazały się zaskakujące.

Po spożyciu słodkiego roztworu trzmiele wysuwały i chowały tzw. głoskę, czyli odpowiednik języka. Robiły to nawet po zabranii smakołyku, niejako w efekcie zadowolenia – niczym ssaki oblizujące usta

po zjedzeniu czegoś smacznego. Zupełnie inaczej zachowywały się po skosztowaniu gorzkiego i słonego płynu – wycierały aparat gębowy i potrząsały głową, co przypominało nieco ludzki odruch niesmaku. Po ekspozycji na podwyższoną temperaturę i w stanie odwodnienia owady wysuwały języczki nawet po wypiciu słonych kropli, co potwierdza, że reakcja na napój nie jest sztywnym automatycznym odruchem zależnym od konkretnego związku chemicznego, ale wynikiem i ekspresją stanu wewnętrznego (przyjemności i niezadowolenia). W ostatnim etapie eksperymentu owadom podano endokannabinoidy – związki, które u ssaków potęgują przyjemność płynącą z jedzenia, co również doprowadziło do częstszego wysuwania języczków i potwierdziło wcześniejsze wnioski. Co ważne, autorzy badania zamiast antropomorfizacji zalecają ostrożność i powstrzymanie przed wyciąganiem zbyt pochopnych wniosków. Owa „mimika” nie jest jednoznacznym dowodem emocji, a trzmiele mogą mieć własne, zupełnie inne niż ssaki formy życia wewnętrznego. (KKG)

PREHISTORIA

Żołądek sprzed 245 mln lat

Po raz pierwszy zajrzano do wnętrza morskiego gada żyjącego na początku ery dinozaurów. W wyjątkowym okazie zachował się nie tylko szkielet, ale także żołądek, wątroba i jelita.

Skamieniałość niewielkiego, ok. 60-centymetrowego gada morskiego *Austronaga minuta* odkryto w prowincji Junnan w Chinach. Zwierzę żyło 245 mln lat temu, zaledwie kilka milionów lat po największym wymieraniu w dziejach Ziemi, które zakończyło erę paleozoiczną. Mimo że miało lądowych przodków, było znakomicie przystosowane do życia w wodzie – napęd zapewniał mu długi ogon, a przednie kończyny przekształciły się w płetwy.

Prawdziwą sensacją okazały się jednak nie kości, lecz skamieniałości tkanek miękkich. Dzięki zastosowaniu fotografii UV oraz spektrometrii mas badacze rozpoznali duży workowaty żołądek, wątrobę z pozostałościami hemoglobiny oraz prosty przewód pokarmowy. To najstarszy znany przypadek zachowania niemal kompletnego układu trawiennego u gada. Odkrycie pokazuje, że przodkowie krokodyli i dinozaurów mieli początkowo prostszy żołądek niż ich współcześni potomkowie.

Znalezisko – omówione w „Science Advances” – wpisuje się w serię

spektakularnych odkryć skamieniałości tkanek miękkich. Również w lipcu br. paleontolodzy poinformowali o natrafieniu na najstarsze zachowane tkanki miękkie – liczące ponad 450 mln lat pozostałości odnóży liliiowca, dalekiego krewnego rozgwieźd i jeżowców. Takie okazy należą do absolutnych rzadkości, ponieważ po śmierci organizmu miękkie części ciała zwykle rozkładają się w ciągu kilku dni. Ich zachowanie wymaga wyjątkowego zbiegu okoliczności – błyskawicznego pogrzebania w osadach i niemal całkowitego odcięcia dostępu tlenu.

Nowe odkrycie z Chin ma jeszcze jeden wymiar. W 2024 r. okazało się, że słynny *Tridentinosaurus* – znaleziony w 1931 r. i przez ponad 90 lat uważany za jednego z najstarszych gadów z zachowanymi tkankami miękkimi – w rzeczywistości został częściowo „upiększony” przez preparatorów czarną farbą. Tym większą wartość ma bezspornie autentyczny okaz *Austronaga*, który wyznacza nowy punkt odniesienia w badaniach nad ewolucją wczesnych gadów.



