TWOJE pismo o nauce

HISTORIA KOKAINY

FENOMEN GIER LOSOWYCH

OPIEKUŃCZE BEZKRĘGOWCE

WIEDZA I ŻYCIE

CZERWIEC 2025 nr 6 (1086)
CENA 13,99 ZŁ (w tym 8% VAT)
projektpulsar.pl
www.wiz.pl
ukazuje się od 1926 roku

MIÓD – archiwum informacji

ROZBŁYSKI w czarnych dziurach

Czy grad MOŻE ZABIĆ?

SPOWOLNIĆ starzenie się mózgu

GRENLANDIA
W OKOWACH LODU I POLITYKI

INDEKS 38142X
ISSN 0137-8929
9 770137 892502 06>

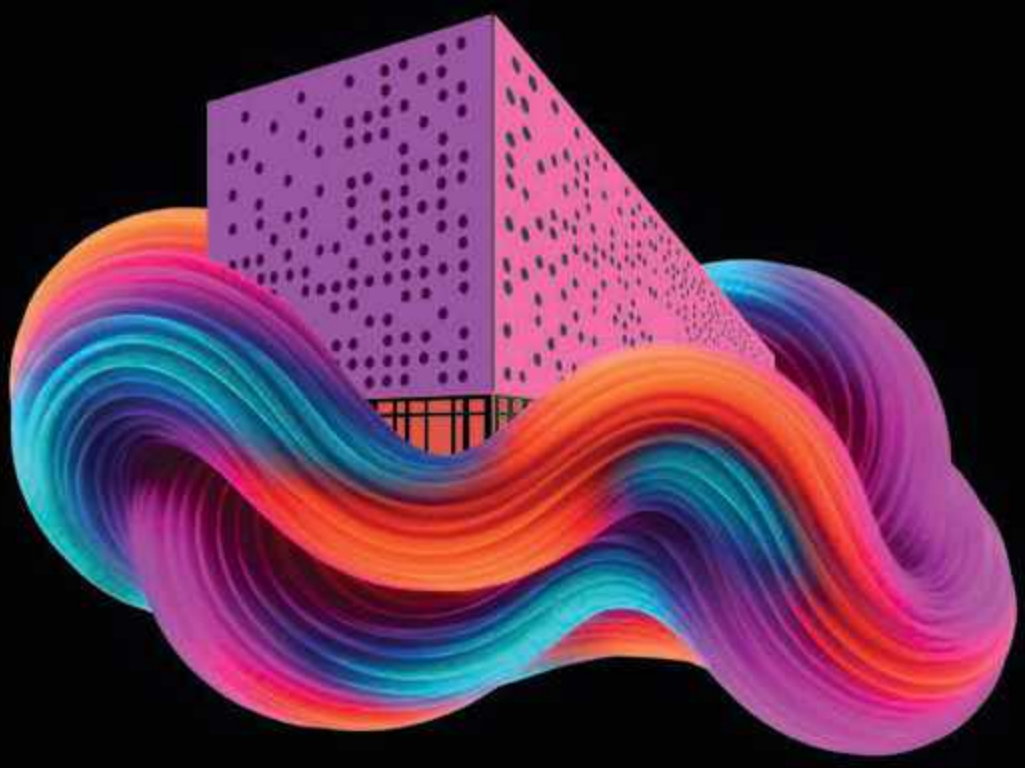
PRZYDATNE W SZKOLE

UPRAWY JUTRA

eprasa.pl c7bd52aca3

AI

TEŻ U NAS STUDIUJE



Politechnika Wrocławska

WIĘCEJ NA: REKRUTACJA.PWR.EDU.PL

CZERWIEC 2025

w numerze

34

GENETYKA

SEKRETY SŁOIKA MIODU

Ewa Nieckuła

Miód jest prawdziwym archiwum szczegółowych informacji o ulu i jego otoczeniu, zgromadzonych przez tysiące pszczół. Do pozyskiwania tych danych używa się zaawansowanych narzędzi genetycznych.

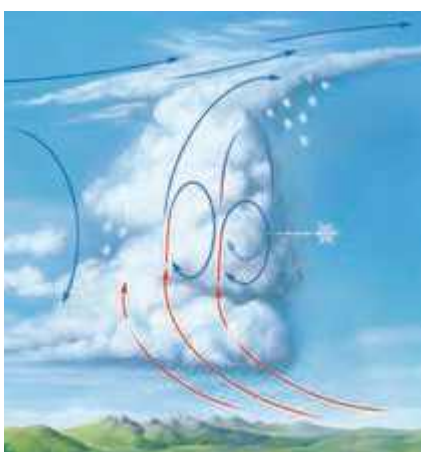
10

MEDYCYNA

KARMA DLA NEURONÓW

Paweł Walewski

Jak spowolnić starzenie mózgu? Czy jakieś suplementy diety lub leki w tym pomagają?



16

POGODA

CZY GRAD MOŻE ZABIĆ?

Andrzej Hołdys

Owszem, gradobicie bywa śmiertelne. Takie przypadki się zdarzały. Nawet dość często.

Obalamy mity
CZY SŁODZIKI DZIAŁAJĄ DIETETYCZNIE?
Katarzyna Kornicka-Garbowska 2

Chichot zza wielkiej wody
W KRAINIE MARZEŃ
Krzysztof Szymborski 3

Sygnały 4

temat miesiąca

Medycyna
KARMA DLA NEURONÓW
Paweł Walewski 10

Pogoda
CZY GRAD MOŻE ZABIĆ?
Andrzej Hołdys 16

Ichtiologia
OBCE RYBY WÓD POLSKICH
Radosław Kożuszek 20

Geografia
GRENLANDIA W OKOWACH LODU I POLITYKI
Andrzej Hołdys 26

Genetyka
SEKRETY SŁOIKA MIODU
Ewa Nieckuła 34

Zoologia
OPIEKUŃCZE BEZKRĘGOWCE
Radosław Kożuszek 40

Chemia
KOKAINA
Mirosław Dworniczak 46

Kosmos
BŁYSKAJĄCA DZIURA
Przemek Berg 52

Historia
FORTUNA KOŁEM SIĘ TOCZY
Kamil Nadolski 56

Środowisko
UPRAWY JUTRA
Justyna Jońca 62

Na końcu języka
MIÓD
Jerzy Bralczyk 70

Uczeni w anegdocie
WIELKI POMINIĘTY
Andrzej Kajetan Wróblewski 71

Nowinki techniczne 72

Laboratorium
ZROZUMIEĆ MIKROORGANIZMY
Paweł Jedynak 74

Głowa do góry
ARES I ANTARES
Weronika Śliwa 76

Książki 78

Trening umysłu
PUZELAND
Marek Penszko 79

Listy czytelników 80

Fot. Shutterstock (2), SPL/Indigo
Okładka: Fot. Shutterstock (2), AKG/Forum, Alamy/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

Drodzy Czytelnicy!

W bieżącym numerze kierujemy wzrok na Grenlandię, będącą ostatnio obiektem politycznych sporów. Ta największa na świecie wyspa ma niesamowitą historię. Przemieszczała się po świecie, miała zupełnie inny klimat i mieszkańców (s. 26). Oprócz tego analizujemy, czy grad może zabić człowieka, jak powstają jego wielkie bryły, jaką mają budowę i którędy przebiegają szlaki gradowe (s. 16). Sprawdzamy, do czego w medycynie przydaje się kokaina, jak zamierzali ją wykorzystać Niemcy podczas II wojny światowej i czy była dodawana do coca-coli (s. 46). Warto też poczytać o tym, czy sami możemy spowolnić starzenie się swojego mózgu (s. 10), o fenomenie gier losowych (s. 56), jak będą wyglądać uprawy jutra (s. 62), skąd pochodzą przodkowie popularnych u nas ryb (s. 20) i które bezkręgowce są troskliwymi rodzicami (s. 40).

Sporo piszemy o miodzie. Dzięki narzędziom do analizy DNA pozyskuje się z niego informacje na temat zdrowia pszczół – są w nim ślady po bakteriach, wirusach i pasożytniczych pajęczakach wywołujących groźną dla pszczół warrozę. Ponieważ gęste włoski pokrywające ciała tych owadów chwytają próbki wszystkiego, czego dotkną, pracowicie wytworzony miód staje się bardzo przydatną kroniką tych kontaktów. Na przykład namierzenie w nim materiału genetycznego wirusów roślinnych oznacza wczesne wykrycie patogenów i pozwala właścicielom upraw relatywnie niewielkim kosztem zażegnać zagrożenie. Badania miodu mogą także uzupełniać tradycyjne techniki monitorowania jakości powietrza i gleby (s. 34). Informujemy też, że od bieżącego wydania „Wiedza i Życie" jest dostępna w ciągłej sprzedaży w każdym sklepie sieci handlowej Lidl w Polsce. W prawie 1000 sklepów tej sieci znajdą Państwo bez trudu nasz miesięcznik na ekspozytorach z prasą. Ponadto już od dziś można zamawiać prenumeratę „Wiedzy i Życia" do paczkomatów InPostu. Szczegóły na s. 81.

Redaktor naczelna dr n. biol. Olga Orzyłowska-Śliwińska

Obalamy **mity**

Czy słodziki działają dietetycznie?

SUBSTYTUTY cukru o zerowej kaloryczności stały się przyczyną rewolucji w przemyśle spożywczym, umożliwiając opracowanie teoretycznie zdrowszych odpowiedników popularnych napojów, które mogły być spożywane bez konsekwencji dla zdrowia przez osoby borykające się z nadmiarem kilogramów. Słodziki miały nawet stać się panaceum na otyłość i cukrzycę. Byliśmy jednak w błędzie. Z biegiem lat wykazano m.in., że ich spożycie negatywnie wpływa na status kardiometaboliczny organizmu, a także powiązano je z przyrostem masy ciała. Jak wykazały eksperymenty na gryzoniach, słodziki ogłupiają mózg, zaburzając jego naturalną reakcję na składniki odżywcze i słodki smak. Z powodu rozbieżności pomiędzy wynikami badań stosowanie słodzików wciąż wzbudza wiele kontrowersji. W 2023 r. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) wydała oświadczenie, że substytuty cukru nie pomagają w redukcji masy ciała.

W przeprowadzonym niedawno badaniu zespół z University of Southern California (USA) pod lupę wziął sukralozę, popularny zamiennik cukru, słodszy od niego niemal 600 razy. W Europie na produktach spożywczych oznacza się ją symbolem E955, a wcześniejsze analizy wykazały jej związek z chorobami metabolicznymi, uszkodzeniami wątroby czy stanem zapalnym. Tym razem eksperyment polegał na porównaniu aktywności mózgu osób w wieku od 18 do 35 lat, które spożywały trzy rodzaje napojów: zwykłą wodę, wodę słodzoną cukrem lub wodę słodzoną sukralozą. O wynikach czytamy na łamach „Nature Metabolism". Skanowanie mózgu metodą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) wykazało, że przepływ krwi do podwzgórza (region mózgu odpowiedzialny za odczuwanie głodu) po spożyciu sukralozy wzrósł niemal o 3%, podczas gdy wypicie zwykłej bądź słodzonej cukrem wody zmniejszyło go o 6% (tłumiąc tym samym uczucie głodu). Słodzik zwiększał apetyt uczestników badań o 20%. Według naukowców ma to związek z molekularnym mechanizmem działania sukralozy, która w przeciwieństwie do zwykłego cukru nie wpływa na gospodarkę hormonalną. Nie pobudza wydzielania insuliny i GLP-1, które przesyłają do mózgu informację o spożyciu posiłku, przez co ten uważa, że organizm wciąż jest głodny. Brak poczucia sytości przy jednoczesnym odczuciu mocno słodkiego smaku dezorientuje mózg, a sukraloza może wykazywać działanie uzależniające.

Analogiczne rozbieżności dotyczą działania innych popularnych słodzików – aspartamu czy acesulfamu K. Część badań wskazuje, że zwiększają uczucie głodu, a inne – że nie wpływają na niego wcale albo go zmniejszają. Warto też wspomnieć o wynikach analiz izraelskich naukowców, opublikowanych w 2022 r. w „Cell". Wykazali oni, że popularne słodziki (w tym sukraloza, stewia i aspartam) wpływają na skład mikrobioty w jelitach, a pośrednio zmieniają też metabolizm glukozy.

Zamiast więc poszukiwać sposobów na bezkaloryczne zaspokojenie pragnienia słodkości, powinniśmy próbować walczyć z apetytem i do minimum ograniczać dosładzanie, tak aby nauczyć się jeść mniej słodkie pokarmy.

dr Katarzyna Kornicka-Garbowska

Fot. Adrianna Śliwińska

eprasa.pl c7bd52aca3

KRZYSZTOF SZYMBORSKI

W krainie marzeń

DLACZEGO sen jest niezbędny dla naszego (i innych zwierząt) zdrowia? Dopóki badacze mózgu nie mogli zajrzeć przez czaszkę do wnętrza głowy i sprawdzić, co się w niej dzieje, gdy przestajemy czuwać, odpowiedzi na to pytanie były dość ogólnikowe: sen jest niezbędny dla mózgu zmęczonego całodziennym myśleniem, by mógł odpocząć, wyprawą do sfery wyzwolonych marzeń lub naturalną, choć tymczasową utratą świadomości. Dziś, rzecz jasna, wiemy o wiele więcej, choć nadal mechanizm rodzenia się snu ma dla neurologów sporo zagadek. Spójrzmy zatem na obecny stan naszej wiedzy o spaniu.

Pierwsze spostrzeżenie, jakie narzuca się laikowi, to fakt, że jeśli uznamy sen po prostu za odpoczynek, to jest to bardzo wyczerpujące nicnierobienie. Samo myślenie jest procesem zarówno psychicznym, jak fizykochemicznym i zużywa energię, pozostawiając w konsekwencji rozmaite produkty odpadowe. Produkty te należy usunąć, aby neurony mogły odzyskać zdolność do ponownego „myślenia". Jeśli w czasie czuwania uszkodzone zostały jakieś ważne komórki nerwowe, to ich regeneracja wymagać może wydzielenia stosownych substancji. Sprzyja temu wstrzymanie intensywnego napływu sygnałów zmysłowych. Usuwanie „spalin" to jednak tylko jeden stosunkowo zrozumiały proces zachodzący w czasie snu w mózgu. W tym samym czasie bowiem nasz podświadomy mózg integruje i wymienia zgromadzone informacje, co w fazie snu zwanej REM skutkować może twórczymi skojarzeniami i odkryciami. Paul McCartney twierdzi np., że swój przebój „Yesterday" skomponował we śnie, a pomysł konstrukcji maszyny do szycia także przytrafił się Eliasowi Howe'owi w stanie sennego zamroczenia.

Najistotniejsze jednak odkrycie dotyczy roli snu w procesie utrwalania pamięci. We wczesnej fazie snu (NREM, zwanej także snem wolnofalowym) mózg przegląda zasoby pamięci krótkotrwałej, zgromadzone w hipokampie, i wybrane jej elementy przesyła do kory mózgowej do miejsc, gdzie funkcjonuje pamięć długotrwała. W ten sposób hipokamp przygotowuje się do nowego dnia. Jak długo musi trwać sen, by wszystkie te zadania zostały wykonane? Wydaje się, że mamy tu do czynienia z jedną z zagadek. Czy mój pies, który potrzebuje 10, a jak niektórzy twierdzą, łącznie ze mną, 12–13 godz. snu, zebrał za dnia więcej ode mnie informacji i dlatego ich selekcja wymaga więcej czasu? Pod względem długości snu nie jest on zresztą rekordzistą. Leniwiec (co, sądząc po jego nazwie, nie powinno nikogo dziwić) śpi ok. 15 godz., a koala nawet od 18 do 22 godz.; 18 godz. snu potrzebuje też lampart. Żyrafom natomiast wystarcza 30 min dziennie, konie sypiają 5–7 godz. (choć mogą to robić na stojąco i na raty po 2 godz., natomiast jeśli chcą osiągnąć fazę REM – co zajmuje im 30 min – muszą się położyć). Słoń zadowala się snem trwającym 3,5 godz. Krowie potrzeba 4 godz., a człowiek śpi nieco krócej niż szympans.

Skoro już mowa o rozmaitych obyczajach sennych różnych zwierząt, to wspomnieć można o kilku, stanowiących pod tym względem pewną osobliwość. Pająk nie zamyka oczu, zatem trudno powiedzieć, czy czuwa, czy śpi. Zapewne czyni i jedno, i drugie, bo musi cały czas uważać, czy mu się jakaś mucha nie zaplątała w pajęczynę. Znawcy pająków twierdzą, że mogą one spać od kilku godzin do kilku miesięcy. Wiele ssaków morskich śpi, nie przerywając pływania – niektóre gatunki delfinów i fok, a także orki i liczne ptaki mają zdolność do zapadania w sen NREM po jednej stronie głowy. Jest to tzw. sen jednopółkulowy, który prawdopodobnie stanowi ewolucyjne przystosowanie do życia w warunkach wysokiego ryzyka ataku drapieżników. Kaszaloty natomiast mogą spać całym mózgiem, pozostając w wodzie w pozycji pionowej. Dobrej nocy!

REKLAMA

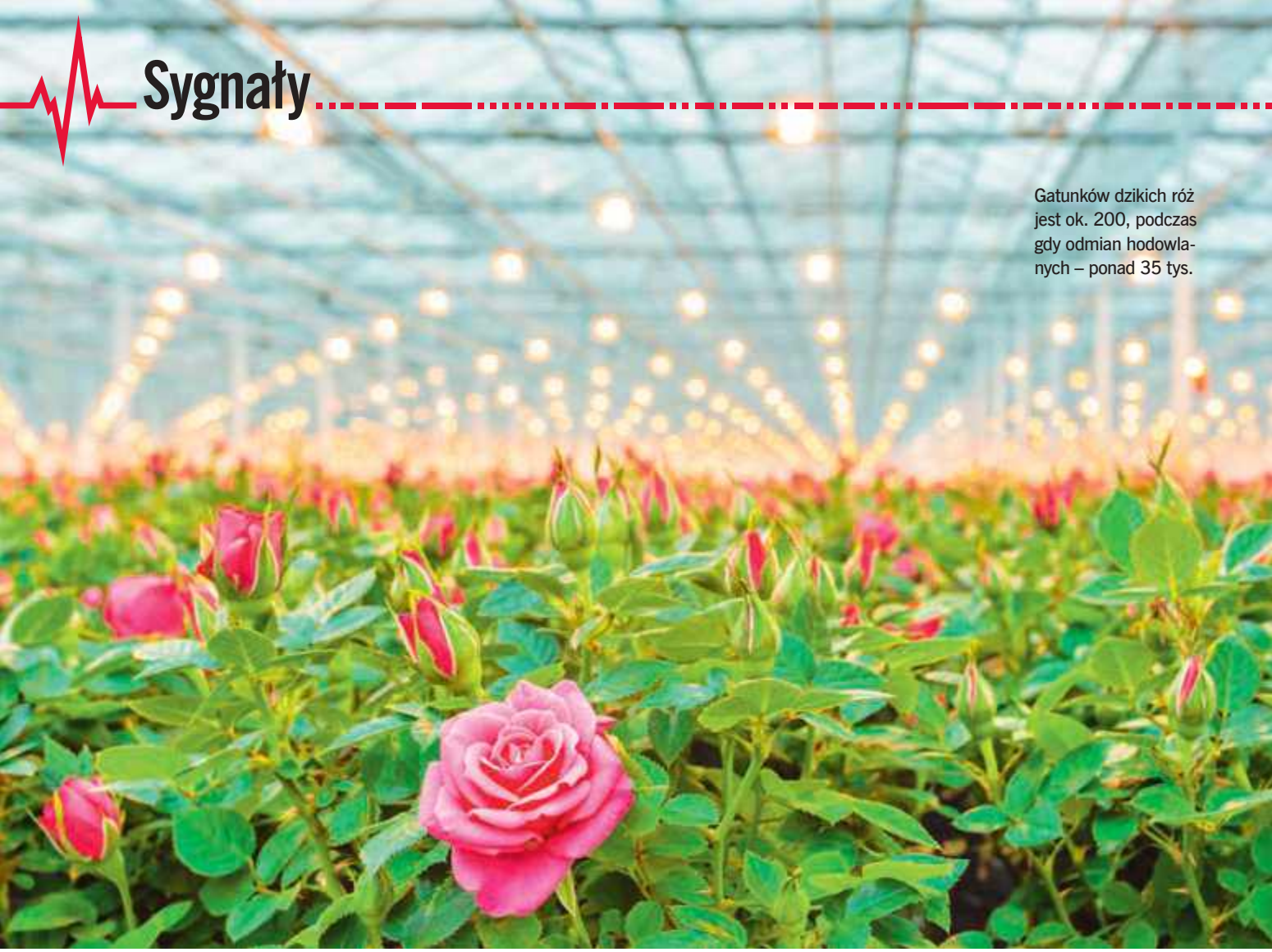
Drodzy Czytelnicy!

Od bieżącego wydania możecie kupić nasz miesięcznik we wszystkich sklepach sieci Lidl.

To prawie 1 000 lokalizacji w całej Polsce.

Zapraszamy po WIEDZĘ i ŻYCIE do Lidla!

eprasa.pl c7bd52aca3



Gatunków dzikich róż jest ok. 200, podczas gdy odmian hodowlanych – ponad 35 tys.

BOTANIKA

PROTOPLASTA WSPÓŁCZESNYCH RÓŻ

Najpewniej była nim skromna roślina o żółtych kwiatach.

Szacuje się, że róże pojawiły się na Ziemi ok. 40 mln lat temu. Najpewniej wywodzą się z kontynentu azjatyckiego, w szczególności z Chin, bo to właśnie tam występuje najwięcej ich gatunków. Z uwagi na efektowny wygląd rośliny te już od starożytności uprawiano jako ozdobne. Owoce niektórych gatunków są jadalne (oraz bogate w witaminę C, K i E), dlatego wykorzystuje się je m.in. do produkcji konfitur, podobnie zresztą jak płatki. Kwiaty znalazły zastosowanie także w przemyśle kosmetycznym (produkcja perfum, olejków i wody różanej) i farmaceutycznym (działanie przeciwzapalne i antyoksydacyjne). Dziś liderami światowej produkcji róż są Indie i Kenia, a w Europie – Niemcy i Holandia. W Polsce róże stanowią ok. 27% uprawianych kwiatów ciętych, większość z nich pochodzi z miejscowości Końskowola.