Uganiający się za morską drobnicą gad *Austronaga minuta* żył na Ziemi w środkowym triasie (wizja artysty).

EKOLOGIA

Rtęć wokół Antarktydy

W morzach wokół Półwyspu Antarktycznego zgromadziło się już tyle rtęci, że wody te stają się wtórnym źródłem tej toksyny, łatwo przenikającej do żywych organizmów.

Antarktyda jest tak odległa od wielkich ośrodków przemysłowych, że można by ją uznać za wolną od ich wpływu. To jednak złudzenie. Grupa badaczy z Yale University i Peking University wykazała, że na dnie płytkich mórz wokół Półwyspu Antarktycznego rtęć gromadzi się mniej więcej 2 razy szybciej niż na pozostałych szelfach kontynentalnych świata. Tempo jej akumulacji od początku epoki przemysłowej wzrosło aż o 160%, a badacze uznają ten region za jeden z globalnych gorących punktów wzbogacania osadów w ten toksyczny pierwiastek. Do takich wniosków doprowadziła

analiza 16 rdzeni (publikacja w „PNAS”) pobranych z dna akwenów sąsiadujących z północną częścią Półwyspu Antarktycznego, który jest najszybciej ocieplającym się fragmentem Białego Łądu. Zachowane w warstwach osadów ślady chemiczne i izotopowe pozwoliły odtworzyć historię obiegu rtęci w regionie w ostatniej 200 latach.

Skąd bierze się ten niepokojący wzrost? Po pierwsze, do atmosfery od dziesięcioleci trafia rtęć emitowana podczas spalania paliw kopalnych i działalności przemysłowej. Dociera ona nawet nad Antarktydę i opada do oceanu. Po drugie, ocieplający się klimat przyspiesza topnienie lodowców i erozję odśnieżanych skał, uwalniając rtęć, która długo była uwięziona w lodzie i na lądzie. W efekcie antarktyczne wybrzeża stają się wtórnym źródłem tego zanieczyszczenia, zagrażającego ekosystemom polarnym. Rtęć jest szczególnie niebezpieczna, ponieważ nie znika z ekosystemu. Jej najbardziej toksyczne związki ulegają bioakumulacji – gromadzą się w organizmach żywych i z każdym kolejnym ogniwem łańcucha pokarmowego osiągają coraz wyższe stężenia. Najbardziej narażone są drapieżniki stojące na jego szczycie, ale ostatecznie toksyna może trafić również na ludzki talerz.

(HOLD)

Donosy

Ze Skidmore College w USA donosi Krzysztof Szymborski

GŁOS ZZA GROBU

Brytyjskim badaczom udało się kilka lat temu odtworzyć brzmienie głosu zmarłego przed 3 tys. lat egipskiego kapłana Nesyamuna, który służył na dworze faraona Ramzesa XI. Dokonali tego dzięki tomografii komputerowej mumii i wykonaniu repliki dróg oddechowych, podłączonej do sztucznej krtani.

UDANY EKSPERYMENT EKOLOGICZNY

Jesteśmy przyzwyczajeni do tego, że działalność człowieka wpływa destrukcyjnie na środowisko naturalne. Warto więc wspomnieć o wyjątkowo korzystnych skutkach takiej interwencji. Kiedy w 1815 r. Imperium Brytyjskie otworzyło swoją bazę wojskową na Wyspie Wniebowstąpienia (Ascension Island) na południowym Atlantyku, była ona gołą skałą, powstałą w wyniku erupcji wulkanicznej, która pozostawiła stożek o wysokości 800 m. W latach 40. XIX w. brytyjski biolog Joseph Hooker zaproponował, by te nagie skały obsadzić roślinnością sprowadzoną z różnych stron świata, i dziś od 660 m n.p.m. wzwyż Ascension pokrywa „sztuczna dżungla”, a nawet niżej coś z jej ziemi wyrasta.

JĘZYK ZWIERZĄT

Im dłużej badamy zwierzęta, tym bardziej skomplikowany okazuje się język, jakim przekazują sobie informacje. Dr Con Slobodchikoff i jego współpracownicy z North Arizona University ogłosili właśnie wyniki analiz sygnałów alarmowych u nieświszczuków płowych (pot. pieski preriowe). Ostrzegają one o pojawieniu się ludzkiego intruza, zakłócającego spokój na zamieszkałej przez nich prerii, innych członków stada, opisując jego wzrost, rozmiary, a nawet kolor koszuli.

PSZCZOŁY ROZPOZNAJĄ STRONY ŚWIATA

Badający pszczoły biolodzy odkryli w organizmach przedstawicieli większości ich gatunków mikroskopijne magnetyczne cząstki, co może być ważnym potwierdzeniem hipotezy, że pszczoły „odczytują” kierunek ziemskiego pola magnetycznego w celach nawigacyjnych.



Odcisk stopy parantropa, który blisko 1,5 mln lat temu mieszkał w pobliżu jeziora Turkana we wschodniej Afryce. Obok – linijka o długości 15 cm.

➤ ANTROPOGENEZA

Parantropy – chłopy na schwał

W północnej Kenii odnaleziono liczące 1,43 mln lat odciski stóp 8 homininów z gatunku *Paranthropus boisei*. Byli znacznie więksi, niż sądziliśmy.

Do niedawna o masywnych parantropach wiedziano głównie tyle, że miały potężne czaszki i uzębienie. Kości kończyn odkrywano niezwykle rzadko, dlatego budowę całego ciała można było jedynie rekonstruować. Odciski pozostawione na błotnistym brzegu jeziora Turkana wypełniają tę lukę. Wynika z nich, że niektórzy przedstawiciele tego gatunku mogli osiągać ok. 180 cm wzrostu i ważyć nawet 75 kg, a więc byli znacznie okazalsi, niż sugerowały wcześniejsze rekonstrukcje.

Tropy niosły jednak nie tylko informacje o anatomii. Naukowcy sądzą, że homininy (głównie samce) poruszały się razem wzdłuż brzegu jeziora. Sugeruje to bardziej złożoną organizację społeczną, niż dotąd przypuszczano. „Mogły żyć w dużych grupach, w których samce rywalizowały o względy samic, ale też łączyły siły, gdy kluczowe stało się przetrwanie w stawiającym wyzwania środowisku naturalnym” – mówi kierująca badaniami Anna Behrensmeyer ze Smithsonian Institution.

Brzegi jeziora Turkana były wyjątkowo ważnym środowiskiem dla naszych wymarłych krewniaków. Przez setki tysięcy lat powracały tu kolejne gatunki homininów, by korzystać z zasobów wody i pożywienia dostępnych na obrzeżach akwenu. Ok. 1,5 mln lat temu w pobliżu wielkiego zbiornika, położonego na pograniczu dzisiejszej Kenii i Etiopii, żyli równocześnie przedstawiciele co najmniej czterech gatunków człowiekowatych: *Homo habilis*, *Homo rudolfensis*, *Homo erectus* i właśnie *Paranthropus boisei*. Ten ostatni był również bohaterem zeszłorocznego odkrycia, kiedy to nad jeziorem Turkana odnaleziono kości jego ręki, liczące 1,52 mln lat. Anatomia wskazuje na niezwykle silny chwyt, przypominający dłoń goryla, przy zachowaniu znacznej zręczności. Jeśli zeszłoroczne odkrycie pokazało, jak żelaznym uściskiem dysponował parantrop, to nowe badania – których wyniki opublikowano w „PNAS” – po raz pierwszy pozwalają lepiej wyobrazić sobie jego imponującą sylwetkę.

(HOLD)

EWOLUCJA

Jak Ameryka Północna podbiła Południową

Pierwsze ssaki z północy ruszyły na południe, gdy oba kontynenty były wciąż oddzielone od siebie barierą morską. Najpierw jednak przez miliony lat gromadziły się w Meksyku.