Obecnie hodowcy skupiają się nie tyle na upiększaniu kwiatów, ile na usprawnieniu metod uprawy, bo zmiany klimatyczne i szkodniki mocno ją utrudniają. Pomóc mają pierwotne dzikie róże, które posiadają geny wysokiej odporności na niekorzystne warunki środowiskowe. Badacze z Beijing Forestry University (Chiny) przeanalizowali DNA ponad 80 tamtejszych gatunków, a o wynikach czytamy w „Nature Plants". Analiza markerów genetycznych pozwoliła prześledzić historię ewolucyjną, geograficzną oraz powiązania między poszczególnymi gatunkami. Współczesne róże oferują bogactwo kolorów i form, mocno odbiegając od wyglądu przodka, bo jak się okazało, wykształcał on żółty skromny kwiat z pojedynczym rzędem płatków i liść złożony z siedmiu listków. Badania potwierdziły też pochodzenie róż – dwie główne ich kolebki znajdują się w północno-zachodnich i południowo-zachodnich Chinach. Poczynione odkrycia mają pomóc w lepszym zrozumieniu historii tych kwiatów i ich ochronie. Zwiększają też szansę na opracowanie innowacyjnych technologii uprawy. **(KKG)**

eprasa.pl c7bd52aca3

GEOFIZYKA

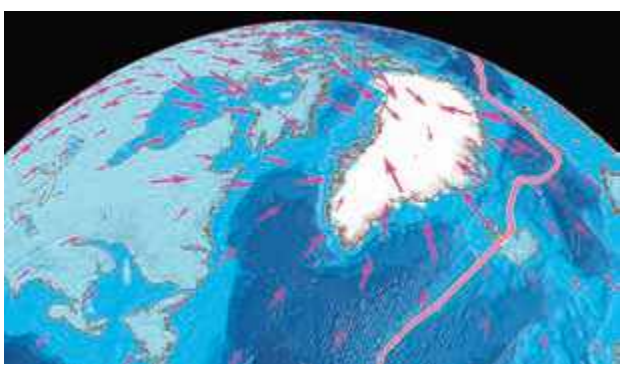
Lód i ryft

Pod koniec plejstocenu, gdy z półkuli północnej ewakuowały się wielkie masy lodu, Islandię zalała lawa, a Ameryka Północna zaczęła się szybciej przemieszczać.

Grzbiet Śródatlantycki to gigantyczny łańcuch wulkaniczny biegnący południkowo po dnie całego Oceanu Atlantyckiego. Powstał w wyniku wylewania się lawy z potężnej szczeliny zwanej ryftem, ciągnącej się w osi grzbietu. Wzdłuż tej struktury, funkcjonującej od ok. 200 mln lat, ziemskie lądy podzieliły się na Stary i Nowy Świat. A ponieważ lawa wciąż płynie, odległość pomiędzy Amerykami z jednej strony a Afryką i Eurazją z drugiej strony wciąż rośnie.

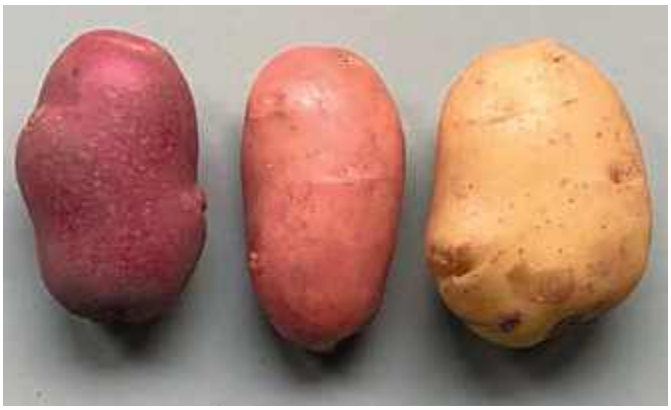
Kiedy kilkanaście tysięcy lat temu na półkuli północnej ruszyło topnienie lądolodów plejstoceńskich, zajmujących łącznie ok. 20 mln km^2, skorupa ziemska zareagowała dość gwałtownie na zniknięcie tak olbrzymiego ciężaru (publikacja w „Nature"). W północnej części Grzbietu Śródatlantyckiego, czyli oddzielającej Europę od Grenlandii, zaczęło się wylewać aż o 40% lawy więcej. Początek wzmożenia wulkanicznego nastąpił jakieś 12 tys. lat temu, trwało ono 6 tys. lat, a skończyło się wraz ze zniknięciem ostatnich skrawków plejstoceńskiego lodu (nie licząc oczywiście Grenlandii i Antarktydy).

Lawa wydostająca się z ryftu atlantyckiego silniej rozpychała na boki starszą, zastygłą już lawę. Wzrosło tempo oddalania się od siebie lądów znajdujących się po obu stronach grzbietu. Północnoamerykańska płyta tektoniczna przyspieszyła wędrówkę o jedną czwartą, a położona na Grzbiecie Śródoceanicznym Islandia weszła w okres bardzo intensywnego wulkanizmu, który jednak nie zagroził ludziom, bo tych wówczas na wyspie nie było. Gdyby dziś doszło do szybkiego stopienia lądolodu Grenlandii, jedną z konsekwencji mogłoby być ponowne przejściowe ożywienie islandzkiego wulkanizmu. Nie byłaby to taka skala jak pod koniec plejstocenu, ale mieszkańcy wyspy silnie by to odczuli. **(HOLD)**



Pod koniec plejstocenu lód znikający z Grenlandii i arktycznej Kanady wpłynął na kierunek wędrówki płyt tektonicznych (strzałki) i przyspieszył rozszerzanie się Grzbietu Śródatlantyckiego (czerwona linia).

Fot. Shutterstock, Tao Yuan and Shijie Zhong, KeyGene



Nowa odmiana ziemniaka (środkowy), opracowana przez firmę KeyGene, powstała przez połączenie skórki Pimpernel (lewy) i miąższu Bintje (prawy).

BIOTECHNOLOGIA

Przeszczep „skóry" u roślin

Pomoże wyhodować odporniejsze odmiany.

W naukach biologicznych chimerą nazywa się organizmy zbudowane z komórek odmiennych genetycznie, a więc posiadających dwa genomy. W przypadku roślin mogą one powstawać na skutek eksperymentów laboratoryjnych lub w naturze w efekcie zaburzeń podziałów komórek w obrębie stożka wzrostu. Czasami są też następstwem szczepienia rośliny, czyli metody rozmnażania służącej do tworzenia szlachetnych odmian. Długo uważano, że zabieg ten da się wykonać tylko u roślin dwuliściennych (m.in. drzew owocowych), bo te posiadają specjalną tkankę – kambium – umożliwiającą akceptację przeszczepu i zagojenie powstałej po nim rany. Do rewolucji doszło kilka lat temu, kiedy badacze opracowali technikę wykonania zabiegu u jednoliściennych. Jest to niezwykle istotne, bo do tej grupy należy wiele znaczących roślin uprawnych, w tym zbóż, bananów czy palm daktylowych. Badacze z University of Cambridge brakujące kambium zastąpili tkanką zarodkową z wnętrza nasion, która zespoliła fragmenty dwóch roślin.

Teraz pracownicy holenderskiej firmy KeyGene donoszą o opracowaniu jeszcze innej metody szczepienia, ale na razie nie zdradzają zbyt wielu szczegółów. Stworzyli dzięki niej nowe odmiany ziemniaków, bakłażanów i pomidorów. Wiadomo, że polega ona na połączeniu skórki (inaczej: epiderma, tkanka okrywająca) i miąższu roślin z dwóch odmian. Według badaczy ten nietypowy przeszczep „skóry" umożliwia tworzenie chimer odpornych na szkodniki i choroby. Za odporność odpowiadają m.in. wytwory skórki zwane trichomami, czyli włoski wydzielające lepkie bądź odstraszające intruzów substancje. Dzięki nowej metodzie z łatwością można tworzyć odmiany posiadające owe struktury. Co ciekawe, jej rezultaty zostały już wykorzystane. W marcu br. holenderska Rada ds. Odmian Roślin umożliwiła rolnikom hodowlę nowej odmiany ziemniaków, która łączy skórkę odmiany Pimpernel z wewnętrznymi warstwami komórkowymi Bintje. **(KKG)**

eprasa.pl c7bd52aca3

Donosy

Ze Skidmore College w USA donosi Krzysztof Szymborski

POSTĘPY TECHNIKI SZPIEGOWSKIEJ

Chińscy inżynierowie skonstruowali kamerę pozwalającą na rozpoznanie rysów twarzy z odległości ponad 100 km. Innymi słowy, może być ona zainstalowana na sztucznych satelitach.

NOWY DIAMENT

Chińskiemu badaczowi Liu Bingbingowi i jego współpracownikom z Jilin University udało się zsyntetyzować nową odmianę diamentu (o heksagonalnej strukturze krystalicznej), która jest o 40% twardsza od pospolitego diamentu.

POSTĘPY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Dwóch kalifornijskich badaczy, posługując się AI, pracuje nad stworzeniem protezy ludzkiego głosu, która będzie przetwarzać fale mózgowe osób pozbawionych zdolności mowy w zrozumiałe słowa.

CIEKŁE ROBOTY

Badacze z Korei Południowej skonstruowali miniaturowe roboty (wielkości ziaren ryżu), które zdolne są zmieniać kształt i konsystencję z twardej na płynną i odwrotnie, dzięki czemu mogą przeciekać przez szpary. Mają one postać bąbelków wody otoczonych warstwą cząstek teflonu, których wzajemne oddziaływania kontrolowane są za pomocą dźwięku.

POCHWAŁA KAPUSTY KISZONEJ

Przeprowadzone w University of California w Davis badania ujawniły, że kapusta kiszona zapobiega stanom zapalnym układu pokarmowego. Zawdzięczamy to bakteriom *Lactiplantibacillus plantarum*, zamieniającym cukry w kwas mlekowy i inne pochodne substancje bioaktywne, których mieszanina jest szczególnie korzystna dla funkcjonowania jelit.

MAPOWANIE MÓZGU

Grupa badaczy z Princeton University i Baylor College of Medicine opracowała dokładną mapę obszaru mózgu myszy, obejmującą 200 tys. komórek nerwowych i 523 mln połączeń między nimi.

FIZYKA

Deszcz źródłem światła?

Naukowcy wykorzystali krople spadającej wody do wytworzenia elektryczności.

Eksperyment przeprowadzono na Uniwersytecie w Singapurze. Wykorzystano w nim znane od dawna zjawisko oddziaływania elektrostatycznego, pojawiające się np. przy pocieraniu jednego ciała o drugie, choćby bursztynu lub ebonitowej laski o kawałek sukna. W wyniku takiego naelektryzowania jedno z ciał uzyskuje ładunek dodatni, a drugie – ujemny. Oddziaływania elektrostatyczne

KYNOLOGIA

IQ szczeniaków

Pomoże przewidzieć ich dojrzałą osobowość.

To nie pierwszy raz, kiedy fińscy naukowcy zgłębiają temat psiej inteligencji. W poprzednim eksperymencie (przeprowadzonym w latach 2016–2022) przebadano aż 2,3 tys. czworonogów w wieku od roku do 8 lat, należących do 13 ras. Specjalne testy „SmartDog" dotyczyły cech poznawczych (m.in. rozwiązywanie problemów, pamięć i uczenie się) oraz zachowania zwierząt (np. kontakt z człowiekiem i analiza jego zachowania). Na podstawie ich wyników określano później poziom inteligencji zwierząt. I tak, na podium stanęły owczarek belgijski, border collie i hovawart. Ocena psiego IQ, choć problematyczna, pomaga zweryfikować, czy zwierzę spełni się w roli społecznej, jaką mu wybraliśmy (np. pies pracujący, sportowiec czy towarzyszący).

Podążając tym tropem, ci sami badacze z Uniwersytetu Helsińskiego postanowili sprawdzić, czy analogiczne testy, ale przeprowadzone u szczeniaków liczących 3–7 mies., mogą być prognostykiem cech osobowości psów w wieku dorosłym. Jest to ważne, bo umożliwi opracowanie zestawu ćwiczeń dostosowanych do charakteru i potrzeb pupila, pomoże zrozumieć jego umiejętności i ograniczenia, a w konsekwencji także zweryfikować oczekiwania wobec niego. Przebadano 300 szczeniaków i powtórzono testy, kiedy psy osiągnęły dorosłość (po upływie od roku do 8 lat). Okazało się, że wyniki pozostawały niezmienne przez lata i były zgodne z zachowaniem i umiejętnościami czworonogów w późniejszym życiu. I tak, młode psy sprawnie reagujące na komendy wydawane ruchem palców najczęściej nie miały problemów z treningiem w dorosłym życiu, a te, które za młodu polegały w znacznej mierze na właścicielu i były mocno do niego przywiązane, wykazywały później strach przed obcymi.

Co ciekawe, poczynione odkrycie koreluje z obserwacjami zachowań ludzi. Choć zdolność do kontroli zachowania i emocji u dzieci poprawia się wraz z wiekiem, to temperament (np. introwertyk kontra ekstrawertyk) najczęściej pozostaje taki sam. **(KKG)**

eprasa.pl c7bd52aca3

można inicjować na różne sposoby, także poprzez dotyk oraz indukcję, czyli zbliżenie naelektryzowanego ciała do innego ciała. Eksperymentatorzy sięgnęli po jeszcze inny sposób wzbudzania elektryczności statycznej. Pojawia się ona również podczas kontaktu płynącej cieczy z niektórymi materiałami. W tym przypadku posłużono się kroplami wody, które przemieszczały się cienkimi rurkami (2 mm średnicy i 32 cm długości) pokrytymi polimerem. Wzbudzonej energii elektrycznej wystarczyło im do zasilenia dwunastu żarówek LED-owych.

Teoretycznie woda może elektryzować niektóre materiały, przemieszczając się po ich powierzchni, tyle że efekt jest wtedy niewielki. Tu przepuszczano ją jednak nie w sposób ciągły, ale małymi porcjami – na tym polega przepływ tłokowy. To dzięki temu pojawiła się elektryczność. Ładunek zbierany był przez druciki łączące górę rurki ze zbiornikiem, do którego skapywała woda. „To może być świetny sposób na wykorzystanie wody deszczowej jako niewielkiego źródła domowej elektryczności" – mówią naukowcy. O eksperymencie czytamy w „ACS Central Science". **(HOLD)**

Woda przepływająca porcjami przez cienkie rurki (przepływ tłokowy) wywoływała efekt elektrostatyczny.

GENETYKA

Język stworzył wielką cywilizację

Mieszkańcy Kartaginy wbrew powszechnemu przekonaniu nie byli potomkami Fenicjan.

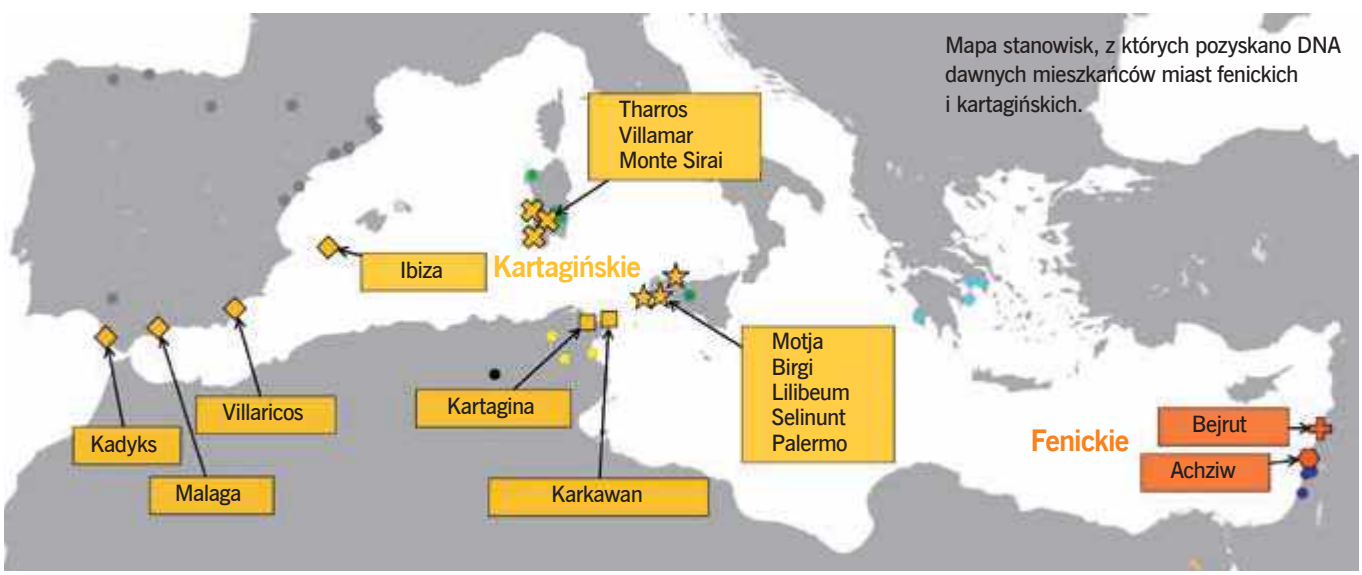
Możemy to przeczytać w każdej książce poświęconej historii starożytnych cywilizacji w basenie Morza Śródziemnego: założycielami i mieszkańcami Kartaginy byli Fenicjanie z Lewantu, którzy do wybrzeży dzisiejszej Tunezji dotarli w IX w. p.n.e.

Następnie Kartagińczycy podporządkowali sobie niemal wszystkie kolonie fenickie w zachodniej części Śródziemnomorza, stając się regionalną potęgą militarną, polityczną i handlową. Wszędzie, gdzie się pojawiali, pozostawiali swoją kulturę, język i religię.

Żeby ustalić, kim byli, zespół genetyków pobrał próbki DNA ze szczątków ludzi, którzy w czasach starożytnych żyli w fenickich miastach i koloniach. Ostatecznie zbadano genomy 210 osób pochowanych w 14 miejscowościach w Lewancie, który był ojczyzną Fenicjan, a także w Afryce Północnej, na Półwyspie Iberyjskim, Sycylii, Sardynii i Ibizie, gdzie przez setki lat działały kolonie kartagińskie, czy też punickie, jak mówili o nich Rzymianie.

Okazało się, że Kartagińczycy nie mieli nic wspólnego z Fenicjanami. Tych pierwszych bowiem cechowało bardzo różne pochodzenie, a przeważali wśród nich rdzenni mieszkańcy Sycylii, wybrzeży i wysp Morza Egejskiego oraz w mniejszym stopniu Afryki Północnej. Było to społeczeństwo kosmopolityczne i mobilne. Mieszkańcy kartagińskich (punickich) kolonii handlowali między sobą na potęgę, często pokonując statkami znaczne dystanse. W tym kotle mieszały się geny ludzi z różnych regionów śródziemnomorskich.

Kartagińczycy przejęli jednak od Fenicjan kulturę, religię i język. „Fenicjanie swoje wpływy rozszerzali nie dzięki masowym migracjom, ale transmisji kulturowej. W ten sposób odmienili całą strefę śródziemnomorską w pierwszym tysiącleciu p.n.e." – mówią naukowcy. Wyniki badań ukazały się w „Nature". **(HOLD)**



Mapa stanowisk, z których pozyskano DNA dawnych mieszkańców miast fenickich i kartagińskich.

Fot. Shutterstock, Adapted from ACS Central Science 2025, DOI: 10.1021/acscentsci.4c02110, © Harald Ringbauer

eprasa.pl c7bd52aca3

Donosy

NOWA ZARAZA?

Ocieplenie klimatu sprawia, że coraz więcej szczątków mamutów spoczywających w wiecznej zmarzlinie, głównie na Syberii, ulega rozmrożeniu. Według WHO uwalniające się z tego materiału wirusy mogą zagrozić ludzkiemu zdrowiu i nawet spowodować pandemię. W odpowiedzi na to zagrożenie przeprowadzona została operacja nazwana „Exercise Polaris", by sprawdzić naszą gotowość w obliczu potencjalnej nowej zarazy. Wzięło w niej udział 350 ekspertów medycznych.

KOBIETA GÓRĄ

Najwyższy zmierzony dotychczas iloraz inteligencji należy do kobiety. Jest nią Amerykanka nazwiskiem (*nomen omen*) Marilyn vos Savant, a jej IQ wynosi 228.

ODWAŻNE RYBY

Spożywamy tak wielkie ilości środków psychotropowych, że sporo ich trafia do rzek. Aby zbadać wpływ takich substancji na ryby, w tym przypadku łososie, szwedzcy badacze eksponowali 279 sztuk narybku w rzece Dal na ściekowe stężenie środka uspokajającego o nazwie klobazam. Okazało się, że do oceanu docierało znacznie więcej „uspokojonych" ryb niż „nerwowych". Ichtiolodzy obawiają się, że w oceanie ich nadmierna pewność siebie narazi je na o wiele poważniejsze niebezpieczeństwa.

PRZYJAZNY ZAPACH

Jak wskazują badania psychologów z Cornell University, panie spotykające się z nieznaną im kobietą już po kilku minutach potrafią na podstawie jej zapachu stwierdzić, czy jest dobrym materiałem na przyjaciółkę. W zasadzie nie muszą jej nawet spotykać – wystarczy powąchanie jej ubrania.

AZYL NAUKOWY

Francuski Université Aix-Marseille zaoferował 15 miejsc pracy dla badaczy poszukujących azylu naukowego. Z USA napłynęło w ciągu miesiąca 300 zgłoszeń.

SZTUCZNA MACICA

Amy Isabel Davidson jest pierwszą w historii Brytyjką, która urodziła się dzięki przeszczepieniu jej matce macicy innej kobiety.

ENTOMOLOGIA

Odwłok jak klatka

Służył antycznemu gatunkowi osy do przetrzymywania ofiar.

Na trop nietypowego owada wpadli badacze z Uniwersytetu w Pekinie, analizując 16 okazów zatopionych w bursztynie z regionu Kachin (Mjanma). Nowo odkrytemu gatunkowi nadano nazwę *Sirenobethylus charybdis* na cześć morskiego potwora opisanego przez Homera w „Odysei". O szczegółach czytamy na łamach „BMC Biology". Okazało się, że owad żył blisko 99 mln lat temu w kredzie, a analizy z wykorzystaniem mikrotomografii komputerowej ujawniły szczegóły jego anatomii. Ku zaskoczeniu badaczy zaokrąglony aparat odwłokowy zaopatrzony był w trzy klapy tworzące nietypową strukturę chwytną podobną do szczęk. Żaden z żyjących obecnie owadów nie posiada analogicznej konstrukcji, a najbliższym współczesnym krewnym wymarłej osy są pasożytnicze błonkoskrzydłe z nadrodziny Chrysidoidea, m.in. osy szmaragdowe. Ich larwy pasożytują na karaluchach, zamieniając je w zombie. Ofiara traci bowiem kontrolę nad swoim zachowaniem i wpada w letarg, stając się inkubatorem potomstwa niszczycielskiego owada, a później jego pokarmem.