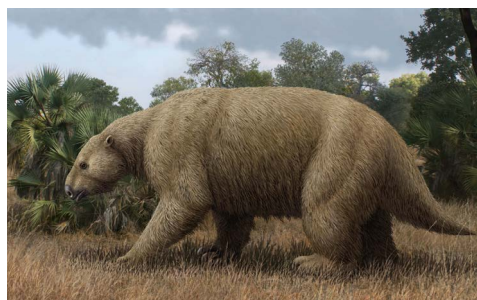
Analiza bogatego zbioru skamieniałości z Meksyku wykazała, że już ok. 10 mln lat temu ssaki z Ameryki Północnej zaczęły licznie napływać na południe kontynentu. Tam zatrzymała je bariera morska. Pierwsza okazja do dalszej ekspansji pojawiła się przed ok. 7 mln lat, gdy z oceanu rozdzielającego kontynenty wyłonił się łańcuch wysp. Zwierzęta skorzystały z tej okazji. Wśród pionierów były niewielkie drapieżniki spokrewnione z szopami oraz drobne gryzonie. W przeciwnym kierunku powędrowała

właściwie tylko jedna większa grupa południowoamerykańska – leniwce.

Dopiero po powstaniu Przesmyku Panamskiego ok. 2,8 mln lat temu droga między kontynentami stała się otworem dla wszystkich ssaków. Zdaniem Jacka Tsenga z University of California w Berkeley i jego współpracowników (publikacja w „Science”) właśnie wcześniejsze gromadzenie się północnoamerykańskiej fauny w Meksyku okazało się kluczem do późniejszego sukcesu. Zwierzęta z północy miały

czas, by zwiększyć liczebność, różnicować się i przystosować do warunków strefy tropikalnej. Gdy doszło do połączenia kontynentów, były gotowe do błyskawicznej ekspansji na południe.

To dlatego tak skutecznie wyparty wielu dawnych mieszkańców Ameryki Południowej, na trwałe zmieniając skład tamtejszej fauny. (HOLD)



Wielki naziemny leniwiec *Megalotherium americanum* ważył 4 t. Do początku holocenu żył w Ameryce Południowej.

REKLAMA

PULSAR – SERWIS POPULARNONAUKOWY POLITYKI ZAPRASZA

Anatomia brainrotu. Jak portale społecznościowe wpływają na jednostki i społeczności?

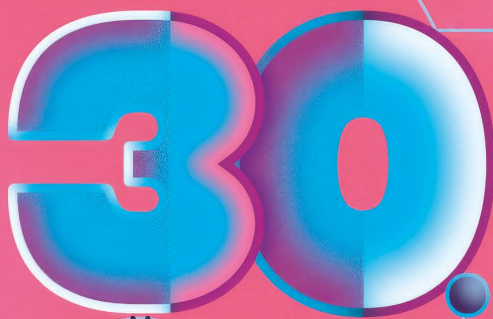
Eksperci: **dr Dominika Czerniawska-Szejd**a, socjolożka z UW, oraz **prof. Wojciech Kulesza**, psycholog społeczny z USWPS.
Prowadzenie: **Katarzyna Czarnecka**, redaktorka naczelna pulsara

20 września 2026 (niedziela), godz. 17

Wydział Fizyki UW

ul. Pasteura 5, aula 0.03

Wstęp wolny.



**FESTIWAL
NAUKI**

W WARSZAWIE

18-27

WRZEŚNIA

Więcej o Festiwalu: www.festiwalnauki.edu.pl



Donosy

PUSTYNIA UŻYŹNIA DŻUNGLE

Każdego roku ok. 28 mln t pustynnego pyłu przenieszonego przez wiatry znad Sahary poprzez Atlantyk opada na ziemię w basenie Amazonki. Jak wykazały badania, w owym pyłe znajduje się dostateczna ilość fosforu i jego związków, by systematycznie uzupełniać ubytek tego pierwiastka niezbędnego dla tropikalnego lasu. Paradoksalnie, największa na świecie gorąca pustynia zapewnia bujność życia w największej dżungli.

REKORDOWY PAJĄK

Prowadzone przez kilka grup badaczy analizy sieci konstruowanej przez pajaki z odkrytego w 2009 r. na Madagaskarze gatunku *Caerostris darwini* wykazały, że tworzące ją włókna są najbardziej mechanicznie wytrzymałą znaną substancją biologicznego pochodzenia. Są dziesięciokrotnie silniejsze niż kevlar – syntetyczny materiał stosowany do produkcji kamizelek kuloodpornych.

SAMOTNE DRZEWO

Dendroseris neriifolia to tacińska nazwa kwitnącego drzewa należącego do rzędu astrowatych, którego ojczyzną jest (czy raczej było) Chile. Dziś żyje dziko prawdopodobnie jeden osobnik tego gatunku, 150-letni, rosnący na trudno dostępnym urwisku na chilijskiej Wyspie Robinsona Crusoe na Pacyfiku. Wiszący nad przepaścią pień dendroserii chroni przed upadkiem system lin i podpór. W maju została podjęta, zakrojona na międzynarodową skalę, próba uratowania tego ginącego gatunku przed ostateczną zagładą. Badacze zebrali 400 jego nasion i – jak donoszą – 8 z nich zdaje się kiełkować w laboratorium.

PRZESUNIĘTA JAPONIA

W czasie trzęsienia ziemi, które nawiedziło Japonię w 2011 r., wytworzona fala sejsmiczna odbiła się od jądra naszej planety i powróciła po 10 min do skorupy ziemskiej w pobliżu miejsca jej narodzin. Jak wykazały po latach precyzyjne pomiary, jej powtórne zderzenie z archipelagiem wysp japońskich spowodowało ich trwałe przemieszczenie o jakieś 6 mm w kierunku wschodnim. Nie wiadomo, czy jest to zmiana wymagająca wprowadzenia poprawek do map świata.

KULTURA

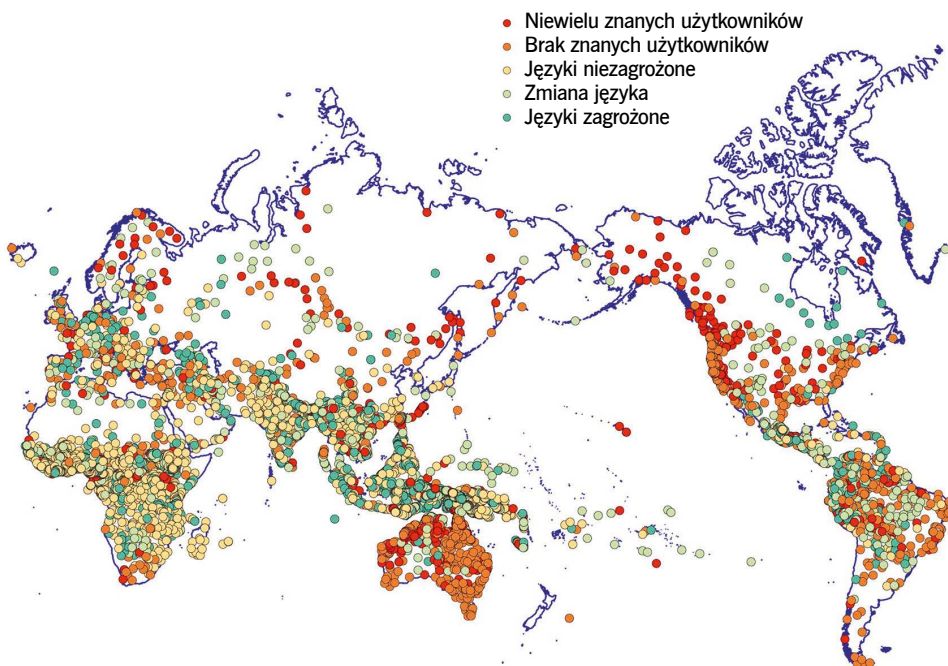
Holocieńska Wieża Babel

W czasach starożytnych na świecie istniały dziesiątki tysięcy języków. To był najbardziej wielojęzyczny świat w historii *Homo sapiens*.