Podobnie mogły zachowywać się osy odnalezione w bursztynie, bo wokół ich odwłoka odkryto struktury służące do składania jaj. Co więcej, na jego krawędziach znajdują się włoski (najpewniej czuciowe), sprawiające, że cała struktura przypomina nieco muchołówkę amerykańską – owadożerną roślinę z rodziny rosiczkowatych. Badacze sugerują, że *S. charybdis* najpewniej czekała w ukryciu na potencjalne ofiary (inne latające owady), a kiedy te trafiały do wnętrza pułapki, natychmiast się ona zamykała. Dzięki unieruchomieniu żywiciela można było o wiele łatwiej zdeponować w nim jaja. Badacze jednak podkreślają, że dopóki nie zostaną odnalezione samce, nie można jednoznacznie wnioskować o funkcji nietypowego odwłoka. **(KKG)**

Jeden z okazów *Sirenobethylus charybdis* odnaleziony w Mjanmie

eprasa.pl c7bd52aca3

Ubrany w skóry zwierzęce neandertalczyk wyrusza na łowy uzbrojony w kamienną maczugę (wizja artysty).

PREHISTORIA

Geomagnetyczna zagłada

Za zniknięcie neandertalczyków odpowiada nagłe osłabienie ziemskiego pola magnetycznego. Nas przed zagładą uratowały jaskinie, ubrania i… ochra.

41 tys. lat temu ziemskie bieguny magnetyczne zamieniły się na pewien czas miejscami. Najpierw przez jakieś 500 lat wędrowały w przeciwnych kierunkach, potem przez kolejnych 500 przebywały w tych zmienionych lokalizacjach, a na koniec powróciły na poprzednie miejsca, co zajęło im 250–300 lat. Podczas całego tego epizodu, trwającego blisko dwa tysiąclecia, natężenie ziemskiego pola magnetycznego dramatycznie spadło. Jego wartość nie przekraczała 10% dzisiejszej.

Ten szalony epizod nazwano wycieczką Laschamps od nazwy wychodni skalnych we Francji, gdzie po raz pierwszy natknięto się na ślad po tym zdarzeniu w postaci odwróconego namagnesowania minerałów w skałach. Zniknięcie osłony magnetycznej doprowadziło do zniszczenia warstwy ozonowej, chroniącej życie na lądach przed zabójczym promieniowaniem, i schłodziło klimat na globie, a temu wszystkiemu towarzyszyły nieustanne iluminacje, bo zorze polarne i inne zjawiska świetlne pojawiały się nawet w pobliżu równika.

Autorzy badań (publikacja w „Science Advances") dowodzą, że salto wykonane przez bieguny okazało się wyrokiem śmierci dla neandertalczyków. Mniej więcej w tym samym czasie *Homo sapiens* masowo zaczął osiedlać się w jaskiniach i nosić szyte na miarę ubrania. Odzież chroniła zarówno przed nagłym ochłodzeniem klimatu, jak i oparzeniem słonecznym. Nasi przodkowie zaczęli też pokrywać ciała ochrą, która pełniła funkcję podobną do kremów z filtrem UV. Dzięki temu zyskali przewagę i nigdy już jej nie oddali. **(HOLD)**

Fot. Qiong Wu, Shutterstock, Jamie Farrell/University of Utah

GEOFIZYKA

Superwulkan Yellowstone oddaje gazy

Dopóki to robi, dopóty nie grozi wybuchem.

Ukrywa się pod powierzchnią Parku Narodowego Yellowstone i w ciągu ostatnich 2 mln lat trzykrotnie eksplodował, zasypując zachodnią i południową część Ameryki Północnej ogromną ilością materiałów piroklastycznych. Powtórka takiego scenariusza doprowadziłaby do spustoszeń w promieniu setek kilometrów, a jej skutki odczułaby cała planeta, ponieważ pyły, uniesione do stratosfery i rozwleczone przez wiatry, pochłonęłyby znaczną część promieniowania słonecznego, przejściowo obniżając temperaturę na Ziemi. Dlatego kilkudziesięciu badaczy śledzi stan tego superwulkanu, informując o każdym ruchu skorupy ziemskiej.

Superwulkany nie są podobne do zwykłych wulkanów. To olbrzymie komory stopniowo wypełniające się magmą napływającą z wnętrza globu i zbierającą się blisko jego powierzchni. Raz na jakiś czas, na szczęście dość rzadko, zbiorniki te wylatują w powietrze, gdy nie mogą pomieścić całej magmy. Yellowstone wybuchł po raz ostatni 640 tys. lat temu. Po tej eksplozji pozostała kaldera – wielkie obniżenie o długości 85 km i szerokości 45 km. W jej wnętrzu grunt delikatnie podnosi się i opada. To sygnał, że magma w komorze się przemieszcza.

Ostatnio naukowcy z Yellowstone Volcano Observatory rozstawili w kalderze 650 przenośnych sejsmometrów rejestrujących sztucznie wzbudzane drżenia skał (służą do tego wibratory sejsmiczne) i ustalili, że strop komory magmowej znajduje się na głębokości zaledwie 3,8 km, a nie 7 km, jak sugerowały wcześniejsze badania. Najważniejsze było jednak odkrycie, że w górnej części komory znajduje się niewiele gazów wulkanicznych, które mogłyby doprowadzić do kolejnej detonacji. Na szczęście ulatniają się one na bieżąco za pośrednictwem gejzerów i małych wulkanów błotnych. Wyniki badań ukazały się w „Nature". **(HOLD)**

Wibrator do wzbudzania fal sejsmicznych to ciężki pojazd terenowy ze stalową płytą opuszczaną na grunt i wprawianą w silne drgania

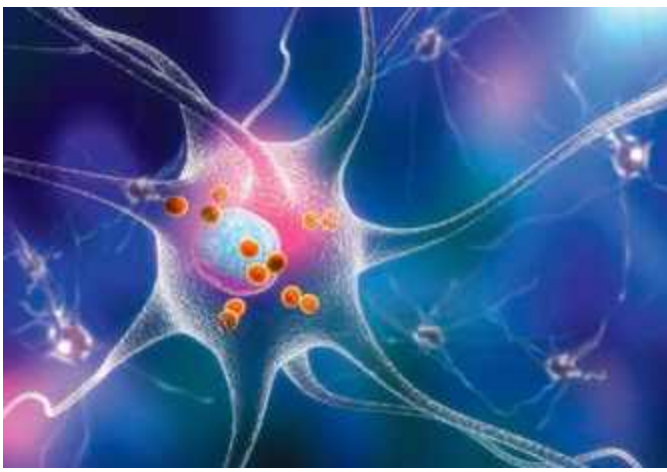
eprasa.pl c7bd52aca3

Kolorowy obraz włókien nerwowych w mózgu, uchwycony na podstawie danych z obrazowania dyfuzyjnego MRI

KARMA DLA NEURONÓW

Jak spowolnić starzenie mózgu? Czy jakieś suplementy diety lub leki w tym pomagają?

PAWEŁ WALEWSKI



Ciała Lewy'ego (czerwone kule) to złogi białek przyspieszające degenerację komórek mózgu

KIEDY ostatnio zapomniałeś, gdzie zostawiłeś klucze? Albo przez dłuższą chwilę próbowałeś przypomnieć sobie nazwisko aktora z filmu, który niedawno oglądałeś? Jeśli masz 40 lat lub więcej, prawdopodobnie westchnąłeś i pomyślałeś: „No tak, to już się zaczyna". Alzheimer? Czyli starość... W zbiorowej wyobraźni oba te pojęcia stały się synonimami – jakby zapominanie nazwisk kolegów z liceum czy tego, gdzie zaparkowałeś samochód, było równoznaczne z rozpoznaniem choroby, która zresztą jest tylko jedną z odmian demencji. Zapytałem kiedyś dr Annę Barczak, wiceprezeskę Polskiego Towarzystwa Alzheimerowskiego, zajmującą się neuropsychologiczną diagnostyką chorób neurozwyrodnieniowych w Państwowym Instytucie Medycznym MSWiA w Warszawie, czy jeśli po otwarciu lodówki nie wiem, co chciałem z niej wyjąć, powinienem zacząć się martwić o swoją pamięć. „Nie! Każdemu to się może przytrafić" – odpowiedziała. A jeśli zapomnę, do czego służy trzymany w ręce klucz? Wtedy jest to raczej efekt tzw. agnozji: „Dość ciekawej choroby o nazwie otępienie semantyczne, znów wcale niezwiązanej z chorobą Alzheimera, lecz będącej jednym z wariantów otępienia skroniowo-czołowego, przy którym traci się znaczenie nazw i przedmiotów". Zdaniem ekspertki kłopoty z odnalezieniem odłożonych gdzieś rzeczy, zapominanie nazwisk lub tego, co jest do zrobienia, nie są typowymi zaburzeniami pamięci charakterystycznymi w chorobie Alzheimera. Bo nie dezorganizują życia, choć doświadczające ich osoby ubolewają, że mają już oznaki otępienia i nadspodziewanie szybko nadeszła starość.

ŚLADY CZASU: ZANIK I SPOWOLNIENIE

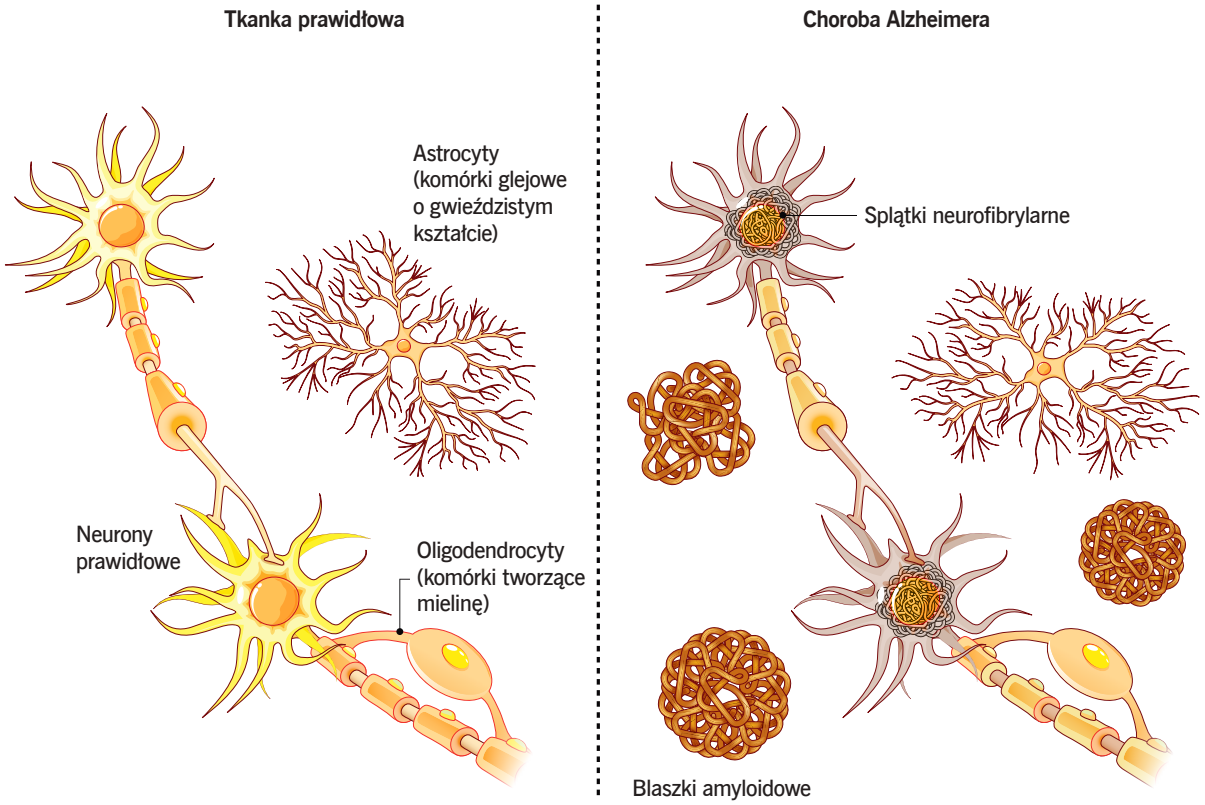
Demencja, owszem, jest przerażającym stanem utraty pamięci, dotykającym coraz więcej osób. Ale to tylko jedna z wielu twarzy starości, wcale nie jej esencja. Istnieją demencje naczyniowe, spowodowane problemami z krążeniem, takie związane z pojawiającymi się w mózgu ciałami Lewy'ego (agregaty białkowe w ciałach neuronów, typowe dla osób z chorobą Parkinsona), które mieszają pamięć z halucynacjami, i jeszcze inne, mniej znane, ale równie podstępne. A co ważniejsze, zapominanie, co chciałeś kupić, albo szukanie w domu okularów nie muszą oznaczać, że neurony są już bardzo stare.

Wyobraź sobie swój mózg jako bibliotekę: w wieku 20 lat wszystko jest na swoim miejscu, książki poukładane alfabetycznie. Po czterdziestce regały nadal są pełne, ale czasem trzeba dłużej szukać tomu na literę S, między R a T. Badania pokazują, że spadek funkcji poznawczych w średnim wieku jest naturalny – i nie każdy, kto gubi wątek w rozmowie, powinien dramatyzować. Może po prostu mózg potrzebuje dłuższej chwili, żeby przewertować katalog zbiorów tej swojej naturalnej biblioteki? Problem polega na tym, że nastawienie społeczne nie pomaga nam spojrzeć na pracę neuronów z tej perspektywy. Media karmią nas apokaliptycznymi wizjami, w których każdy senior to potencjalny pacjent z plakietką alzheimera. W efekcie zaczynamy swoje lapsusy traktować jak zwiastun końca, jakby każde przeziębienie – trzymając się medycznych porównań – miało być równoznaczne z o wiele groźniejszym zapaleniem płuc. Gdybyśmy jednak mogli zajrzeć do wnętrza własnego mózgu i zobaczyć, jak się zmienia z upływem lat, prawdopodobnie proces ten wywarłby na niektórych potężne wrażenie: kurcząca się objętość tkanek, gromadzenie złogów

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c7bd52aca3

Porównanie neuronów w zdrowym mózgu i osoby chorej na alzheimera



amyloidu w przestrzeniach międzykomórkowych, coraz większa gmatwanina splątków neurofibrylarnych wewnątrz neuronów i początkowe oznaki stanu zapalnego... A to wszystko już przed pięćdziesiątką – kiedy wciąż czujemy się młodzi, a przynajmniej próbujemy to sobie wmówić.

Jak tłumaczy Sebastian Dohm-Hansen, doktorant z University College Cork, już w wieku 40 lat hipokamp – rejon mózgu przetwarzający wspomnienia i odpowiedzialny za zapamiętywanie codziennych zdarzeń – zaczyna się szybciej zmieniać. Istota biała, czyli sieć kabli łączących różne obszary ośrodkowego układu nerwowego, traci objętość, co spowalnia przetwarzanie informacji. „To tak, jakby wewnętrzny internet przeszedł z systemu 5G na analogowe wybieranie numerów na klawiaturze" – mówi Dohm-Hansen. Do tego dochodzi akumulacja w komórkach uszkodzeń wskutek stresu oksydacyjnego (reaktywne formy tlenu), co utrudnia funkcjonowanie hipokampowi. Dlaczego to się dzieje akurat w średnim wieku? Bo wtedy, jak mówi z kolei Terrie Moffitt, profesorka psychologii i neurobiologii z Duke University, mózg wchodzi w taki etap rozwoju, kiedy zaczynają na nim odciskać piętno nasze decyzje dotyczące stylu życia. Jedni trwają w nałogach palenia papierosów i nadmiernego picia alkoholu, niezdrowo się odżywiają, nie lubią wysiłku fizycznego – i tych złych nawyków nawet nie próbują porzucić. Inni w tym samym czasie regularnie ćwiczą, stosują właściwą dietę i nie tykają używek.

„Wiek średni to czas, kiedy możesz zainwestować w swoje zdrowie na przyszłe lata – albo na całej linii je zawalić" – twierdzi prof. Moffitt. Taka profilaktyka dotyczy nie tylko serca, wątroby czy nerek, ale także mózgu. W przeciwieństwie do innych narządów wewnętrznych, które kontrolujemy na bieżąco poprzez ocenę ich parametrów w badaniach laboratoryjnych, mózg nie bywa poddawany takiej regularnej diagnostyce, bo nie ma łatwo dostępnych wskaźników, które ostrzegałyby przed szybszą utratą funkcji poznawczych, zwłaszcza u palaczy tytoniu, miłośników narkotyków czy osób pracujących w szkodliwym środowisku (np. zatrutym ołowiem).

TRENING: URUCHOM SZARE KOMÓRKI

Neurolodzy są zgodni: aby spowolnić starzenie mózgu i cieszyć się sprawnym umysłem do późnej starości, najlepiej byłoby łączyć różnorodne aktywności. „Nauka języków obcych, rozwiązywanie łamigłówek, ciągła edukacja i bogate życie towarzyskie to filary budowania rezerwy kognitywnej" – wylicza prof. Jarosław Sławek, wiceprezes Polskiego Towarzystwa Neurologicznego. Rezerwa kognitywna to zdolność mózgu do radzenia sobie z uszkodzeniami i zmianami związanymi z wiekiem, chorobami neurodegeneracyjnymi oraz mikrourazami. Można ją porównać do zapasowego magazynu energii intelektualnej, który pozwala

eprasa.pl c7bd52aca3

utrzymać sprawność umysłową nawet wtedy, gdy neurony zaczynają zanikać. Buduje się ją przez całe życie poprzez aktywność umysłową, edukację i bogate doświadczenia społeczne. Z wiekiem jednak rezerwa maleje, ponieważ naturalne procesy starzenia, takie jak spadek liczby połączeń nerwowych oraz zmniejszona plastyczność mózgu (neuroplastyczność to m.in. tworzenie nowych połączeń neuronalnych), ograniczają zdolność do adaptacji.

Współczesna nauka szuka sposobów, by ten proces spowolnić i przedłużyć sprawność intelektualną, ale to wcale nie jest takie proste. Owszem, większość ekspertów jest zgodna, że wyzwania lingwistyczne – czyli nauka języków obcych – silnie stymulują nowe połączenia neuronalne, co przekłada się na zwiększenie elastyczności umysłu, ale już w kwestii rozwiązywania krzyżówek jako metody na opóźnianie starzenia ci sami naukowcy są mocno podzieleni. Bo zasadniczo działa się tu odtwórczo – przy pierwszych pięciu wysilamy szare komórki, ale potem hasła się powtarzają. Za to tzw. jolki są dobre, gra w scrabble jest świetna, sudoku też – wszystko, przy czym trzeba kombinować. Przed starzeniem mózgu chronią nas bowiem tylko nowe zadania, nieznane bodźce i coraz trudniejsze wyzwania umysłowe. Dlatego od oglądania seriali lepsze będą lektura, rozwijanie twórczych zainteresowań i hobby, podróże, odwiedzanie wystaw i muzeów, no i wspomniana już nauka nowego języka. Nawet proste zagadki intelektualne wymagają logicznego myślenia, co stymuluje różne obszary mózgu, pomaga zachować ostrość umysłu i przeciwdziała jego degeneracji. Kluczem jest konfrontacja z nowymi bodźcami. Proces uczenia pobudza neurogenezę – powstawanie nowych komórek nerwowych – co okazuje się szczególnie istotne w średnim wieku, gdy naturalna regeneracja słabnie. W efekcie osoby, które nie przestają się uczyć, lepiej radzą sobie z codziennymi zadaniami nawet po siedemdziesiątce.

Prof. Sławek dorzuca coś jeszcze: „Człowiek jest istotą społeczną, a relacje międzyludzkie mają ogromny wpływ na zdrowie mózgu. Nawiązywanie i podtrzymywanie kontaktów towarzyskich angażuje umiejętności komunikacyjne, empatię i pamięć kontekstową, co również wzmacnia rezerwę kognitywną". Izolacja przyspiesza starzenie i jest to czynnik ryzyka otępienia. Oto, co na ten temat miał do powiedzenia znany neurobiolog prof. Jerzy Vetulani w jednej ze swoich książek, zatytułowanej „Mózg – fascynacje, problemy, tajemnice": „Ponieważ jesteśmy tak młodzi, jak młody i plastyczny jest nasz mózg, powinniśmy dbać o to, aby plastyczność mózgu utrzymywać. To właśnie gwałtowny wzrost śmiertelności mężczyzn w wieku 66–68 lat jest w dużej mierze skutkiem zaniechania wysiłku intelektualnego i zubożenia środowiska, w którym się przebywa po przejściu na emeryturę". Co ciekawe, o warunki do rozwoju tej plastyczności neuronalnej należy dbać przez całe życie – od dzieciństwa. A zatem bezpośredni kontakt z dziećmi, czytanie im i wspólna zabawa mają decydujące znaczenie dla ich późniejszego rozwoju.

Z białka prekursorowego beta-amyloidu (zakotwiczonego w błonie komórkowej) powstają toksyczne złogi (żółte). To kluczowy proces w chorobie Alzheimera.

Fot. Shutterstock (2)

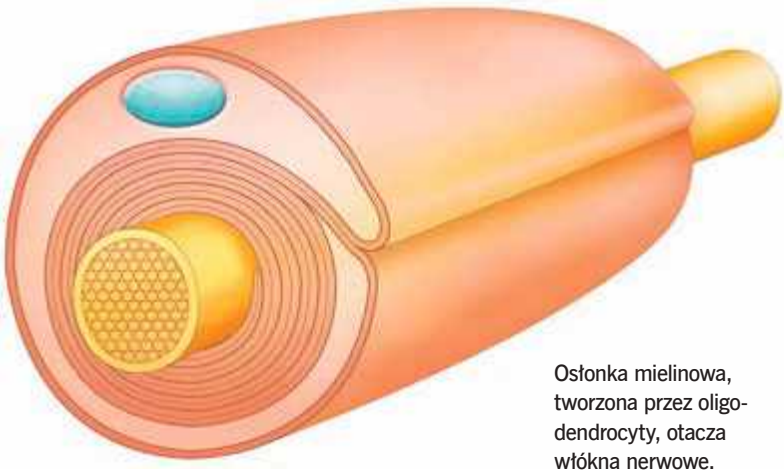
PODKRĘCANIE MÓZGU: OD SPACERU DO PLACEBO

„W miarę jak upływają dekady, nasza plastyczność neuronalna maleje, a uszkodzenia wywołane przez stres oksydacyjny i stany zapalne zaczynają zbierać swoje żniwo" – ostrzega prof. Jarosław Sławek. Na poziomie komórkowym proces ten przypomina powolne, ale nieubłagane rozsypywanie się misternej konstrukcji, która do tej pory radziła sobie całkiem dobrze z bodźcami i emocjami. Im gorszy styl życia, tym procesy te postępują szybciej. Dobra wiadomość jest taka, że nie musimy bezradnie przyglądać się uwiądowi. Zła – że nie ma magicznej pigułki na poprawę kondycji mózgu (przynajmniej w takim zakresie, jaki byłby pożądany bez innych aktywności i wysiłku z naszej strony).

Najlepszym sposobem na utrzymanie zdrowia mózgu jest zdrowe serce – powiadają lekarze, bo te dwa organy są w silnej symbiozie: co szkodzi jednemu, szkodzi drugiemu. Zatkane tętnice w sercu? Mózg dostaje wtedy mniej tlenu. Wysokie ciśnienie, cukrzyca, cholesterol? To samo. Dlatego wskazówki kardiologów są podobne do zaleceń powtarzanych jak mantra przez neurologów: ruszaj się, zdrowo się odżywiaj, odstaw używki. Badania pokazują, że regularne ćwiczenia – choćby szybki spacer – poprawiają przepływ krwi do mózgu, a zdrowa dieta, jak śródziemnomorska, może obniżyć ryzyko zaburzeń poznawczych o 11–30%. Do tego kontrolowanie poziomu cholesterolu, cukru we krwi i jej ciśnienia. A oto krótkie wytłumaczenie tych zależności: wysiłek aerobowy zwiększa poziom neurotrofiny BDNF, czyli białka wydłużającego żywotność i wspomagającego wzrost neuronów. Z kolei dieta bogata w kwasy tłuszczowe omega-3 i antyoksydanty działa neuroprotekcyjnie, zmniejszając stany zapalne, które są jednym z głównych winowajców neurodegeneracji.

I jeszcze sen – kolejny czynnik mogący spowolnić starzenie komórek mózgowych. 8 godz. na dobę brzmi jak marzenie dla zapracowanych, ale skrócenie snu to prosta droga nie tylko do powszechnych schorzeń jak cukrzyca, otyłość i nadciśnienie.

eprasa.pl c7bd52aca3



Osłonka mielinowa, tworzona przez oligodendrocyty, otacza włókna nerwowe.

Funkcje poznawcze, wskazujące na prawidłową pracę mózgu, np. koncentracja uwagi i czas reakcji, są również zagrożone, gdy nie śpimy wystarczająco długo. „Nie dziwi mnie, że nasza recepta w sprawie ochrony przed demencją jest taka sama jak ta, którą wydają kardiolodzy w celu zapobiegania zawałom serca" – mówi prof. Sławek. Wiadomo od dawna, że przestrzeganie tych zaleceń poprawia funkcje poznawcze. Ale jak wpływa to na istotę białą tkanki mózgowej, która z wiekiem kurczy się i zmienia swoją strukturę (co podnosi ryzyko demencji), choć jest kluczowa w uczeniu się i działaniu pamięci? Zespół Tianzhou Ma z University of Maryland podjął się odpowiedzi na to pytanie i zbadał wpływ zdrowego stylu życia oraz diety właśnie tylko na istotę białą mózgu. W tym celu przeanalizował dane MRI niemal 19 tys. osób w wieku od 40 do 69 lat. Naukowcy wykazali, że osoby trzymające się dobrych nawyków miały „młodsze" mózgi – wiązało się to z istotą białą młodszą o 113 dni.

Ale co z osobami, które nie chcą czekać na efekty spacerów i zdrowej diety? W Dolinie Krzemowej, gdzie ludzie wierzą, że mogą przechytrzyć naturę, moda na leki określane mianem *smart drugs* i nootropy kwitnie od kilkunastu lat. Pigułki na koncentrację i pamięć są traktowane jak viagra dla mózgu i przeciążeni obowiązkami pracownicy sięgają po nie chętniej niż po napoje energetyczne. Producenci preparatów takich jak Alpha Brain, Modafinil, Concerta, Ritalin czy Adderall – często kupowanych online bez recepty – obiecują wiele, ale ponieważ są to leki stosowane w konkretnych wskazaniach neurologicznych i psychiatrycznych, mają działania niepożądane i skutki uboczne. Zwłaszcza ujawniające się wtedy, gdy ktoś przyjmuje je na własną rękę, bez kontaktu z lekarzem i w dawkach zupełnie niezgodnych z zaleceniami.

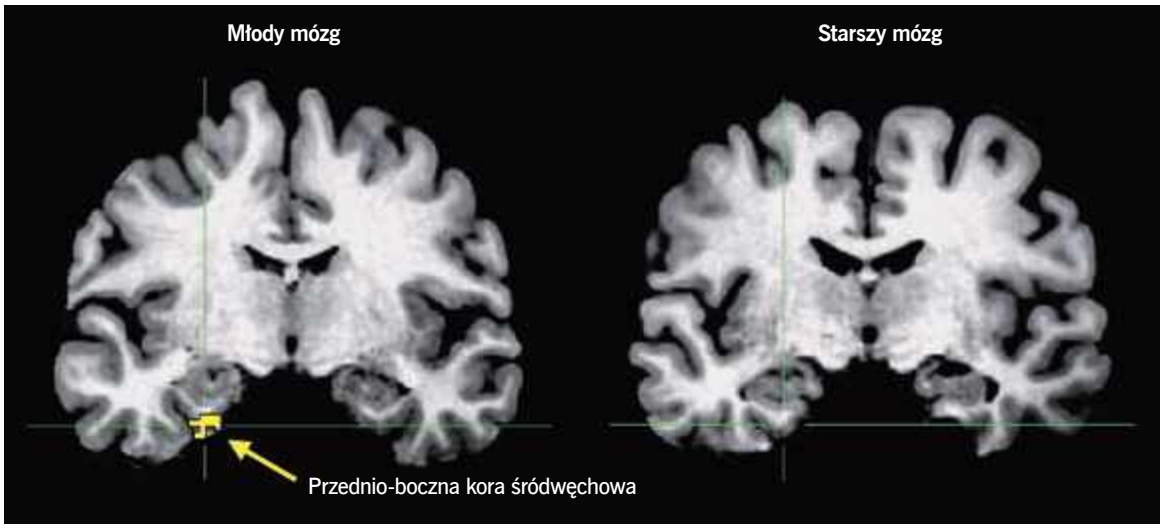
„Nootropia" wywodzi się z dwóch greckich słów – *noo/tropia*, które w wolnym tłumaczeniu oznaczają „w kierunku umysłu". Ktoś uznał, że neurony można dożywiać takimi specyfikami, które podobno działają jak filiżanka mocnej kawy na zbyt leniwe serce. Pionierem wśród tych środków był w latach 60. XX w. piracetam, do którego odkrycia doszło przypadkowo, podczas prac nad nowymi pigułkami na sen. W 1964 r. zespół pod kierunkiem dr. Corneliu E. Giurgea zsyntetyzował w Belgii ten chemiczny związek i przez pewien czas był on traktowany jako lek poprawiający spostrzegawczość, myślenie oraz koncentrację. Ale w dalszych badaniach zawiódł i dziś dla neurologów nie ma znaczenia. Mimo to w internecie wciąż można go zdobyć z pokątnych źródeł lub sklepów prowadzących sprzedaż suplementów diety (sic!). Jeśli chodzi o suplementy diety – np. z miłorzębem japońskim lub żeń-szeniem – to reklamy wprawdzie zachwalają ich właściwości, ale badania są na ogół małe i prowadzone w krótkich okresach, więc wciąż brakuje przekonujących dowodów, że przyjmowanie takich środków w dłuższej perspektywie coś daje. Konsumenci nie mogą być pewni, gdzie kończy się nauka, a zaczyna marketing.

Jeśli wczytać się w linię obrony wytwórców tego rodzaju preparatów, którzy w prywatnych laboratoriach „składają" nootropy z roślin i pojedynczych związków chemicznych, ich argumenty wymierzone są głównie w przemysł farmaceutyczny. Po prostu panuje przekonanie, że to, co pochodzi z natury lub zawiera niewielką domieszkę syntetycznych składników, nie może zaszkodzić – ale wniosek ten jest całkowicie nieuprawniony, bo jeśli coś ma wywołać w organizmie jakiś efekt, to zazwyczaj działa wielokierunkowo. Dlatego zażywanie wspomnianego piracetamu, choć nie jest on trucizną, u części ekspertów wzbudza spory krytycyzm: może bowiem powodować niepokój, spadki ciśnienia, problemy z tarczycą. „Nawet roślinne specyfiki oddziałujące na neuroprzekaźniki w mózgu mogą skutkować rozwinięciem psychozy, która nigdy by się nie ujawniła bez zażycia takiego środka" – ostrzegają psychiatrzy. Każdy zareaguje inaczej i nie można przewidzieć jak.

LEKI I GENY: CO MÓWI NAUKA?

W marcu 2025 r. „Science Advances" przedstawiło bardziej naukowe podejście do tego zagadnienia. Zespół dr. Zhengxing Huanga z Uniwersytetu Zhejiang zidentyfikował siedem genów – *MAPT*, *TNFSF12*, *GZMB*, *SIRPB1*, *GNLY*, *NMB* i *C1RL* – które przyspieszają starzenie się mózgu. Uczeni przekazali optymistyczną wiadomość: 13 leków i suplementów może ich działanie osłabić. Lista jest jednak zaskakująca, bo znajdują się na niej specyfiki o różnym charakterze i trudno dla nich znaleźć wspólny mianownik. To m.in. hydrokortyzon, testosteron, witamina D, kwasy omega-3, diklofenak (niesteroidowy lek przeciwzapalny), dazatynib (lek na przewlekłą białaczkę szpikową), estradiol (stosowany w hormonalnej terapii zastępczej) czy mekamylamina (obniża ciśnienie krwi). Pozostałe związki i preparaty to: nikotyna (tak, tak!), prasteron (łagodzi ból pochwy podczas seksu w okresie menopauzy), suplementy kwercetyny i resweratrolu, syrolimus (stosowany w celu osłabienia układu odpornościowego po przeszczepieniu nerki). *À propos* przeszczepów: amerykańskie Narodowe Instytuty Zdrowia finansują obecnie badania sprawdzające, czy rapamycyna,

eprasa.pl c7bd52aca3



Młody i starszy mózg – widać zanikanie przednio-bocznej kory śródwęchowej, jednego z pierwszych obszarów dotkniętych chorobą Alzheimera.

stosowana w celu zapobiegania odrzuceniu narządu u pacjentów po przeszczepach, przedłuża życie psów.

To musi wybrzmieć wyraźnie: w przypadku wymienionych na liście leków nie udowodniono odmładzającego działania ani nikt nie wykazał, że mają bezpośredni wpływ na spowolnienie starzenia neuronów! Wskazano na ich pośrednie funkcje osłabiające aktywność genów, które mogą odgrywać pewną rolę w tym procesie. Ale do jakiego stopnia są w tym skuteczne? To, że masz określony profil genetyczny, nie oznacza, że geny zawsze będą odgrywać rolę – przestrzegają genetycy. Geny mogą być wyciszane lub włączane przez różne czynniki związane ze stylem życia i środowiskiem; jest to jednak sprawa wysoce indywidualna.

I można byłoby poprzestać na tym spostrzeżeniu, gdyby nie opublikowana na początku marca br. w czasopiśmie „Science Advances" praca, w której profesor neurologii Dena Dubal z University of California w San Francisco podzieliła się odkryciem genu odmładzającego mózgi samic myszy. Ale występuje on również u ludzi i jej zespół wyjaśnił, dlaczego dzięki niemu kobiety mają na starość lepszą pamięć i są sprawniejsze poznawczo niż mężczyźni w tym samym wieku. To, że mózgi żeńskie starzeją się wolniej niż męskie, potwierdzają dowody metaboliczne, epigenetyczne (zmiany epigenetyczne polegają m.in. na dołączaniu do DNA specyficznych grup chemicznych, kod się nie zmienia) oraz testy kognitywne. Gwarantem tego jest odkryty właśnie gen *Plp1*, związany z chromosomem X, który aktywuje się w starzejących się mózgach kobiet, gdzie wspiera produkcję mieliny (wytwarzanej przez oligodendrocyty owijające się wokół komórek nerwowych; jej obecność przyspiesza przepływ informacji przez neurony) oraz poprawia funkcje poznawcze. W eksperymentach na myszach terapia genowa z wprowadzeniem do organizmu genu *Plp1* odmłodziła hipokamp samców, przywracając im pamięć, natomiast u samic dodatkowo ją wzmocniła. Odkrycie to sugeruje, że poprzez aktywację białka (uruchomienie syntezy) będącego produktem jednego genu można by przeciwdziałać pogorszeniu funkcji mózgu w starszym wieku u obu płci.

To ekscytujący krok naprzód, ale potrzebne są dalsze badania, aby potwierdzić skuteczność i bezpieczeństwo takiej terapii u ludzi. Prawdopodobnie przełom w jej zastosowaniu nie nastąpi w ciągu roku ani dwóch lat, wróćmy zatem z laboratoriów do rzeczywistości – tej, w której my sami albo nasi najbliżsi muszą borykać się z objawami starzejącego się mózgu. „Wiele badań pokazało w ostatnich latach, że na jego kondycję pracujemy od najmłodszych lat" – przypomina prof. Sławek, podkreślając, że w takim ogólnym zaleceniu tkwi cała prawda o wysokim skomplikowaniu pracy tego narządu. Bo gdyby był to prosty mechanizm – zbiór komórek połączonych w sieć, który można nakręcać jak zegar ścienny – to farmakolodzy już dawno mieliby w odwodzie jakieś lekarstwo, które by tak działało. „A ponieważ starzenie się neuronów jest wieloczynnikowe, musimy opierać się na profilaktyce" – podsumowuje mój rozmówca. Większość ludzi nie traktuje poważnie tych sugestii – bo co ma sałata na talerzu i aktywność fizyczna do szarych komórek? „Ale to bardzo ważne: rzucić palenie, nie przesadzać z alkoholem i się ruszać. Trzy podstawowe rzeczy, które możemy zrobić dzisiaj bez czekania na cudowny lek".

Korzeniowi żeń-szenia przypisuje się w medycynie azjatyckiej poprawę koncentracji i pamięci.

Fot. Shutterstock (2), Zachariah Reagh

Paweł Walewski
Publicysta „Polityki".
Zawód lekarza zamienił na dziennikarstwo i od ponad 25 lat zajmuje się w mediach popularyzacją tematyki medycznej i zdrowotnej.

eprasa.pl c7bd52aca3

CZY GRAD MOŻE ZABIĆ?

Owszem, gradobicie bywa śmiertelne. Takie przypadki się zdarzały. Nawet dość często.

ANDRZEJ HOŁDYS

W 2002 r. w ośmiomilionowym chińskim mieście Zhengzhou, stolicy prowincji Henan, leżącej w centrum kraju, spadł grad wielkości kurzych jajek. Siedem osób zostało zabitych, kilkadziesiąt trafiło do szpitali z poważnymi ranami głowy. O wiele tragiczniejsze było gradobicie w stanie Gopalganj w Bangladeszu w 1986 r. Grudy lodu wielkości pomarańczy uśmierciły wówczas aż 92 osoby. W 1932 r. w Chinach grad zabił ponad 200 ludzi. W Rumunii w 1928 r. lodowego bombardowania nie przeżyło 6 osób. W 1888 r. w Moradabadzie w stanie Uttar Pradeś na północy Indii grad zabił 246 mieszkańców...

Zdumiewającą i tragiczną historię z odległej przeszłości zrekonstruowali archeolodzy prowadzący badania w indyjskiej części Himalajów. W 1942 r. wokół niewielkiego jeziorka Roopkund, leżącego na wysokości 5000 m n.p.m., znaleziono setki szkieletów. Trwała II wojna światowa i Brytyjczycy sądzili, że są to szczątki japońskich żołnierzy, którzy zmarli, przedzierając się przez najwyższe góry świata z zamiarem

Już grad rozmiarów piłki do baseballa może zabić człowieka, jeśli opadowi towarzyszy silny wiatr.

eprasa.pl c7bd52aca3

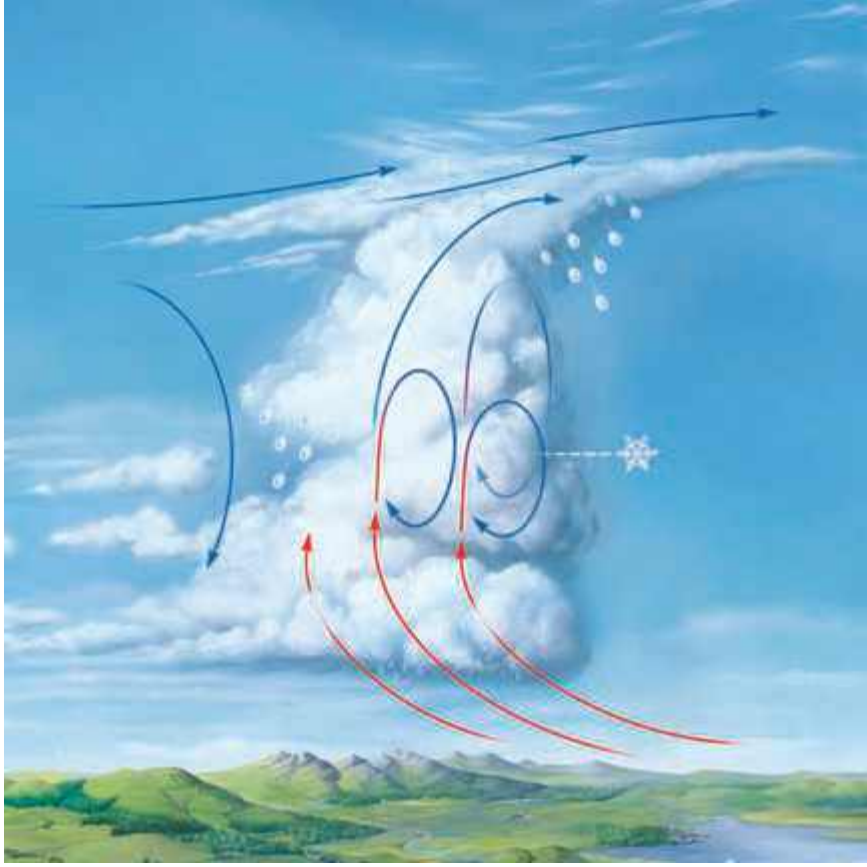
znalezienia drogi z Tybetu do Indii. Wysłana na miejsce ekspedycja stwierdziła, że kości są znacznie starsze. Zagadka Jeziora Szkieletów, jak potocznie określa się zbiornik, została rozwiązana dopiero po ponad 60 latach: niemal wszystkie ofiary miały na czaszkach okrągłe głębokie pęknięcia. Były to ślady po uderzeniach gradu – oznajmili naukowcy. Śmierć zatem przyszła z nieba. Datowania wykonane w 2004 r. wykazały, że stało się to w połowie IX w. Prawie 1200 lat po tym wydarzeniu doskonale zachowane szkielety ofiar tamtego naturalnego bombardowania wciąż znajdują się nad jeziorem.

OLBRZYMY Z NIEBA

W trochę bliższych nam czasach, w 1360 r., w trakcie wydarzeń nazwanych czarnym poniedziałkiem, około tysiąca angielskich rycerzy zginęło od gradu, który spadł na nich pod Chartres we Francji. Wydarzenie uznano za znak od Boga. Wkrótce angielski król Edward III, który rok wcześniej dokonał inwazji na Francję, podpisał rozejm. W greckiej miejscowości Siatista w wyniku gradobicia 13 lipca 1930 r. zginęły 22 osoby.

Jak duży musi być grad, aby zabić człowieka? Wystarczy taki o średnicy 7–8 cm, jeśli gradobiciu towarzyszyć będzie silny wiatr. Tak zdarzyło się w Zhengzhou. Zwykle jednak zabójcze są dopiero grudy rozmiarów niedużej pomarańczy, lecące z prędkością ponad 100 km/h. Niektóre mogą ważyć nawet 0,5 kg. Na szczęście takie olbrzymy spadają bardzo rzadko. Ale zdarzają się też naprawdę gigantyczne bryły. We wrześniu 1970 r. w amerykańskim stanie Kansas znaleziono po burzy gradzinę ważącą 1,5 kg. W 1925 r. lodowy pocisk o długości 24 cm i średnicy 12 cm przebił dach i wylądował w środku domu w miejscowości Heidgraben pod Hamburgiem. W 2010 r. bomby lodowe o średnicy ponad 20 cm dokonały wielu zniszczeń w miejscowości Vivian w amerykańskim stanie Dakota Południowa. Bryły podobnych rozmiarów zaobserwowano w październiku 2020 r. podczas potężnej burzy w Trypolisie w Libii.

Zwykle jednak średnica lodowych bryłek nie przekracza 3–4 cm. Dolna granica dla gradu wynosi 5 mm, mniejszy opad nazywa się deszczem lodowym lub krupą lodową (ta składa się z charakterystycznych białych i nieprzezroczystych ziarenek). Skąd w ogóle bierze się grad? Tylko jedna chmura może go wyprodukować – *cumulonimbus*. To znana nam dobrze chmura burzowa, z którą poza piorunami związane są też inne groźne zjawiska pogodowe: szkwały, nawałnice, trąby powietrzne i tornada. W każdym razie tam, gdzie słychać grzmoty i widać błyskawice, zawsze może spaść grad.



Chmura burzowa *cumulonimbus* z prądami wstępującymi (czerwone strzałki) i zstępującymi, które porywają drobiny lodu i powiększają je do bryłek gradu.

Nieregularna bryła gradu uformowana wewnątrz *cumulonimbusa* z drobin lodu oraz przylegających do siebie przechłodzonych kropli wody

Jezioro Roopkund w Himalajach z kośćmi ludzi, którzy prawdopodobnie zostali zabici przez grad.

Fot. Shutterstock (2), SPL/Indigo (2)

eprasa.pl c7bd52aca3

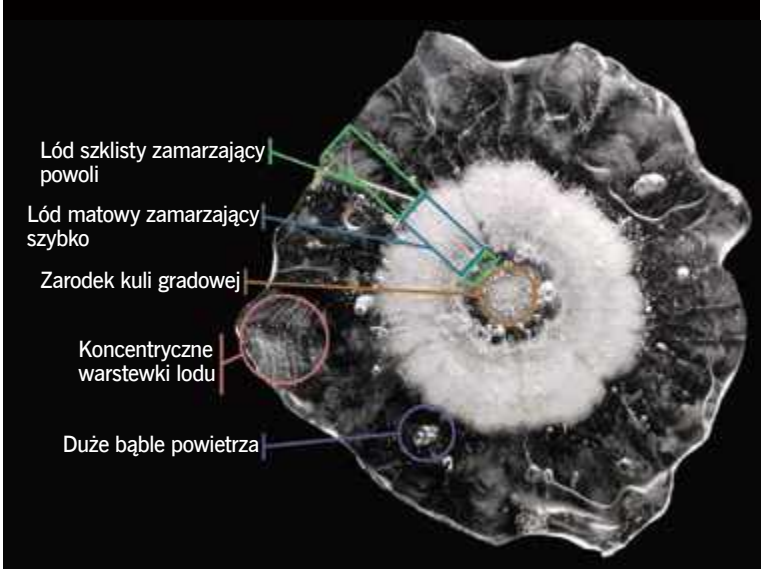
WARSTWOWA BUDOWA

Cumulonimbus to chmura gigant. Aby powstała, najpierw ciepłe i wilgotne powietrze musi powędrować w górę. Może tak się stać w wyniku silnego ogrzania powierzchni gruntu (lub lustra wody) przez promienie słoneczne lub wypchnięcia ciepłej i lżejszej masy powietrza przez chłodną i cięższą. W unoszącym się powietrzu następuje kondensacja pary wodnej, a wydzielające się podczas tego procesu ciepło przyspiesza wzrost chmury, wzmacniając powstające wewnątrz niej pionowe prądy wznoszące. Tak właśnie rodzi się *cumulonimbus*, mogący osiągnąć ponad 10 km wysokości. Jego dolne partie znajdują się w strefie temperatur dodatnich i są zbudowane z kropelek wody, natomiast górną część, w której panują temperatury ujemne, tworzą grudki lodu.