Do takich wniosków doszli naukowcy z Harvard University i innych ośrodków, którzy postanowili odtworzyć dzieje ludzkich języków mimo niemal całkowitego braku bezpośrednich świadectw z odległej przeszłości. Zamiast analizować nieliczne zachowane zapisy, opracowali model łączący dane etnograficzne, paleodemografię i metody statystyczne. Punktem wyjścia były informacje o 171 współczesnych społecznościach zbieracko-łowickich. Badacze założyli, że niewielkie grupy ludzi prowadzące podobny tryb życia u schyłku epoki lodowej również posługiwały się zazwyczaj jednym językiem. Znając szacunkową liczebność ówczesnej populacji świata, obliczono, ile języków mogło wtedy istnieć.

Wyniki okazały się zaskakujące. Ok. 12 tys. lat temu, na początku holocenu, na świecie używano prawdopodobnie 4,5–6 tys. języków, czyli mniej niż obecnie. Później, wraz z rozwojem rolnictwa, wzrostem liczby ludności i zasiedlaniem nowych obszarów, rosła również różnorodność językowa. Wyodrębniały się nowe społeczności, które z czasem wykształcały własne języki lub ich odmiany. Szczyt tego procesu nastąpił 3–1 tys. lat temu, kiedy na Ziemi mogło istnieć nawet kilkadziesiąt tysięcy języków. Autorzy nazywają ten okres złotym wiekiem różnorodności językowej.

Ten niezwykle rozkwit nie trwał jednak długo. Rozrastające się imperia, niosąc ze sobą własne języki, kulturę i choroby, zaczęły stopniowo wypierać mniejsze społeczności. Badacze przekonują, że właśnie wtedy rozpoczął się długotrwały proces zanikania różnorodności językowej, znacznie wcześniejszy niż epoka europejskiego kolonializmu. Dzisiejszy kryzys nie jest więc wyłącznie skutkiem ekspansji mocarstw z ostatnich kilku stuleci, lecz finałem procesu trwającego od ok. 2 tys. lat. Obecnie na świecie istnieje mniej więcej 7500 języków, lecz blisko połowie z nich grozi wymarcie, a średnio cztery zanikają każdego roku. Wraz z nimi bezpowrotnie giną także wiedza i kultura ich użytkowników. (HOLD)



Mapa współczesnych języków na podstawie danych z bazy Glottolog 5.3

Szybka diagnoza skutków promieniowania

Jak szybko ustalić przyjętą przez organizm dawkę szkodliwego promieniowania? Odpowiedzi dostarcza międzywydziałowy zespół badawczy z Uniwersytetu Warszawskiego.



Większość komórek naszego ciała zawiera chromosomy. Każdy ma zwykle jedno przewężenie w środku, zwane centromerem. Czasami jednak fragmenty chromosomów mogą się połączyć, tworząc strukturę o dwóch centromerach, czyli tzw. chromosom dicentryczny.

Takie zmiany pojawiają się m.in. pod wpływem wysokoenergetycznego promieniowania. Im więcej takich chromosomów widać w badanych komórkach, tym większą dawkę promieniowania najprawdopodobniej otrzymał organizm.

Zawsze na posterunku

Ustalenie liczby chromosomów dicentrycznych odbywa się zwykle ręcznie, pod mikroskopem. Sytuację zmienia program MaksChroms zespołu badawczego z Wydziału Fizyki i Wydziału Medycznego UW – współpracującego z naukowcami z Niemiec i Japonii – pod kierownictwem prof. Beaty Brzozowskiej*.

– *Prawie każda komórka ludzkiego organizmu ma 46 chromosomów, którym powinniśmy się przyjrzeć. Niektóre mogą jednak wypłynąć czy „uciec” z obrazu mikroskopowego. Są też sytuacje, w których dicentryki pojawiają się z przyczyn innych niż wpływ promieniowania. Dlatego uważa się, że adekwatna ocena jednego przypadku wymaga minimum 50 próbek, ale zaleca się, żeby było ich znacznie więcej – mówi Maksymilian Głowacki, główny autor programu. Analiza jednego obrazu mikroskopowego zajmuje co najmniej minutę. W warunkach kryzysu to niewystarczające tempo.*

Dozymetria biologiczna, a tym samym MaksChroms, pozwala szybko wyo-

nić tych, którzy potrzebują hospitalizacji w wyniku napromienienia – stwierdza prof. Beata Brzozowska.