Kiedy chmura burzowa dojrzeje, tworzące ją kropelki wody i ziarenka lodu zaczynają się zlewać (proces ten naukowcy nazywają koalescencją). Co ciekawe, do takich fuzji wcale im nieśpieszno. Raczej stronią one od siebie. Dopiero turbulencja i prądy pionowe wymuszają ich kolizje, a w ślad za tym – łączenie. W pewnym momencie krople wody lub kryształki lodu stają się tak duże, że zaczynają opadać, wciąż powiększając swoje rozmiary. Podczas tej wędrówki w dół towarzyszy im często silny i chłodny prąd zstępujący. Dalsze losy takiej ciekłej lub zmrożonej drobiny mogą być różne. Zwykle spada jako deszcz, ale bywa i tak, że unoszące się w chmurze kryształki lodu zaczną się karmić kropelkami wody i w rezultacie powiększać. Teoretycznie siła ciężkości powinna je zmienić w opad atmosferyczny, ale jeśli prądy wstępujące w *cumulonimbusie* są silne, wówczas taki drobiazg, zamiast dolecieć do ziemi, zostaje porwany podczas spadania i uniesiony do najwyższych pięter chmury.

Im większa jest chmura burzowa, tym silniejsze są w niej prądy wstępujące i tym więcej takich podróży w pionie może odbyć grudka lodu, a w trakcie tych jazd powiększa się o kolejne warstewki. Niektóre z tych powłok są szkliste, jeśli zamarzanie kropelek wody odbywało się powoli, inne matowe, jeśli następowało szybko i znajdujące się wewnątrz wody pęcherzyki powietrza nie zdążyły się ulotnić. Warstwowa budowa jest jedną z charakterystycznych cech gradzin. W wielkich *cumulonimbusach* nazywanych superkomórkami ich wędrówka w dół i z powrotem może się powtórzyć nawet kilkanaście razy, w wyniku czego powstają duże bryłki lodu z bardzo licznymi warstwami – na przemian szklistą i matową.

Takie wahadłowe podróże nie mogą oczywiście trwać w nieskończoność. W końcu gradowe kule osiągają takie rozmiary, że nawet najsilniejszy prąd wstępujący już ich nie uniesie. Spadają wtedy na ziemię pod postacią niszczycielskiego gradu. Gdzie ryzyko spotkania się z nim jest największe? Co ciekawe, wcale nie w gorącym i wilgotnym klimacie zwrotnikowym, gdzie chmur burzowych powstaje najwięcej i są one największe, bo w tropikalnych *cumulonimbusach* temperatury ujemne zaczynają się na znacznej wysokości, co nie sprzyja powstawaniu gradu. Jeśli jednak już się on pojawia, a dzieje się tak częściej na dużych wysokościach bezwzględnych, bywa obfity, duży i groźny.



Przekrój poprzeczny przez grudkę gradu

SZLAKI GRADOWE

W umiarkowanych szerokościach geograficznych grad ma swoje ulubione lokalizacje. Są to przede wszystkim obszary, gdzie często ścierają się dwie masy powietrza o różnej temperaturze i wilgotności. Poza tym pojawia się chętnie na przedpolu dużych łańcuchów górskich, które wymuszają silne pionowe ruchy powietrza. Takie „szlaki gradowe" znajdują się m.in. w Indiach na południe od Himalajów, w środkowej Argentynie na wschód od Andów, w amerykańskich stanach Kolorado, Nebraska i Wyoming oraz kanadyjskiej prowincji Alberta, sąsiadujących od zachodu z Górami Skalistymi, a w Europie – na północ i południe od Alp. W Polsce chmury gradowe najczęściej odwiedzają północną Małopolskę i południową część województwa świętokrzyskiego, a także Roztocze oraz Pojezierze Kaszubskie. Ale rekord wielkości gradu należy do mającej średnicę 13,5 cm bryły, która spadła 21 czerwca 2021 r. w Tomaszowie Mazowieckim.

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".

Bryła gradowa rozmiarów pomarańczy w świetle spolaryzowanym

Fot. J. Soderholm, M. Kumjian (2024), SPL/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

„Zagrożona" męskość i wirtualne migracje – czyli o powstaniu oraz skutkach manosfery

Jakie są przyczyny rozrastania się mizoginistycznego środowiska skoncentrowanego wokół tematów męskości i problemów dotyczących mężczyzn? Czy jesteśmy w stanie ocenić społeczne i psychiczne skutki tego zjawiska? Odpowiedzi poszukuje zespół badaczy pod kierownictwem dr. Tomasza Oleksego z Wydziału Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Narastająca samotność wśród mężczyzn stała się istotnym problemem, zarówno społecznym, jak i zdrowotnym, nazywanym często „ukrytym zabójcą mężczyzn". Wiąże się on z coraz większą liczbą młodych ludzi, którzy pozostają samotni i nieaktywni seksualnie (w USA ponad 60% wchodzących w życie mężczyzn pozostaje singlami). Sytuację pogarszają negatywne stereotypy społeczne dotyczące tej grupy. Skłania to jej członków do szukania wsparcia w społecznościach wirtualnych, takich jak manosfera (początkowo rozwijająca się na portalach 4chan, Reddit, obecnie coraz częściej: Facebook, Instagram, TikTok Discord czy kanały YT). Manosfera koncentruje się na zagadnieniach męskości, relacji społecznych, randkowaniu i rozwoju osobistym. Jednocześnie – znana jest z propagowania przemocowych, antyfeministycznych, seksistowskich i mizoginistycznych treści.

Jak stwierdza dr Oleksy: – *W naszym projekcie zakładamy, że dotychczasowe badania niewystarczająco uwzględniały zróżnicowanie tych społeczności, przez co ich wpływ na zdrowie psychiczne i postawy wobec kobiet pozostaje niedookreślony. Dodatkowo, motywacje i dynamika, które prowadzą młodych mężczyzn do aktywności, pozostawania lub wycofywania się z manosfery, nadal nie są dobrze poznane.*

Fot. Pexels

Czy jest o czym mówić?

Zdecydowanie. Np. 50% Brytyjczyków w przedziale wiekowym 18-24 zgadza się ze stwierdzeniem, że „feminizm posunął się za daleko, utrudniając młodym mężczyznom osiągnięcie sukcesu". Szczególną popularnością w manosferze cieszą się ideologie nazywane „czerwoną pigułką" (*red pill*) i „czarną pigułką" (*black pill*).

Określenia te nawiązują do filmu Matrix. Czerwona pigułka oznacza „przebudzenie" – tu symbolizujące odrzucenie mainstreamowych przekonań, które mają być „przesycone feminizmem i egalitaryzmem". Ideologia ta promuje męską dominację w społeczeństwie i relacjach między płciami. Dla odmiany narracja „czarnej pigułki" zakłada, że większość mężczyzn jest z góry skazana na samotność ze względu na własną nieatrakcyjność i społeczne uprzedzenia. W ramach manosfery działają różnorodne grupy: aktywiści na rzecz praw mężczyzn, instruktorzy uwodzenia, ruch mężczyzn idących własną drogą, postulujący autonomię od kobiet, czy też incele (*involuntary celibates*).

Jak zaznaczają naukowcy, wpływ manosfery na psychikę i postawy społeczne młodych mężczyzn jest... złożony. – *Zakładamy, że młodzi mężczyźni, którzy nie są w związkach romantycznych, mogą odbierać świat rzeczywisty jako środowisko sprzyjające osobom w relacjach oraz spełniającym określone normy atrakcyjności. Może to prowadzić do poczucia wyobcowania i braku dopasowania, a także poczucia braku autentyczności (czyli poczucia braku możliwości wyrażenia swojego prawdziwego JA), co z kolei skłania ich do poszukiwania alternatywnych przestrzeni – takich jak manosfera*, tłumaczą badacze.

Ucieczka od realnego

To poczucie niedopasowania ma kilka wymiarów. Po pierwsze, wielu z tych młodych mężczyzn nie spełnia społecznych oczekiwań związanych z męskością i sukcesem w relacjach. Manosfera oferuje im alternatywne narracje, które pozwalają choć częściowo odzyskać poczucie wartości. Po drugie, niepowodzenia w budowaniu bliskości pogłębiają samotność, prowadząc do frustracji i poczucia bezradności. Mimo kontrowersyjnych treści, manosfera daje złudzenie zrozumienia mechanizmów relacji i oferuje konkretne, chociaż najczęściej uproszczone i szkodliwe strategie działania. Wreszcie, dla wielu staje się ona miejscem wspólnoty, gdzie spotykają innych z podobnymi doświadczeniami i poczuciem wykluczenia.

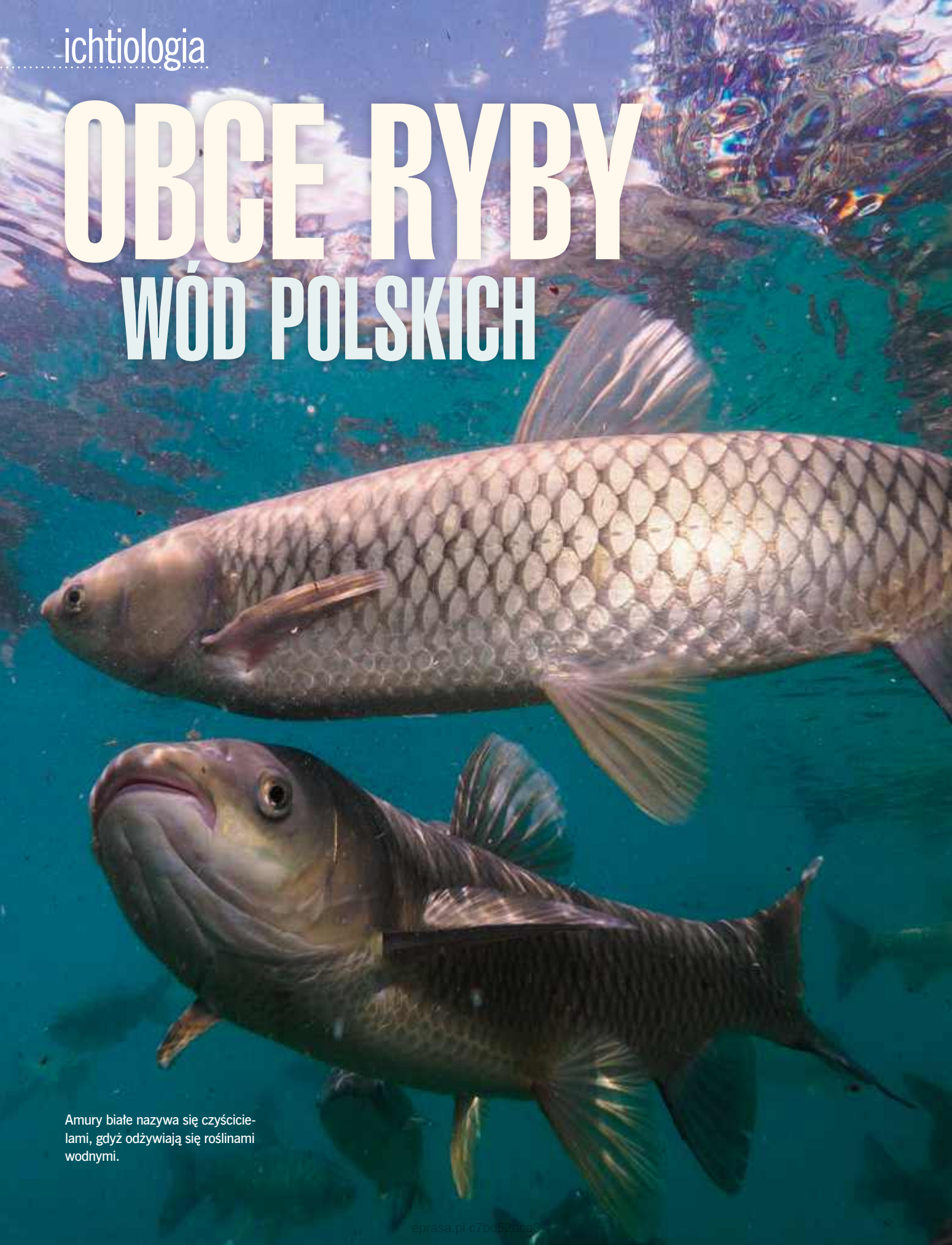
Z przeprowadzonych dotąd badań wynika, że osoby doświadczające niechcianej samotności częściej **odwracają się od świata offline**, w którym czują się wykluczeni, i **kierują się w stronę świata online**, który oferuje im większe poczucie przynależności, zrozumienia i autentyczności.

Samotność i zagubienie sprawiają, że młodzi mężczyźni mogą być szczególnie podatni na przekaz manosfery. Cieszę się, że zaczyna się o tym mówić częściej, choćby za sprawą serialu Adolescence. *To ważne, bo choć to zjawisko może prowadzić do radykalizacji, pogorszenia zdrowia psychicznego i rosnących napięć między płciami, wciąż nie jest wystarczająco zbadane. Jeśli nie zrozumiemy, dlaczego młodzi mężczyźni przyjmują lub odrzucają szkodliwe treści, które dziś, dzięki algorytmom, trafiają do niemal każdego z nich, skutki tego zjawiska odczuje całe społeczeństwo* – podkreśla dr Oleksy.

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

eprasa.pl c7bd52aca3

OBCE RYBY WÓD POLSKICH



Amury białe nazywa się czyścicielami, gdyż odżywiają się roślinami wodnymi.

eprasa.pl c7bd523ca3

Kupując ryby z polskich stawów produkcyjnych, rzadko się zastanawiamy, skąd pochodzą ich przodkowie. A taki karp czy pstrąg nie są gatunkami rdzennie polskimi.

RADOSŁAW KOŻUSZEK

ZARYBIANIE aklimatyzacyjne jest ważnym zabiegiem w gospodarce rybactwa śródlądowego. Polega na wpuszczeniu do rzek czy jezior nowego wartościowego gatunku, który nigdy wcześniej tam nie występował. Proces ten trwa wiele lat, a jego celem jest stworzenie stabilnej populacji, potrafiącej przetrwać bez pomocy człowieka i regularnie dającej potomstwo. Wykorzystuje się tu wolną niszę środowiskową, dzięki czemu może wzrosnąć produkcyjność zbiornika. Innym efektem obecności nowego gatunku ryb może być poprawa warunków środowiskowych (np. roślinożerne ryby hamują wzrost flory wodnej).

Niestety, wsiedlenie obcego gatunku często oznacza negatywne konsekwencje dla środowiska, bywa, że nieodwracalne. Nowe gatunki czasami rozmnażają się tak szybko, że zajmują nisze życiowe zwierząt i roślin rodzimych i zwyczajnie je wypierają. W konsekwencji za jakiś czas gatunki miejscowe mogą znaleźć się na liście wymarłych. Poza tym obce zwierzęta atakują stare bądź bywają rezerwuarem chorób, które na danym obszarze nigdy nie występowały. Nowe ryby mogą także znacznie pogorszyć warunki środowiskowe (większe zamulenie, zanieczyszczenie wody, zubożenie roślinności). Poza tym wiele gatunków ryb w początkowych fazach rozwoju wygląda podobnie. Wsiedlając zatem dany narybek, można przez przypadek wprowadzić do środowiska zupełnie inne zwierzęta.

AMUR BIAŁY I TOŁPYGA

Ten pierwszy pochodzi z rzeki Amur, ale występuje prawie w całej południowo-wschodniej Azji. Już w średniowieczu rybacy przewieźli amury z północy Chin na tereny dzisiejszego Wietnamu i Malajów, gdzie ryba dobrze się zaaklimatyzowała. Od 1949 r. radzieccy planiści wprowadzali ten gatunek do europejskich rzek, leżących w granicach ZSRR. W roku 1961 przeprowadzano jego rozród w warunkach sztucznych na skalę gospodarczą. Tym samym stał się ważną rybą produkcyjną. Sukcesami ZSRR zainteresowały się Japonia i Indie, które również zaczęły wprowadzać amura do swoich rzek. W 1964 r. jego narybek posiadały już nie tylko państwa socjalistyczne, w tym Polska, ale również USA i niektóre kraje Ameryki Południowej, Afryki i Australia.

W Polsce amura początkowo wsiedlono do ciepłego Jeziora Gosławskiego w Koninie. W związku z bliskością elektrowni wody były regularnie podgrzewane, co stymulowało wzrost ryb. Po licznych badaniach okazało się, że klimat Polski, jak i całej Europy Północnej jest zbyt zimny, aby amury mogły regularnie się rozmnażać. Wymagały więc albo wód podgrzewanych, albo podawania im hormonów gonadotropowych, powodujących wejście w okres rozrodczy. W ostatnich latach w związku z ocieplaniem się klimatu notuje się coraz częstsze przypadki składania przez amury jaj i wylęgu narybku, głównie w mniejszych i płytszych stawach.

Głównym pokarmem amura są rośliny naczyniowe, czyli te najbardziej widoczne w zarastających zbiornikach wodnych. Sprawdza się więc jako podwodna żywa kosiarka. Niestety, jego żywotność i apetyt prowadzą do niszczenia naturalnych tarlisk ryb, które ikrę składały właśnie na roślinach wodnych. Amury chętnie zjadają moczarkę, rogatka i młodą trzcinę pospolitą, ale nie przepadają za pałką, rdestnicą i grążelem. Gatunek ten zatem nie jest polecany ani do rzek, ani do jezior, gdzie może niszczyć florę. Idealnie sprawdza się za to w chowie stawowym wraz z karpiem. Dorasta do 50 kg i żyje nawet 15 lat. Uważany jest za dobrą rybę hodowlaną.

Tołpyga biała

Czebaczek amurski

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl c7bd52aca3

Wraz z amurem sprowadzono do Polski tołpygę białą, która wywodzi się z Chin i wschodniej Syberii. Miała zająć wolną niszę w środowisku jako zwierzę likwidujące glony (zielenice) i sinice, będące utrapieniem wielu hodowców ryb. Mięso tołpygi nie należy do najsmaczniejszych, ale dzięki niej w stawach można zauważyć zmniejszenie zaglonienia. W Polsce aklimatyzowano także tołpygę pstrą, która ze względu na budowę aparatu filtracyjnego odżywia się głównie zooplanktonem. Tołpyga pstra osiąga masę do 40 kg. Wraz z tołpygą i amurem do Polski przypadkowo zawleczono czebaczka amurskiego. Rybka ta odżywia się zooplanktonem, owadami i ikrą, dlatego jest konkurentem pokarmowym wielu naszych rodzimych ryb oraz karpia. Niestety, przy dużej liczbie osobników może znacząco zubożyć zasoby pokarmowe stawów rybnych. Dorasta do 10–15 cm.

AMERYKAŃSCY PRZESIEDLEŃCY

Bass słoneczny został sprowadzony do Europy w 1887 r. z Ameryki Północnej. Miał być rybą ozdobną, utrzymywaną w przydomowych stawach. Jego hodowla szybko wymknęła się spod kontroli i gatunek rozprzestrzenił się na całym kontynencie. W dorzeczu Odry jest notowany od 1927 r. Bass słoneczny odżywia się głównie larwami owadów oraz innymi bezkręgowcami wodnymi. Dorasta do 30 cm długości, ale okazy łowione w Polsce średnio osiągają kilkanaście centymetrów. Przy masowym występowaniu może być groźnym szkodnikiem, żerującym na narybku cennych rodzimych gatunków. Z kolei bass wielkogębowy naturalnie występuje w środkowej części Ameryki Północnej. Do Europy sprowadzono go w 1885 r., a w Polsce pojawił się tuż przed I wojną światową. Nie jest licznym gatunkiem w naszych wodach, mimo to należy do zwierząt niebezpiecznych dla naszych gatunków. Ten bardzo żarłoczny drapieżnik osiąga 40–60 cm długości oraz masę 1,5 kg.

Buffalo czarny to inny gatunek ryby sprowadzony z Ameryki Północnej. Na razie nie opuścił zakładów doświadczalnych, ale przeprowadzano już jego udane tarło w warunkach zbliżonych do naturalnych.

Bass wielkogębowy – dawniej pospolity, dziś rzadko spotykany w polskich wodach

Bass słoneczny początkowo hodowany był jako ryba ozdobna.

Fot. Shutterstock (4), Alamy/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

Buffalo czarny miał być kolejną nową rybą w polskich wodach. Zaniechano jednak jego introdukcji.

Sumik czarny podobnie jak sumik karłowaty jest u nas gatunkiem obcym.

Istnieje zatem zagrożenie, że jeśli przedostanie się do środowiska, może wytworzyć stabilną populację. Pokarm buffalo stanowią drobne zwierzęta żyjące na dnie oraz zooplankton. Ryba ta osiąga przeciętnie 40–60 cm długości oraz masę 4,5 kg.

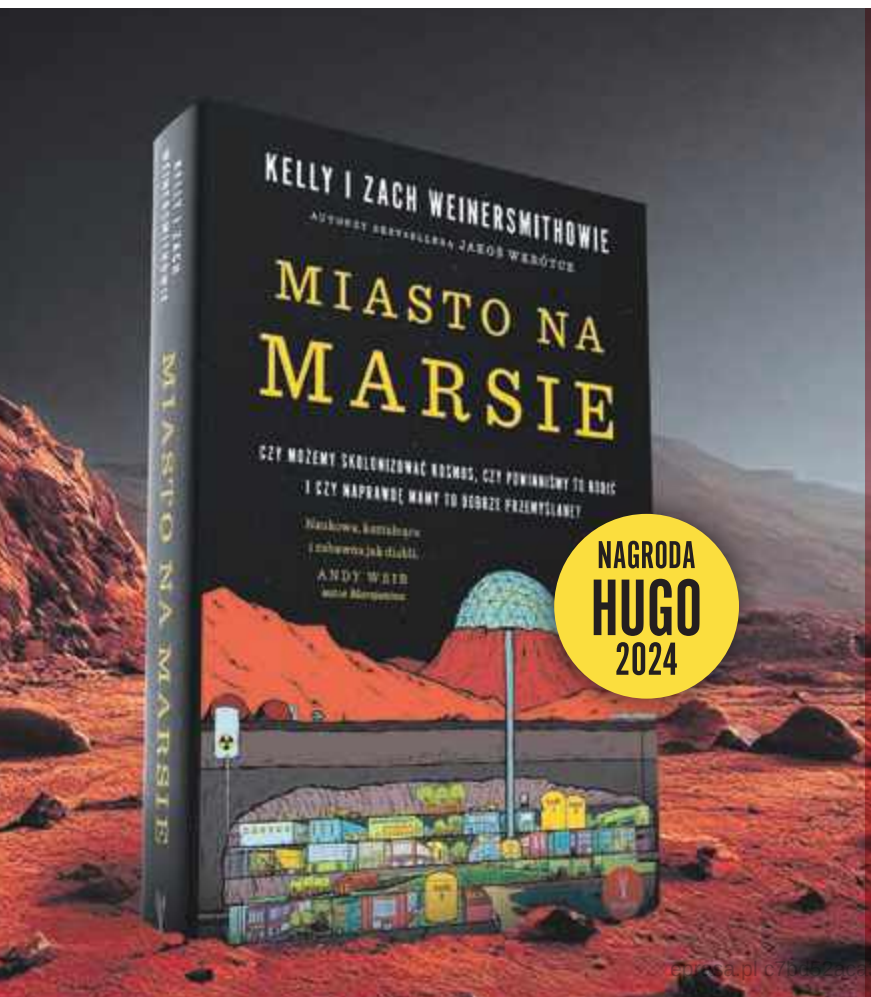
Kolejną amerykańską rybą jest sumik karłowaty, sprowadzony na tereny Polski w 1887 r. Według naukowców miał być szybko rosnącym gatunkiem ze smacznym mięsem. Niestety, dopiero po przeniknięciu sumika do wód dzikich okazało się, że w naszych warunkach dorasta zaledwie do 20 cm i osiąga masę wynoszącą 200 g. Stał się tym samym gatunkiem bezwartościowym, zaliczanym do grupy zwanej rybimi chwastami. Ponadto sumiki są bardzo żarłoczne. Żywią się ikrą i małymi rybami.

OZDOBA PRZYDOMOWYCH STAWÓW

Karaś srebrzysty naturalnie występuje w Azji, a do Polski trafił na początku XX w. Chociaż ryba ta w swojej ojczyźnie osiąga 40 cm długości oraz wagę 1 kg, dość często w Europie traktowana jest jako rybi chwast z uwagi na małe rozmiary i brak wykorzystania gospodarczego. Karasie często utrzymuje się wraz z karpiami lub jako pokarm dla gatunków drapieżnych (szczupak, sandacz).

Podstawową rybą polskich stawów produkcyjnych jest karp. Pochodzi z okolic Morza Kaspijskiego, a hodowany jest od średniowiecza. To pierwszy gatunek aklimatyzowany w Polsce i jedyny, którego adaptacja

REKLAMA



POPULARNONAUKOWA NOWOŚĆ!

ZDOBYWCZYNI HUGO 2024 I WIELU INNYCH NAGRÓD

DRUGA NAJCHĘTNIEJ WYBIERANA NA PREZENT KSIĄŻKA W UKŁADZIE SŁONECZNYM

NIEZIEMSKA i zabawna opowieść o perspektywach kosmicznego osadnictwa – spod pióra autorów bestsellera JAKOŚ WKRÓTCE – ze świetnymi ilustracjami Zacha Weinersmitha

To może być najlepsza książka, jaką kiedykolwiek napisano o ludziach w kosmosie… a przynajmniej najzabawniejsza! Nie znam niczego podobnego: takiej obszernej komicznej konfrontacji marzeń o kosmicznych koloniach z obrzydliwą, niebezpieczną i nudną kosmiczną rzeczywistością. Przeczytajcie, zanim się wybierzecie.
SCOTT AARONSON, Uniwersytet Teksański w Austin

Wyjątkowa. Mocna, pasjonująca i przezabawna. Lektura obowiązkowa dla każdego, kto kiedykolwiek szukał swojego domu na nocnym niebie. Będziesz szczęśliwy, że żyjesz na Ziemi.
„New York Times Book Review"

Nie ma bardziej wciągającego, zabawnego i całościowego sposobu na zrozumienie ogromnego wyzwania, jakim jest przyszłość ludzkości poza Ziemią, niż książka Miasto na Marsie. Śmiałem się przez całą lekturę.
HANK GREEN, autor bestsellerów, gospodarz programu SciShow

insignis 20 LAT

Karpie koi to odmiana barwna popularnego w polskich wodach karpia

zakończyła się pełnym sukcesem. Karpie sprowadzili do nas czescy cystersi. Ówczesny kalendarz liturgiczny straszył mnogością dni, w których nie można było spożywać mięsa. Zasady religijne pozwalały wprawdzie na jedzenie ryb, co na terenach nadmorskich nie stanowiło problemu, ale rybactwo śródlądowe nie było wówczas tak rozwinięte jak dziś. Ryb zwyczajnie nie starczało dla wszystkich. Mnisi zainteresowali się ich hodowlą w przyklasztornych stawach, wykorzystywanych jako zbiorniki do napędzania kół młyńskich. Jedynym gatunkiem, który dobrze radził sobie w płytkich i nierzadko słabo natlenionych wodach, był właśnie karp. W sprzyjających warunkach osiąga masę dochodzącą nawet do 30 kg.

Karpie w kolorowej odmianie zwanej koi często spotyka się w przydomowych oczkach wodnych. Oswojone ryby często pobierają pokarm bezpośrednio z ręki. Chętnie w małych, słabo natlenionych akwenach utrzymuje się także muławkę bałkańską, pochodzącą z południowo-wschodniej Europy, z dorzeczy Dunaju oraz Dniestru. Rybka ta osiąga maksymalnie ok. 12 cm długości. Niechętnie rozmnaża się u nas i rzadko stwierdzana jest w stanie dzikim. Podobnie dzieje się z azjatycką trawianką, która zapewne została wpuszczona do polskich wód przez akwarystów. Jest bardzo odporna na brak tlenu w wodzie i może żyć w mocno zarośniętych zbiornikach. Jedyna obok karasia srebrzystego znosi takie warunki. Jest to ryba

Narybek muławki bałkańskiej czasami przedostaje się do polskich wód z materiałem zarybieniowym sprowadzanym z zagranicy.

Pstrągi źródlane pochodzą z Ameryki Północnej.

eprasa.pl c7bd52aca3

Pstrąg tęczowy jest w Polsce cenioną rybą hodowlaną.

drapieżna, a starsze osobniki zagrażają wylęgowi i narybkowi cennych gatunków. Dorasta do 14–25 cm.

SMAKOWITE RARYTASY

Pstrąg tęczowy pochodzi z Ameryki Północnej i przybył do nas w XIX w. To obecnie obok karpia najważniejszy nasz gatunek hodowlany. Jest łatwiejszy od karpia, a także ma mniejsze niż rodzimy pstrąg potokowy zapotrzebowanie tlenowe. Ponieważ preferuje wody czyste i natlenione, w stanie dzikim występuje tylko na północy i południu Polski. Obecnie zarybienia nim prowadzone są głównie w odcinkach niektórych rzek na Pomorzu. Z kolei pstrąg źródlany, także pochodzący z Ameryki Północnej, na ziemie polskie po raz pierwszy został najprawdopodobniej sprowadzony przez Niemców w 1890 r. W 1969 r. ponownie trafił do Polski bezpośrednio z Kanady. Introdukcja została przerwana z powodu krzyżowania się z naturalnie występującym w polskich wodach pstrągiem potokowym. Dziś pstrągi źródlane w stanie dzikim występują w jeziorach tatrzańskich.

Wiosłonos amerykański również pochodzi z Ameryki Północnej i do Polski został sprowadzony w połowie lat 90. XX w. Ma smaczne mięso, osiąga do 2 m długości i masę do 70 kg. Z kolei sterlet, należący do jesiotrowatych, naturalnie występuje w zlewiskach Morza Czarnego, Kaspijskiego, Arktycznego i Białego. Uważa się, że do Polski przeniknął Kanałem Dniepr-Bug na początku XX w., ale nie mógł w pełni się zaaklimatyzować i dziś uważa się go za rybę niezmiernie rzadko spotykaną. Osiąga 1 m długości i masę ok. 6 kg. W 1966 r. do Polski sprowadzono pelugę, która pierwotnie zamieszkiwała rzeki Rosji. Po kilku latach okazało się, że swobodnie krzyżuje się z rodzimą sieją. Niekontrolowana i nieprzemyślana introdukcja spowodowała, że dziś ciężko jest spotkać czyste gatunkowo sieje.

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

Sterlety (jesiotrowate) można spotkać w Polsce niezmiernie rzadko.

Wiosłonosy amerykańskie mają charakterystyczne długie pyski.

Fot. Shutterstock (5), Alamy/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

Kolorowe domy w osadzie Tasiilaq na wschodnim wybrzeżu Grenlandii – w tle olbrzymia góra lodowa

eprasa.pl cZbd52aca3

GRENLANDIA
W OKOWACH LODU I POLITYKI

Choć jest największą wyspą na Ziemi, przez tysiące lat znajdowała się na peryferiach zamieszkanego przez ludzi świata. Na znaczeniu zyskała w XX w., a dziś jest w centrum zainteresowania, co niekoniecznie cieszy tamtejszą ludność.

ANDRZEJ HOŁDYS

STAROŻYTNI Grecy obszar zamieszkany określali terminem *oikouménē*, czyli „ekumena". Pojęcie to odnosiło się do tej części świata, którą znali, podczas gdy współcześni geografowie używają go na opisanie wszelkich terytoriów skolonizowanych przez ludzi. Granice tak rozumianej ekumeny rozszerzały się stopniowo wraz z odkryciami geograficznymi, podbojami kolonialnymi czy masowymi migracjami. Wciąż jednak pewna część lądów nam się opiera. Barierą są trudne warunki środowiska – skrajnie wysokie lub niskie temperatury, brak roślinności, niedostatek wody, nieurodzajne gleby. Czy dziś, gdy Ziemię zamieszkuje ponad 8 mld ludzi, w ogóle istnieją jeszcze jakieś rozległe obszary, gdzie człowiek nie zagląda przez okrągły rok? Gdzie szukać na lądach bezludzia, które geografowie nazwali anekumeną?

Wciąż można wskazać kilka takich miejsc na świecie – pozbawionych roślinności i skrajnie suchych, pustyń i obszarów polarnych. Te drugie czasami nazywane są pustyniami, tyle że zimnymi. Wspólnie zajmują ok. $^1/_3$ lądu. Należy do nich m.in. Grenlandia, największa wyspa świata. Czy jednak cała jest anekumeną? Z pewnością można tak powiedzieć o jej wnętrzu, pokrytym lodowym pancerzem o grubości ponad 3 km i powierzchni 1,7 mln km^2. Ale Grenlandia to nie tylko lód. Jej wybrzeża są przeważnie wolne od niego, tworząc obszar o łącznej powierzchni ponad 400 tys. km^2 (większy niż terytorium Polski), do którego człowiek dotarł dawno temu. Takie regiony bardzo rzadko są zamieszkane, ale nie bezludne. Badacze nazywają je semiekumenami. Ich charakterystyczną cechą jest to, że żyjący tam ludzie musieli się przystosować do surowych warunków środowiska. Niektórym się to udało, innym nie. Ci pierwsi skolonizowali Grenlandię, na której nie zawsze panowały tak niskie temperatury jak dziś. Zwykle była o wiele cieplejsza, a jej początek można wręcz określić jako gorący.

NARODZINY I POLITYKA

Na granicy dwóch oceanów – Atlantyckiego i Arktycznego – 500 km na północ od Islandii z wody wystaje wysepka Jan Mayen, nad którą góruje aktywny wulkan Beerenberg, wznoszący się na wysokość 2277 m n.p.m. Jej jedynymi mieszkańcami są norwescy meteorolodzy, ale latem pojawiają się tu przedstawiciele innych dziedzin nauki, w tym geolodzy zafascynowani genezą tej odludnej wysepki. Swoje istnienie zawdzięcza ona wulkanowi, który wyrósł na północnym krańcu naturalnej podwodnej platformy, ciągnącej się na długości ponad 200 km w kierunku Islandii. Skąd jednak wzięła się sama platforma? Ponieważ znajduje się na środku oceanu i na dodatek niedaleko Grzbietu Śródatlantyckiego, z którego wylewa się magma tworząca skorupę typu oceanicznego, odpowiedź wydawała się oczywista: to jeden z wielu podwodnych płaskowyżów powstałych wskutek nagromadzenia lawy.

Dlatego pierwsi badacze, którzy przyjechali z przyrządami do pomiaru anomalii magnetycznych i anomalii siły ciężkości, przecierali oczy ze zdumienia, analizując

Fot. Shutterstock

eprasa.pl c7bd52aca3

zebrane dane. Wynikało z nich bowiem, że platforma jest kawałkiem dawnego kontynentu. Kolejne analizy, tym razem sejsmiczne, potwierdziły, że grubość skorupy kontynentalnej wynosi w tym miejscu 16 km. Zdaniem naukowców mikrokontynent Jan Mayen liczy ok. 56 mln lat. Wówczas to nastąpiły wydarzenia, których konsekwencje, także geopolityczne, obserwujemy do dziś. Potężne pęknięcie tektoniczne w skorupie ziemskiej, zwane ryftem oceanicznym, dało początek północnemu Atlantykowi. Ocean – początkowo niewielki, ale pęknięcie z czasem znacznie się powiększyło – oddzielił od siebie dwa lądy, które były połączone przez jakieś 400 mln lat. Pierwszy z nich, zwany Laurencją, jest rdzeniem współczesnej Ameryki Północnej, drugi to znana nam dobrze Eurazja.

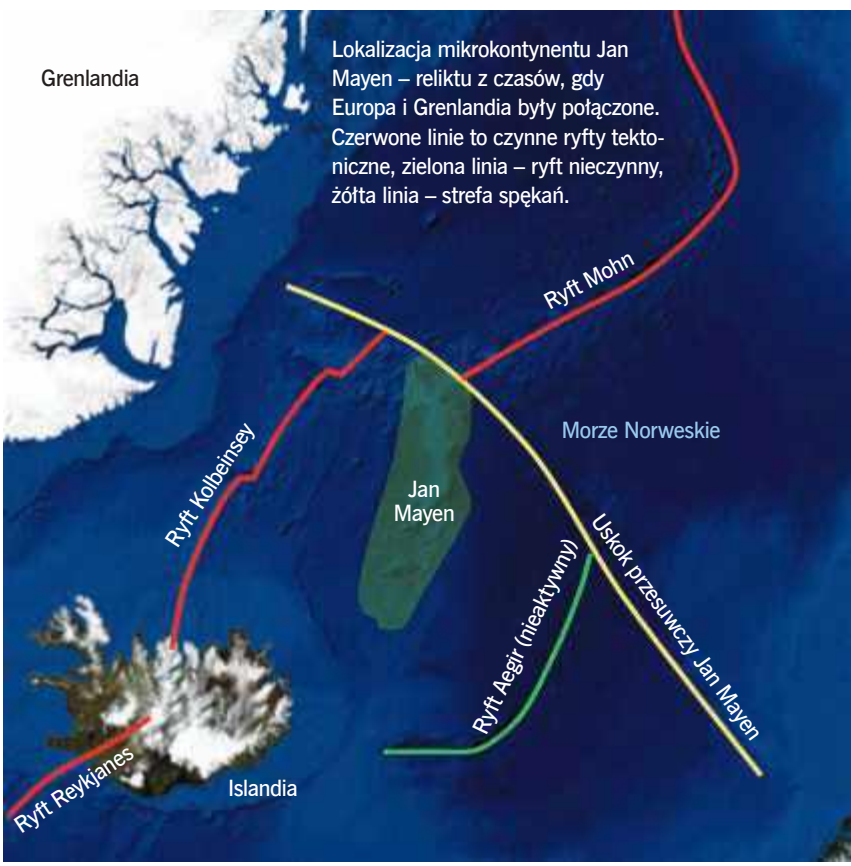
Kiedy doszło do tego geologicznego rozłamu, Grenlandia znalazła się po jego amerykańskiej stronie, podobnie jak mikrokontynent Jan Mayen, który zapewne powędrowałby wraz z całą wyspą na zachód, ale w pewnym momencie został od niej odcięty i zaczął być przesuwany na wschód. W końcu nie dotarł ani tu, ani tu – pozostał na środku oceanu. Natomiast Grenlandia coraz bardziej oddalała się od Eurazji, a dokładniej – od Półwyspu Skandynawskiego i Wielkiej Brytanii, z którymi długo tworzyła całość. Ich rozstawaniu się towarzyszył jeden z największych kataklizmów klimatycznych w dziejach planety. Na dno ryftu zaczęły się wydostawać z wnętrza planety gigantyczne ilości lawy i gazów cieplarnianych. Względnie szybko, najwyżej w ciągu kilku tysięcy lat – w geologii to mgnienie oka – średnia temperatura na naszym globie, już i tak znacznie cieplejszym niż dziś, podniosła się jeszcze o 5–8°C. Ziemia przeobraziła się w szklarnię – gorącą i wilgotną. Za północnym kołem podbiegunowym wyrosły palmy, a w przybrzeżnych morzach arktycznych zamieszkały gady podobne do współczesnych aligatorów i olbrzymich żółwi. Ciepłolubne zwierzęta czuły się świetnie w wodzie mającej temperaturę dzisiejszego tropikalnego oceanu. Rośliny i zwierzęta uciekały jak najdalej od równika, gdzie było piekielnie gorąco. Te gatunki, które umknąć nie zdołały, masowo ginęły. Taka to właśnie gorączka, przez naukowców nazwana paleoceńsko-eoceńskim maksimum termicznym, w skrócie PETM (od ang. *Paleocene-Eocene Thermal Maximum*), towarzyszyła pożegnaniu Grenlandii z Europą. To były szalone czasy! I mimo wszystko dość nietypowe jak na Ziemię, która przecież niejedno już przeżyła.

Zarazem Grenlandia nie przytuliła się do właściwego kontynentu amerykańskiego. Oddzielona od niego seriami uskoków tektonicznych, cały czas trzymała się nieco z boku i zachowała pewną autonomię. I tak jest do dziś. Pomiędzy nią a Kanadą biegnie długie pęknięcie w skorupie ziemskiej zwane Kanadyjsko-Arktycznym Systemem Ryftowym, ciągnące się od Morza Labradorskiego na południu przez Cieśninę Davisa i Morze Baffina po położoną najbardziej na północy Cieśninę Naresa, o długości ponad 500 km i minimalnej szerokości ok. 35 km, pośrodku której znajduje się wysepka Hansa o długości

Wyspa Jan Mayen – widok ze zbocza wulkanu Beerenberg

i szerokości ok. 1 km. Ten skrawek nagiego skalistego lądu był przez pół wieku przedmiotem sporu terytorialnego pomiędzy Kanadą a Danią (rozstrzygnięto go dopiero w 2022 r. – przez środek wyspy poprowadzono granicę). O wiele istotniejszy spór o fundamentalnym znaczeniu dla przyszłości całej Arktyki dotyczy innej struktury geologicznej, większej i dość nietypowej...

Jest nią wielki łańcuch górski, dwa razy dłuższy od Alp, o wysokości względnej ponad 3 km. Nie zobaczycie go jednak na mapach lądów, ponieważ w całości znajduje się pod wodą. O istnieniu tych gór długo nikt nie wiedział. Odkryli je dopiero w poł. XX w. Rosjanie i nazwali Grzbietem Łomonosowa. Następnie ustalono, że łańcuch ciągnie się od Grenlandii i kanadyjskiej Wyspy Ellesmere'a w kierunku płytkich przybrzeżnych



eprasa.pl c7bd52aca3

Od lewej: Rekonstrukcja środowiska naturalnego północno-wschodniej Grenlandii sprzed 2 mln lat

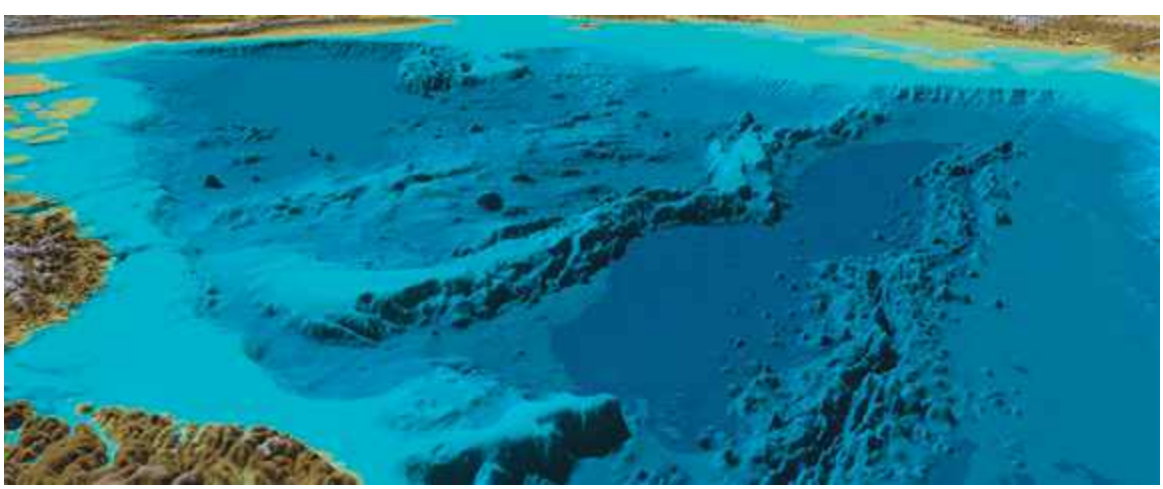
Wyspa Hansa w Cieśninie Naresa, oddzielającej Grenlandię od kanadyjskiej Wyspy Ellesmere'a

mórz sąsiadujących z Syberią. Przebiega niedaleko bieguna północnego, przecinając na pół dno Oceanu Arktycznego i tworząc najkrótszy łącznik pomiędzy lądami wschodniej i zachodniej półkuli. Kolejne odkrycie dotyczące tej struktury zdumiało geologów. Okazało się bowiem, że jest ona zatopionym kawałkiem kontynentu, a powstała 60–50 mln lat temu w ramach tego samego epizodu odsuwania się od siebie Ameryki Północnej i Eurazji. Choć lądy te oddalały się od siebie, to wciąż łączył je wąski pomost pod postacią pasma górskiego. W końcu został on zalany przez ocean i przysypany młodszymi osadami geologicznymi, ale nadal istnieje, a naukowcy intensywnie debatują nad tym, czy stanowi przedłużenie Ameryki Północnej, czy raczej Eurazji.