Trening czyni mistrza

Badacze uczyli program, czego ma szukać, dostarczając mu przede wszystkim zdjęć mikroskopowych pokazujących chromosomy komórek poddanych działaniu promieniowania gamma.

Algorytm uczył się na ponad 2 tys. takich zdjęć, pochodzących z sześciu laboratoriów, różniących się jakością obrazów. Komórki krwi pobranej od 10 dawców zostały napromienione z użyciem różnych dawek, maksymalnie do 5 grejów (Gy, jednostka dawki pochłoniętej). Do ich interpretacji zaangażowano naukowców. Ci poszukiwali chromosomów dicentrycznych metodą tradycyjną, dostarczając jednocześnie dane do trenowania algorytmu.

Sieć na chromosomy

MaksChroms bazuje na typie tzw. sieci neuronowych – sieciach konwolucyjnych (Convolutional Neural Network). „Przesuwają” one specjalne filtry po obrazie, ucząc się rozpoznawać wzorce.

To złożony model obliczeniowy z wieloma parametrami, wzorowany na działaniu ludzkiego mózgu. Przy użyciu określonych filtrów przekształca dane w wynik. Pojedynczy „neuron” (jednostka obliczeniowa) przetwarza kilka pikseli obrazu. Miliony takich neuronów umożliwiają uzyskanie złożonych rezultatów. Na MaksChroms składają się trzy takie sieci.

– *Pierwsza sieć poszukuje chromosomów dicentrycznych na podstawie obecności centromerów. Przez nagromadzenie*

określonych danych w pewnej lokalizacji, program ustala, że w tym właśnie miejscu znajduje się centromer – tłumaczy Maksymilian Głowacki.

Druga sieć zamiast szukać centromerów, znajduje plamy przypominające chromosomy. Trzecia pomaga je posegregować. Wreszcie program wybiera tylko te obiekty, które procedury uznały za dicentryki i zlicza je.

Program, który się uczy

Sieci konwolucyjne mają zdolność do samodoskonalenia.

– *Takie programy nie są czymś zupełnie nowym. Jednak bardzo ważne jest to, że nasz jest darmowy i otwarty. Wychodzimy do środowiska naukowego z wiedomością, że można z niego korzystać. I jest już kilka laboratoriów, które testują pracę z jego pomocą – precyzuje prof. Beata Brzozowska.*

Zespół prof. Brzozowskiej współpracuje z europejską siecią laboratoriów RENE (Running the European Network of Biological and Retrospective Physical Dosimetry), planując kolejne badania. Oprogramowanie w stylu MaksChroms nie służy wyłącznie do wykrywania chromosomów dicentrycznych, ale również, co ważniejsze, do oszacowania dawki w ciele potencjalnie narażonej osoby. Uczenie maszynowe może być używane także do identyfikacji innych istotnych elementów w badaniach dawki promieniowania (dozymetrii biologicznej), takich jak małe dodatkowe jądra komórkowe (*micronuclei*).



UNIwersytet
WARSZAWSKI | SERWIS
NAUKOWY

Artykuł jest częścią cyklu poświęconego badaniom realizowanym na Uniwersytecie Warszawskim.

* Maksymilian Głowacki, Martin Bucher, David Endesfelder, Maria Szola, Adrianna Tartas, Yohei Fujishima, Ursula Oestreicher, Maria Kowalska, Paweł Kotowski, Jan Borkowski, Beata Pszczółkowska-Kępa, Józef Ginter, Andrzej Wojcik, Beata Brzozowska. (2025). MaksChroms: An open-source CNN-based tool for dose prediction based on dicentric chromosome assay. Radiation Physics and Chemistry, 113329, <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2025.113329>