Skąd ta intensywność dyskusji? Okazało się, że ustalenie geologicznej pozycji Grzbietu Łomonosowa może mieć olbrzymie konsekwencje geopolityczne. Jeśli bowiem podwodne góry są północnoamerykańskie, wówczas spora część dna Oceanu Arktycznego, łącznie z biegunem północnym oraz wodami w promieniu setek kilometrów wokół niego, powinna przypaść Kanadzie oraz Danii, do której należy Grenlandia. Jeśli natomiast Grzbiet Łomonosowa jest kawałkiem Eurazji, wtedy biegun z przyległościami powinien zostać przyznany Rosji. Wszystkie zainteresowane strony od ćwierć wieku próbują przekonać do swojej wersji ONZ-owską Komisję Granic Szelfu Kontynentalnego (CLCS), która rozstrzyga takie spory. W tej rywalizacji politycznej ważną rolę odgrywają argumenty naukowe. Grenlandia ze względu na swoje położenie geograficzne ma w tej debacie kluczowe znaczenie. A wszystko to jest konsekwencją zdarzeń sprzed dziesiątek milionów lat.

NIECHCIANE ZIMNO

Późniejsze dzieje geologiczne Grenlandii wiązały się z ochładzaniem się klimatu na całym globie. Ale w Arktyce temperatury zjeżdżały bardzo powoli. Generalnie ten region świata, choć kojarzy się nam z lodem i mrozem, nie lubi chłodów. Podczas gdy na Antarktydzie pierwsze wielkie lodowce pojawiły się już 34 mln lat temu, a przed 14 mln lat skryła się ona cała pod olbrzymią białą kołdrą o grubości 4 km, to za kołem podbiegunowym północnym naprawdę zimno zrobiło się dopiero 2,5 mln lat temu, gdy kończył się pliocen i zaczynał plejstocen. Lecz jeszcze pół miliona lat wcześniej, w fazie zwanej plioceńskim maksimum termicznym, północny Atlantyk w pobliżu Spitsbergenu i północnej Grenlandii miał temperaturę 18°C. Dziś wynosi ona ok. 0°C. Arktyczne lądy też były wtedy o wiele cieplejsze. Analiza torfów sprzed 3 mln lat, do których dowiercono się na Wyspie Ellesmere'a, sąsiadującej od zachodu z północną Grenlandią, pokazała, że w tym czasie średnia roczna temperatura



Mapa dna Oceanu Arktycznego widziana od strony Grenlandii. Przez środek biegnie Grzbiet Łomonosowa – wielki podmorski łańcuch górski.

Fot. Shutterstock, Mikenorton, Beth Zaiken/Kjær et al. Nature. DOI: 10.1038/s41586-022-05453-y, Alamy/Indigo, SPL/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

Góra Gunnbjørna – najwyższy szczyt Grenlandii wystaje ponad powierzchnię lądolodu.

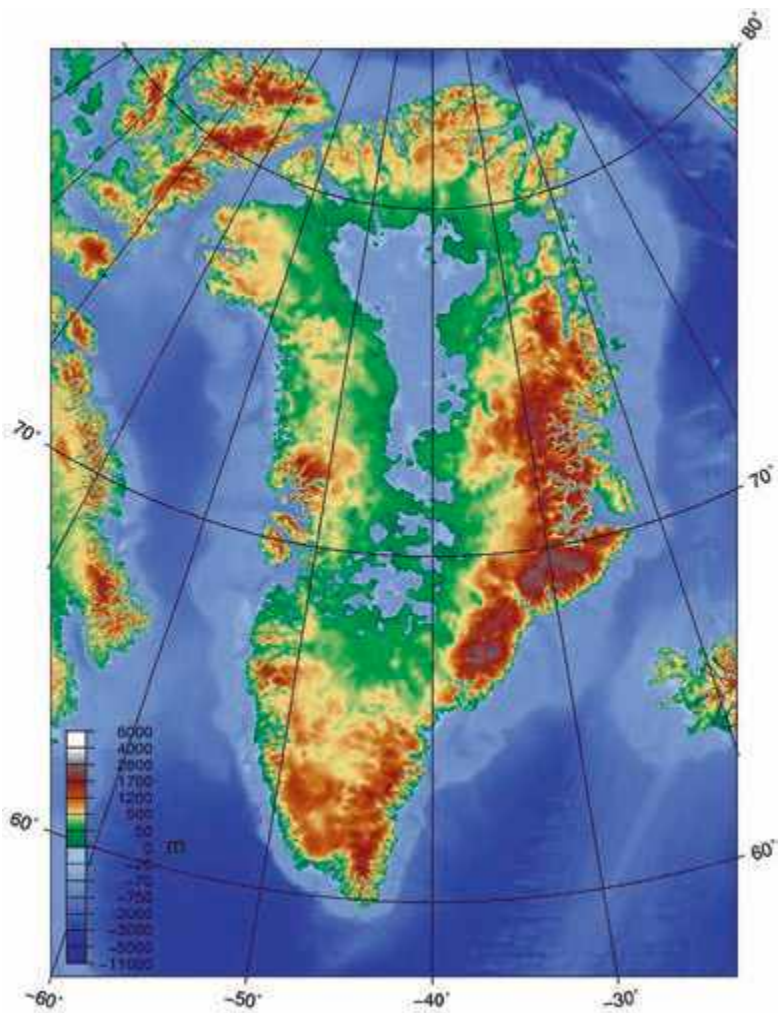
tego miejsca wynosiła –3°C, podczas gdy dziś to –19°C. Kilkanaście stopni różnicy, choć – jak zauważyli autorzy tamtych badań – cały glob był wtedy cieplejszy od dzisiejszego jedynie o 2–3°C.

W plejstocenie klimat ziemski maksymalnie się ochłodził, ale przed 2 mln lat Grenlandia wciąż była o wiele cieplejsza niż dziś i nawet na północy porośnięta lasem. Tak wynika z badań, które przeprowadził niedawno Eske Willerslev z Københavns Universitet. W 2022 r. jego zespół znalazł kopalne DNA w próbkach zmrożonego gruntu, zebranego na Ziemi Peary'ego (tak nazywa się wolna od lodu ze względu na skrajnie suchy klimat północno-wschodnia część Grenlandii). Materiał genetyczny pochodził od roślin i zwierząt występujących na tym terenie przed 2 mln lat. Dziś jest to arktyczna pustynia z mchami i porostami. Wtedy jednak rósł tu wielogatunkowy las, składający się m.in. ze świerków, brzóz, topoli i cisów, w którym żyły renifery, a także pięciotonowe mastodonty amerykańskie, preferujące takie krajobrazy. Willerslev ocenił, że Ziemia Peary'ego była w tym czasie cieplejsza o 10–12°C niż dziś, przy czym w miesiącach letnich średnie temperatury musiały wyraźnie przekraczać 10°C, bo inaczej las by nie wyrósł. Słowem – badacze doszli do wniosku, że na północy Grenlandii nie panował klimat arktyczny jak obecnie, ale umiarkowany chłodny, podobny do klimatu północnej Finlandii.

A przecież teoretycznie epoka lodowcowa trwała już wtedy na Ziemi od pół miliona lat. Grenlandia jednak wciąż dzielnie się broniła przed skrajnym zimnem, choć niewykluczone, że lodowce zagnieździły się już w wysokich łańcuchach górskich na jej wschodzie i południu. Symulacje komputerowe sugerują, że pierwsze jęzory lodowe mogły się tam pojawić ok. 2,7 mln lat temu. W tym czasie w nisko położonym centrum wyspy oraz na jej płaskich wybrzeżach wciąż było leśnie i zielono. Spadający zimą śnieg znikał bez śladu z nastaniem wiosny. Ale plejstoceńska zamrażarka nie odpuszczała, a klimatowi pomagała geologia. Tak wskazują badania przeprowadzone w Górach Watkinsa – najwyższym paśmie Grenlandii, którego czubki wystają spod czaszy lodowej. Jednym z tych szczytów jest Góra Gunnbjørna (3694 m n.p.m.), najwyższa w całej Arktyce. Analiza skał zebranych pod wierzchołkami wykazała, że kilka milionów lat temu ta część wyspy zaczęła się szybko podnosić, wypychana przez magmę podpływającą z wnętrza globu w niedalekiej Islandii. Wraz z podnoszeniem lądu klimat na nim się ochładzał. Poza tym cała wyspa powoli przesuwała się na północ, a z drugiej strony – ku niej przemieścił się też biegun północny.

Ostatecznie Grenlandia została zamrożona. Milion lat temu była już w większości pokryta lodem, który wypełzł z łańcuchów górskich i zajął niziny. Ale i wtedy zdarzały się okresy, gdy temperatura na pewien czas podnosiła się wyraźniej, posłuszna rytmicznym zmianom ciepła słonecznego docierającego do planety. Ocieplenia przychodziły niespodziewanie. Jakby nagle ktoś odkręcił główny zawór ziemskiego centralnego ogrzewania. Część plejstoceńskich lodów wówczas topniała, a pochodząca z nich woda wlewała się do oceanów, podnosząc ich poziom. Nie trwało to jednak długo. Gdy tylko położenie Ziemi względem Słońca zmieniło się na mniej korzystne, chłód powracał,

Mapa podłoża skalnego Grenlandii (bez pokrywy lodowej), wykonana dzięki amerykańskiemu programowi topograficznemu ETOPO1 Global Relief Model



eprasa.pl c7bd52aca3

lądolody puchły, a morza opadały. Te ciepłe epizody naukowcy nazwali interglacjałami – w odróżnieniu od znacznie dłuższych faz inwazji lodu określanych glacjałami lub po prostu zlodowaceniami. Generalnie rekonstruowanie historii lądolodów nie jest łatwe, ponieważ one same dość skutecznie zacierają ślady, przesuwając się po skalnym podłożu. Naukowcy próbują więc zajrzeć pod lód, wykonując odwierty, oraz przeglądają rozmaite naturalne archiwa, takie jak osady morskie, jeziorne czy nawet jaskiniowe. Wszędzie tam mogły się zachować informacje o dawnym środowisku – jego klimacie, faunie i florze.

W przypadku Grenlandii badacze zrekonstruowali z dużą dokładnością dwa ostatnie interglacjały. Pierwszy nastąpił ok. 400 tys. lat temu, drugi – przed 125 tys. lat. Za każdym razem Grenlandia zachowała się inaczej. Podczas wcześniejszego interglacjału pozbyła się większości lodu, a jej południową część porósł las. Średnia temperatura lata w Arktyce była wtedy wyższa od współczesnych wartości zaledwie o 2–3°C. Mimo to z grenlandzkiego lądolodu zostało niewiele. Inaczej przebiegały zdarzenia w drugim interglacjale. Choć był nieco cieplejszy od poprzedniego, to większość lodowej kołdry ocalała. Skąd ta odmienna reakcja? Odpowiedź zawiera się w jednym słowie: czas. W trakcie wcześniejszego interglacjału wyższe temperatury letnie utrzymywały się w Arktyce przez jakieś 20 tys. lat, podczas późniejszego – tylko przez 5–7 tys. Za krótko, by pokonać lądolód.

Warstwy materiału organicznego z pozostałościami licznych gatunków roślin sprzed 2 mln lat na północy Grenlandii

Fot. Maxim Bouev, NOAA, Professor Kurt H. Kjær/Kjær et al. Nature. DOI: 10.1038/s41586-022-05453-y, Svickova

Dolina Qinngua na południu Grenlandii z jedynym na wyspie naturalnym lasem

IDĄ LUDZIE

Również obecne ocieplenie nie uczyniło na razie większej krzywdy grenlandzkiemu rezerwuarowi lodu, którego są blisko 3 mln km^3. Tego ciepłego okresu nie uznano formalnie za kolejny interglacjał, ale za nową epokę geologiczną – holocen – która nastała po zakończeniu plejstocenu. Co ciekawe, granicę pomiędzy obiema epokami wyznaczono właśnie w grenlandzkim lodzie, a dokładniej w rdzeniu podzielonym na kawałki i przechowywanym w chłodniach Niels Bohr Institutet for Astronomi, Fysik og Geofysik przy Københavns Universitet. Jego łączna długość wynosi 3085 m, a wydobyto go dwie dekady temu w ramach „North Greenland Ice Core Project" (NGRIP). Wiertło przebiło wówczas całą skorupę lodową Grenlandii. Kolejne kawałki rdzenia odsyłano do Kopenhagi, gdzie próbowano z nich odczytać przeszłość. Mniej więcej w połowie tej wędrówki w dół pokrywy lodowej, która była równocześnie wędrówką w czasie, a dokładnie na głębokości 1492 m i 45 cm, naukowcy natrafili na nagłą zmianę składu izotopowego lodu. Wiedzieli, co ona oznacza. Oto na Ziemię powracało ciepło. Datowanie wykazało, że świat znalazł się na wirażu przed 11,7 tys. lat. Geolodzy uznali, że w tym właśnie miejscu należy wbić złoty gwóźdź (ang. *golden spike*), czyli wyznaczyć wzorcową granicę pomiędzy dwiema jednostkami geologicznymi.

Granica ta oddziela grubą kreską dwa światy: zimnego plejstocenu i ciepłego holocenu. W miarę wzrostu temperatury lądolody, pokrywające wcześniej znaczną część Europy, Azji i Ameryki Północnej, zaczęły się kurczyć i znikały, a ich miejsce zajmowały najpierw tundra, a potem lasy. Wody roztopowe podnosiły poziom oceanów. Lecz Grenlandia pozostawała zmrożona, jakby plejstocen na niej się nie skończył. Owszem, trochę lodu ubyło z niej podczas holoceńskiego optimum klimatycznego, które zaczęło się przed 8 tys. lat, a skończyło 3 tys. lat później, potem jednak przyszło ochłodzenie i lodowce znów zaczęły przybierać na wadze. Jednym z najnowszych jej nabytków jest czasza Hans Tausens Iskappe, mająca 100 km długości, 80 km szerokości oraz ponad 300 m grubości. Odizolowana od głównego lądolodu, urosła niemal od zera w ciągu 4 tys. lat. Niektórzy badacze uważają, że gdyby to zależało wyłącznie od samej natury, nasza półkula już szykowałaby się do kolejnego zlodowacenia. Teraz jednak natura ma niewiele do powiedzenia. Gazów cieplarnianych w atmosferze jest najwięcej od 3 mln lat, temperatury na globie znów rosną, a z Grenlandii ubywa obecnie średnio ok. 300 km^3 lodu rocznie. To już nasze dzieło.

Człowiek długo trzymał się z daleka od Grenlandii. To jeden z najpóźniej zasiedlonych przez nas kawałków świata. *Homo sapiens* dotarł tu ponad 5 tys. lat temu, czyli mniej więcej wtedy, gdy na Ziemi dobiegało

eprasa.pl c7bd52aca3

Rdzeń lodowy wydobyty z lądolodu grenlandzkiego w ramach projektu North Greenland Icecore

końca holoceńskie optimum klimatyczne, nad Nilem pierwsi faraonowie jednoczyli Egipt, a nad Eufratem szczyt potęgi przeżywało miasto Uruk, w którym żyło kilkadziesiąt tysięcy ludzi. Dodajmy jednak, że znacznie później niż na Grenlandii ludzie pojawili się choćby na Madagaskarze, Islandii i większości wysp Oceanii, łącznie z Nową Zelandią. Kim byli pierwsi Grenlandczycy? Skąd przybyli i kto był ich najbliższym krewniakiem? Czy pojawili się w ramach jednej fali migracyjnej? Śmiałą, choć wymagającą mnóstwa pracy próbę podjął znany nam już Eske Willerslev z zespołem genetyków, archeologów i antropologów. Poddali oni analizom DNA ponad sto próbek kości, zębów i włosów znalezionych na kilkunastu stanowiskach na Grenlandii, w kanadyjskiej Arktyce, na Alasce oraz we wschodniej Syberii. Próbki pobrali także od żywych ludzi: Inuitów z Grenlandii, Indian północnoamerykańskich oraz rdzennych mieszkańców Syberii i archipelagu Aleutów. Dzięki temu zrekonstruowano genetyczną prehistorię zasiedlenia arktycznych regionów Nowego Świata.

Jak zatem wygląda ta prehistoria? Pierwsza fala kolonizatorów dotarła w zimne rejony Ameryki ok. 5,5 tys. lat temu. Przybysze pochodzili z Syberii, ale nie mieli nic wspólnego z tymi Azjatami, którzy znacznie wcześniej stali się przodkami Indian. Obie fale migracji łączyło właściwie tylko to, że do Nowego Świata wędrowały przez Alaskę. Paleoeskimosi – jak nazwano ten lud – od początku trzymali się z dala od innych. Z Alaski, na której pewnie przez jakiś czas mieszkali, podążyli od razu na wschód i ostatecznie dotarli aż do północnej Grenlandii. Następnie – co wydaje się niezwykłe, ale tak właśnie wynika z analiz DNA – przez kolejne 4 tys. lat żyli w całkowitej izolacji od świata. Nie byli liczni. Ich populację naukowcy oszacowali na maksymalnie kilka tysięcy osób, z czego ok. tysiąca żyło na Grenlandii. Polowali na renifery, woły piżmowe i foki. Używali zwykle prostych narzędzi kamiennych i rzeźbili przepiękne figurki w drewnie lub kości. Mieli własny świat i dobrze im się wiodło. Żyli w małych grupach i z czasem stworzyli odrębne kultury: Independence, Saqqaq i na końcu Dorset. Genetycznie byli jednak tacy sami.

Ta izolacja paleoeskimosów zakończyła się katastrofą. Jej przyczyn i przebiegu nie znamy, ale jedno jest pewne: 600–800 lat temu zniknęli z Arktyki. Ślad po nich urywa się nagle – zarówno ten genetyczny, jak i archeologiczny. Naukowcy wciąż nie znaleźli odpowiedzi na pytanie, jaki związek miała z tym ekspansja Inuitów. Oni również przybyli z Azji. Ok. 1000 lat temu przekroczyli Cieśninę Beringa, a na początku XIII w. lub nieco później dotarli także do Grenlandii. Byli dziesiątki razy liczniejsi i bardziej zaawansowani technicznie niż paleoeskimosi, których nazywali Tuniit lub Sivullirmiut, czyli „pierwsi mieszkańcy". Analizy DNA mówią wyraźnie, że paleoeskimosi nie przekazali genów średniowiecznym przodkom współczesnych Inuitów. Ci drudzy są potomkami ludów przybyłych względnie niedawno z Syberii.

Przybysze podpatrzyli od paleoeskimosów kilka myśliwskich sztuczek, w tym sposób polowania na foki w przeręblach. Dzięki temu potem, gdy klimat w Arktyce w małej epoce lodowej zaczął się szybko oziębiać, Inuici łatwiej przystosowali się do surowych warunków. W przeciwieństwie do wikingów, którzy w południowo-zachodniej Grenlandii pojawili się już pod koniec X w., czyli o wiele wcześniej niż Inuici, i założyli osady, by hodować krowy i owce, ale na przełomie XIV i XV w. uciekli z wyspy przed zimnem. Ich rolnictwo zaczęło podupadać, a dieta z samych tylko zwierząt morskich jakoś się wśród nich nie przyjęła. Gdy trzy stulecia później przybyli tu Duńczycy i Norwegowie, po paleoeskimosach i wikingach pozostały tylko wzmianki w opowieściach oraz nieliczne kości znajdowane w resztkach ich obozowisk, osad i domostw. Jedynymi mieszkańcami Grenlandii byli Inuici. I dziś stanowią oni zdecydowaną większość spośród ok. 60 tys. Grenlandczyków.

POWRÓT EUROPEJCZYKÓW

Nastąpiło to w I poł. XVIII w. i zaczęło się konfliktem. Z jednej strony były Dania z Norwegią (oba kraje tworzyły wówczas unię, która przetrwała do początku XIX w.), a z drugiej strony – holenderscy wielorybnicy, który znali i odwiedzali od dawna brzegi zachodniej Grenlandii, gdyż dysponowali najlepszymi mapami

Na pierwszym planie lodowiec Jakobshavn, spływający do morza z wnętrza lądolodu grenlandzkiego. Jego wysokość od II poł. XIX w. zmniejszyła się o kilkaset metrów (widać jaśniejsze skały, które zostały odsłonięte w tym okresie).

eprasa.pl c7bd52aca3

Samiec renifera tundrowego sfotografowany w pobliżu miejscowości Kangerlussuaq w południowo-zachodniej części Grenlandii

Fot. Visum/Forum, Eric Post/UC Davis, Shfaqat Abbas Khan/DTU Space Denmark

tego regionu świata. Dzieje wyspy na następne stulecia zostały rozstrzygnięte podczas bitwy morskiej, która rozegrała się w czerwcu 1739 r. w pobliżu miasta, które dziś nosi inuicką nazwę Ilulissat, ale początek dała mu holenderska faktoria Maklykout, przemianowana następnie przez Duńczyków na Jakobshavn po wygraniu bitwy z Holendrami. Był to jedyny do tej pory konflikt zbrojny o prawo panowania nad Grenlandią. W 1814 r. Dania rozstała się z Norwegią, przekazując ją Szwecji, ale zachowała sobie Grenlandię. Od tego momentu wyspa stała się na półtora wieku duńską kolonią, choć na początku XX w. Norwegia po ogłoszeniu niepodległości i uniezależnieniu się od Szwecji zgłosiła roszczenia do kawałka jej wschodniej części. Oba kraje prężyły muskuły, ale ostatecznie do konfliktu zbrojnego nie doszło, a w 1933 r. roszczenia norweskie odrzucił Stały Trybunał Sprawiedliwości Międzynarodowej (poprzednik Międzynarodowego Trybunału Sprawiedliwości).

Grenlandią zainteresowali się też odkrywcy i naukowcy. Pierwszy jej florę i faunę badał Otto Fabricius, duński pastor luterański i zarazem przyrodnik, który przebywał na niej w latach 1768–1773. Zimą mieszkał w inuickiej ziemiance przykrytej darnią. Ściany takich chat wykładano wielkimi kamieniami, a dach wspierano belkami wykonanymi z drewna wyrzuconego na brzeg przez morze. Latem Fabricius przeprowadzał się do namiotu z foczych skór. Korzystał z lampki oliwnej i miał ze sobą tylko jedną książkę – dziesiątą edycję „Systema naturae" Linneusza. Po powrocie do Danii napisał po łacinie dzieło „Fauna Groenlandica" z omówieniem 473 gatunków zwierząt. W I poł. XIX w. do Grenlandii dotarł angielski żeglarz William Scoresby, który polował na wieloryby, a jednocześnie prowadził obserwacje meteorologiczne, fascynował się kryształkami lodu i mierzył temperaturę oceanu na różnych głębokościach. Pierwszy wykonał w 1822 r. szczegółową mapę fragmentu wschodniego wybrzeża o długości ok. 600 km.

Wciąż jednak nie wiedziano dokładnie, co się znajduje na północ od Grenlandii. Dość powszechnie uważano, że Ocean Arktyczny nie jest zlodzony. Niemiecki kartograf August Petermann był nawet przekonany, że wokół bieguna północnego w ogóle nie ma wody. Na swoich mapach z lat 60. i 70. XIX w. umieszczał ląd ciągnący się od Grenlandii aż do Cieśniny Beringa po drugiej stronie Oceanu Arktycznego. Jego rodak Karl Koldewey z grupą naukowców postanowił zweryfikować tę śmiałą tezę, a przy okazji stanąć na biegunie i uznać go za własność Niemiec świeżo zjednoczonych w 1871 r. pod egidą Prus. Nic z tego oczywiście nie wyszło. Cztery lata później Brytyjczycy zorganizowali ekspedycję, której celem było dotarcie do bieguna od strony cieśniny oddzielającej Grenlandię od Wyspy Ellesmere'a. Wyprawą dowodził George Nares, na którego cześć nazwano później ową cieśninę. Dwa brytyjskie okręty pokonały ją, ale dalszą drogę na północ zagrodził im gruby lód morski. Przy okazji zbadano kawałek północnej Grenlandii, ale wciąż nie wiedziano, gdzie się ona kończy i co znajduje się w jej wnętrzu.

Zaspokoić ciekawość w tej drugiej kwestii próbowali szwedzki geolog i hydrolog Adolf Erik Nordenskiöld oraz amerykański polarnik Robert Peary odpowiednio w 1883 i 1886 r. Pierwszy spodziewał się tundry, a nawet rzadkiego lasu w środku wyspy, ale jego zespół poddał się po pokonaniu po lodzie 230 km. Drugi zdołał przebyć 160 km. Dwa lata później jednak Fridtjof Nansen przeszedł na nartach całą południową Grenlandię, stwierdzając, że jest ona pokryta lądolodem. Z kolei uparty Peary w ostatniej dekadzie XIX w. zorganizował dwie wyprawy, które pozwoliły mu ustalić, że Grenlandia to wyspa, a jej północny kraniec stanowi przylądek Morris Jesup, znajdujący się 712 km od bieguna północnego. Ale nie był on pierwszym człowiekiem, który tu dotarł. Już ponad 3 tys. lat wcześniej ten kawałek lądu przemierzali paleoeskimoscy myśliwi polujący na piżmowoły – pozostały po tych łowcach resztki tymczasowych obozowisk. Znacznie wcześniej wiedzieli oni, że Grenlandia nie ciągnie się dalej na północ, choć nie ma pewności, czy orientowali się, że jest wyspą, a już z pewnością nie mieli pojęcia, że większej nie ma na świecie. Dziś najbardziej na północ wysuniętą stałą ludzką siedzibą na Grenlandii jest wojskowy posterunek Station Nord, w którym zimą przebywa pięć osób. Bliżej bieguna znajduje się tylko kanadyjska baza Alert na Wyspie Ellesmere'a.

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".

eprasa.pl c7bd52aca3

SEKRETY SŁOIKA MIODU

Na słoik miodu ważący 450 g pracuje ok. 300 pszczół przez 3 tyg.

eprasa.pl c7bd52aca3

Miód jest prawdziwym archiwum szczegółowych informacji o ulu i jego otoczeniu, zgromadzonych przez tysiące pszczół. Do pozyskiwania tych danych używa się zaawansowanych narzędzi genetycznych.

EWA NIECKUŁA

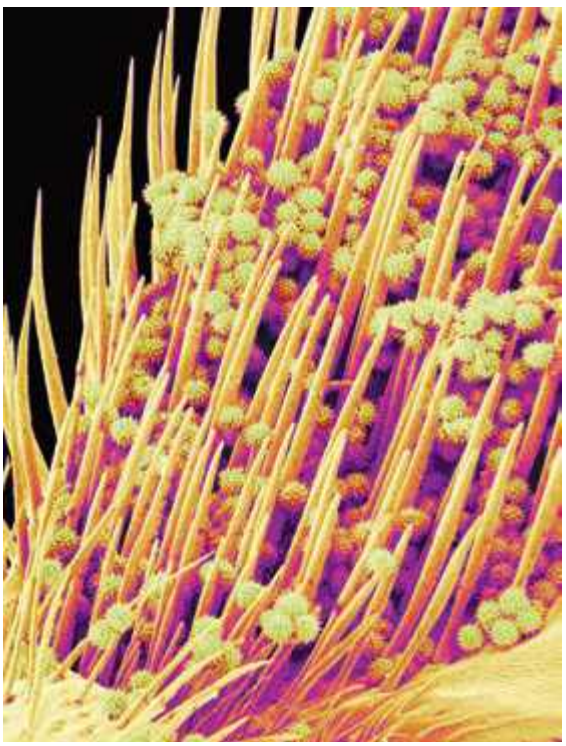
W SKALI globalnej każdego roku powstaje blisko 1,8 mln t miodu. Kluczowe ogniwo w procesie jego produkcji, czyli pszczoła miodna, pracuje niestrudzenie, wytwarzając przysmak spożywany przez ludzi na całym świecie. Miód to dla pszczół zapas pokarmu na ciężki czas, gdy w okolicy nie ma nektarodajnych kwiatów. Jak powstaje? Otóż nektar, będący gęstym, lepkim płynem, jest zasysany przez zbieraczki do wola i w tym „miodowym żołądku" przenoszony do ula. W wolu enzymy (głównie inwertaza, diataza i oksydaza glukozy) zaczynają rozkładać zawarte w nektarze cukry złożone na proste – mniej podatne na krystalizację. Dzięki temu miód przez pewien czas (zależnie od jego typu) pozostaje płynny.

W ulu nektar, upakowany w sześciokątnych komórkach woskowego plastra, odparowuje – na tyle skutecznie, że z 70–80% wchodzącej w jego skład wody pozostaje ledwie 18%. Teraz to już nie nektar, ale miód, zabezpieczony przed rozwojem bakterii i grzybów, czyli psuciem, dzięki wysokiemu stężeniu cukru. Zdrowa pszczela rodzina może produkować 2–3 razy więcej miodu, niż potrzebuje, zatem nie jest to problem, jeśli pszczelarz część zabiera. Pszczeli produkt zostaje rozlany do słoików i trafia do sklepu. Tyle w dużym skrócie o samym procesie powstawania miodu.

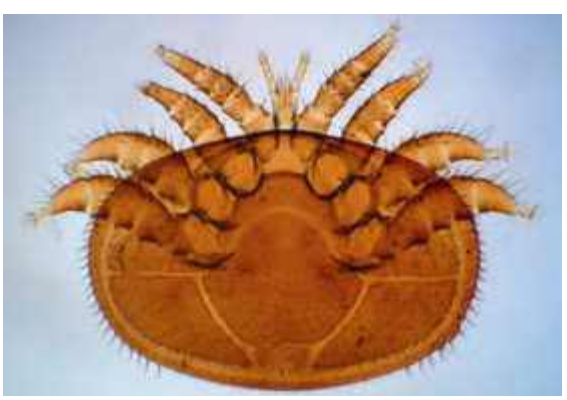
NICZYM CZARNA SKRZYNKA

Miód skrywa informacje o całym ekosystemie. Zawiera szczegółowy zapis wszystkiego, co pszczoły napotkały podczas swojej wędrówki z kwiatka na kwiatek. A więc przede wszystkim informacje o nektarze i pyłku, ale też roślinach, które nawet nie dostarczyły substratu do produkcji miodu. Ciała pszczół pokryte gęstymi delikatnymi włoskami chwytają próbki wszystkiego, czego dotkną, nic więc dziwnego, że pracowicie wytworzony przez nie miód staje się kroniką tych kontaktów. Na tyle dokładną, że naukowcy nazywają pszczoły pasywnymi bioakumulatorami. I to niezwykle wydajnymi. Średnia długość lotu pszczoły miodnej wynosi 2–3 km (ale rekordzistki pokonują i do 6 km). Podczas jednej wyprawy owad przysiada na 50–100 kwiatach. W ulu mieszka 30–50 tys. dorosłych osobników, z których 25–30% to pszczoły zbieraczki – niezawodne sondy przeczesujące okolicę i pobierające próbki. Co zbiorą, deponują w wosku, propolisie i miodzie, a to już cała biblioteka danych fizykochemicznych i biologicznych na temat otoczenia ula.

Przede wszystkim jednak dzięki narzędziom do analizy DNA można z miodu otrzymać informacje o zdrowiu samych pszczół. „To stosunkowo prosta metoda, dzięki której znajdowaliśmy ślady wielu bakterii, także patogennych, pasożytniczych pajęczaków wywołujących groźną dla pszczół warrozę, pluskwiaków takich jak mszyce i mączliki, czyli owadów



Odnóże pszczoły. Pokrywające je gęste włoski wyczesują pyłek kwiatowy, gdy owad szuka nektaru w kwiecie.



Pasożyt dręcz pszczeli (*Varroa destructor*), jeden z powodów wymierania pszczół

Fot. Shutterstock (2), SPL/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

W trakcie sezonu pszczelarz raz w tygodniu kontroluje ul: czy jest w nim matka, czy ma miejsce do czerwienia, czy pszczoły mają puste plastry do gromadzenia nektaru i pyłku.

wysysających roślinny sok i produkujących spadź, oraz pszczelich wirusów" – wymienia dla „Wiedzy i Życia" dr Luca Fontanesi z Università di Bologna. Dzięki takim badaniom udało się w Australii ustalić, w jakich rejonach kontynentu występuje pasożyt pszczół z rodzaju *Nosema*. To mikroskopijny grzyb atakujący układ pokarmowy dorosłych owadów. Choroba może przez długi okres przebiegać w formie utajonej, by wrócić po kilku miesiącach lub w następnym roku. Prowadzi do śmierci owada.

ZDROWIE ROŚLIN

Wirusy wywołujące choroby roślin może nie są przyczyną zmartwień dla pszczelarza, ale za to stanowią duży problem dla ogrodnika, gdyż mogą zdziesiątkować plony i – co gorsza – bez kosztownych zabiegów nie da się ich całkowicie pozbyć z uprawy. Dlatego wczesne wykrycie patogenu pozwala relatywnie niewielkim kosztem zażegnać zagrożenie. Tyle że obecne metody monitoringu stosowane są na niewielką skalę – nie sposób pobrać na dużym obszarze tylu próbek roślin, by je sprawdzić pod kątem chorób wirusowych. I tu w sukurs mogą przyjść pszczoły. Jeśli ule staną w sąsiedztwie kwitnących upraw, to pszczoły nie tylko będą je zapylać, ale zgromadzą też gigantyczną serię próbek podczas zbierania pyłku i nektaru. A to już daje sprawny system wczesnego wykrywania wirusów.

Takie nowatorskie podejście do ochrony upraw zastosowali pracownicy Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation z Canberry w Australii. Metodą sekwencjonowania wysokoprzepustowego (HTS), które dostarcza olbrzymiej ilości danych genetycznych, badali próbki miodu zebrane na całym kontynencie. W kilku stanach udało im się wykryć wirusa zielonej mozaiki ogórka (CGMMV) trzy miesiące, a w niektórych rejonach nawet trzy lata wcześniej, zanim stwierdzono go w materiale roślinnym testowanym tradycyjnymi metodami. To tym bardziej cenna metoda, że objawy porażenia przez różne wirusowe patogeny mogą być podobne i trudno je zidentyfikować metodami wizualnymi.

Szczególnie właściciele upraw szklarniowych, np. pomidorów i ogórków, mogą odnieść korzyści z obecności pszczół. Szklarnia to zamknięte i nietypowe środowisko, gdyż produkcja w nim trwa stale. Zatem i owady zapylające są tam potrzebne dłużej niż na polu. Ogrodnicy boją się m.in. infekcji wirusem brunatnej wyboistości owoców pomidora (ToBRFV). To nowa bardzo zakaźna choroba (również pokrewnych pomidorowi bakłażanów i papryki), po raz pierwszy wykryta w Jordanii w 2014 r. Wirus szybko rozprzestrzenił się na cały świat. Infekcje wywołane przez ToBRFV i CGMMV są przenoszone przez pyłek kwiatowy, często prowadzą do całkowitego zniszczenia upraw, wymagają gruntownego

Skaza słoneczna awokado, choroba powodowana przez wiroid ASBVd

eprasa.pl c7bd52aca3

odkażenia szklarni, a dla ogrodnika oznaczają dotkliwe straty finansowe.

W Australii oraz Republice Południowej Afryki analizowano też, na ile badania genetyczne miodu sprawdzą się we wczesnym wykrywaniu wirusowych chorób awokado. W przypadku tego drzewa pszczoły są ważnymi zapylaczami i gwarantują wysokie plony. Jednym z patogenów awokado jest wiroid skazy słonecznej awokado (ASBVd; wiroidy to najmniejsze patogeny roślinne, zbudowane z RNA bez otoczki białkowej), który obniża liczbę i jakość owoców. Podobnie jak choroba pomidorów ASBVd przenosi się przez pyłek kwiatowy, więc materiał genetyczny wiroida znajduje się w miodzie, który powstaje w ulach stojących w sadach awokado w porze kwitnienia.

ZANIECZYSZCZENIA

Pszczoły przenoszą mikroskopijne ilości szkodliwych substancji do ula. Nawet nie muszą dotykać roślin czy kwiatów, ale zwyczajnie „wyczesują" je z powietrza podczas lotu. Prace prowadzone w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach na miodzie rzepakowym ujawniły we wszystkich próbkach pozostałości środków ochrony roślin – pełną gamę preparatów grzybobójczych, owadobójczych oraz leków do zwalczania pasożyta powodującego warrozę. Były to na szczęście poziomy niezagrażające naszemu zdrowiu i w większości przebadanych prób zdecydowanie niższe od najwyższego dopuszczalnego poziomu tych substancji. Z kolei w Estonii analizy wykazały, że pyłek i pierzga (pyłek kwiatowy zmieszany z miodem) zawierały zwykle więcej środków owadobójczych i grzybobójczych, podczas gdy w miodzie odkrywano głównie pozostałości herbicydów. Poziom zanieczyszczeń zależał od roku i czasu zbioru, ale nie wiązał się z konkretnymi uprawami oblatywanymi przez pszczoły.

Doktor Kate Smith z Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research przy University of British Columbia wręcz sugeruje, by tam, gdzie inne metody monitorowania stanu środowiska nie są możliwe do wprowadzenia, analizować w tym celu właśnie miód. Do takiego wniosku doszła, badając pszczeli produkt z miejskich pasiek na terenie Vancouver. Określała w nim poziom metali ciężkich (ołowiu, miedzi, cynku), a następnie różnice w izotopach ołowiu, co pozwalało na identyfikację źródeł zanieczyszczenia tym pierwiastkiem. Do tego celu wykorzystywała bardzo czułe instrumenty mierzące stężenie metali w ppb (liczba części na miliard).

Miód z Metro Vancouver zawiera znacznie mniej ołowiu, niż wynosi światowa średnia, uspokaja badaczka. Dorosły człowiek musiałby spożywać dziennie ponad 600 g miodu, czyli mniej więcej dwie szklanki, aby przekroczyć bezpieczne normy. Wyniki badania wskazywały, że ilość ołowiu w miodzie wyraźnie rośnie w ulach znajdujących się blisko miejsc z intensywnym ruchem samochodowym, gęstą zabudową oraz przemysłem, np. w sąsiedztwie portu przeładunkowego. Natomiast w miodzie z przedmieść graniczących z terenami rolniczymi stwierdzono podwyższony poziom manganu, co najprawdopodobniej jest efektem stosowania na polach pestycydów. Znalezione izotopy ołowiu nie pasowały do składu izotopowego tego pierwiastka w próbkach skał, porostów, drzew i rzecznych osadów z terenu Kolumbii Brytyjskiej, za to przypominały te z aerozoli, rud metali i węgla z dużych miast azjatyckich. Skoro ponad 70% statków towarowych wpływających do portu Vancouver przybywa z Azji, wniosek nasuwa się sam. Najprawdopodobniej właśnie ten transport jest źródłem podwyższonego poziomu ołowiu w centrum Vancouver.

Pomysł, że badania miodu mogą uzupełniać tradycyjne techniki monitorowania jakości powietrza i gleby, potwierdzają też wyniki z Włoch. Na przykład najwyższe wartości ołowiu na terenach miejskich odnotowano w Rzymie w okolicach lotniska Ciampino. Metoda ta sprawdziła się też w Paryżu po pożarze katedry Notre Dame w kwietniu 2019 r., kiedy wiatr rozdmuchiwał dym zawierający duże ilości ołowiu. W lipcu pobrano próbki miodu w regionie Île-de-France (czyli paryskim). Te z pasiek po zawietrznej stronie pożaru

Objawy wirusowej choroby na liściach ogórka

Fot. Shutterstock (3)

Skład miodu

Miód składa się głównie z cukru (glukozy i sacharozy) oraz wody. Jego lecznicze właściwości (m.in. działanie antybakteryjne) zależą od domieszek, bo w niewielkich ilościach znajdują się w nim także białka, aminokwasy, kwasy organiczne, związki karbonylowe, nadtlenek wodoru, kwasy fenolowe, flawonoidy i enzymy. Te zaś pochodzą z kilku źródeł: nektaru, wydzielin roślin i pszczół, a także wydalin owadów ssących rośliny odwiedzane przez pszczoły. Skład miodu ma związek z jego pochodzeniem – czy jest to miód nektarowy (kwiatowy), czy spadziowy (na ten składają się głównie wydzieliny niektórych drzew i wydaliny owadów ssących z rzędu Hemiptera, żerujących na naziemnych częściach roślin).

eprasa.pl c7bd52aca3

Zbita kulka pyłku kwiatowego (widok spod mikroskopu). Taki ładunek pszczoła przynosi do ula z każdego lotu.

zawierały trzykrotnie więcej ołowiu (0,023 µg/g Pb) niż miód z uli stojących w centrum Paryża (0,008 µg/g) i ponadpięciokrotnie więcej niż miód z Alp (0,004 µg/g). Przy czym nadal nie było powodów do niepokoju. Dla porównania najwyższy dopuszczalny poziom ołowiu w miodzie w krajach Unii Europejskiej wynosi 0,1 mg/kg produktu.

ŚLEDZTWO W SPRAWIE POCHODZENIA

Pszczelarz z reguły sądzi, że wie, z jakiego pożytku pochodzi miód powstający aktualnie w jego pasiece. Zatem w porze kwitnienia rzepaku powstaje miód rzepakowy, robinii akacjowej – akacjowy, lip – lipowy, wrzosów – wrzosowy itd. Czy rzeczywiście? Na tak postawione pytanie naukowiec nie odpowie jednoznacznie twierdząco. Bo czy nie jest do pewnego stopnia naiwnością zakładać, że pszczoły będą zbierały nektar tylko z określonego gatunku rośliny? Oczywiście nie chodzi o tak lubiane miody wielokwiatowe, będące łąkową kroniką. Mimo wszystko, mając próbkę miodu nieznanego pochodzenia, można dociec, z jakich kwiatów powstawał, a służy do tego dziedzina nauki zwana melisopalinologią. Melisopalinolodzy spędzają długie godziny przy mikroskopie, szukając ziaren pyłku zatopionych w miodzie. Każdy gatunek rośliny ma inny pyłek kwiatowy. Te różnice mogą być bardzo duże, bywają jednak też minimalne.

Ale nawet w tej sytuacji trudno o bardzo ścisły werdykt, gdyż pszczoły poza najczęściej odwiedzanym gatunkiem kwiatów przypadkowo zbierają różne ilości pyłku z innych roślin. Dokładny szacunek, ile nektaru konkretny gatunek wniósł do ocenianej próbki, jest raczej niemożliwy. Co więcej, owady zbierają też nektar z kwiatów, które w tym samym czasie nie produkują pyłku, a wtedy brakuje kluczowego tropu. Po co tyle zachodu? Skład i właściwości miodu określają międzynarodowe i krajowe normy (np. Codex Standard for Honey). Skoro miód to produkt naturalny, dodawanie lub usuwanie jakichkolwiek jego składników jest zabronione. Miody różnią się smakiem, wyglądem i zapachem, także ich prozdrowotne oddziaływanie zależy od rodzaju nektarodajnych kwiatów. Wśród zalet, za które skłonni jesteśmy zapłacić więcej, jest również (jak w przypadku wielu innych produktów rolniczych) region pochodzenia.

Niestety, miód bywa fałszowany – obok oliwy z oliwek i mleka najczęściej ze wszystkich produktów rolniczych. Za pomocą syropu cukrowego i wody zwiększa się jego objętość. Miód może być też podgrzewany lub filtrowany, by dłużej pozostał płynny (gdyż taki jest najchętniej wybierany przez typowego klienta). Aby zafałszować pochodzenie, dodawany jest gorszej jakości miód, który powstał na innym terenie, albo nawet pyłek roślin z innego regionu niż wskazany na etykiecie. Jeśli miód filtrowano, nie da się ustalić jego pochodzenia na podstawie pyłku, gdyż jego drobinki zostają usunięte. Ponadto melisopalinologia nie zadziała w przypadku próbek z terenów blisko położonych i podobnych do siebie, w których brakuje unikalnych dla danego regionu roślin.

Obecnie przy dostępnych coraz tańszych narzędziach do analizy DNA naukowcy zamiast pyłkom przyglądają się bezpośrednio samemu miodowi. Identyfikują zawarty w nim materiał genetyczny roślin i mikroorganizmów, głównie nieaktywnych form przetrwalnikowych bakterii i grzybów. „Bakteryjne i grzybowe DNA w miodzie może pochodzić ze wszystkich źródeł, z którymi pszczoły miodne miały kontakt, czyli z kwiatów, ale też gleby i wody na oblatywanym przez nie obszarze. Część tego mikrobiologicznego DNA pochodzi z bakterii jelitowych owadów, a część – z bakterii i grzybów żyjących w ulach” – wyjaśnia „Wiedzy i Życiu” szwedzka ekolog dr Helena Wirta z Umeå universitet. Wraz ze współpracownikami ustaliła ona, że na podstawie analizy DNA można odróżnić próbki miodu z trzech sąsiadujących krajów: Finlandii, Szwecji i Estonii. To niektóre z zastosowań badań genetycznych miodu. Nie ma żadnych wątpliwości, że wszelkie zmiany w środowisku odbijają się na superorganizmie, jakim jest pszczela rodzina, a jej produkty mogą posłużyć do wykrywania zaburzeń ekologicznych.

Ewa Nieckuła

Dziennikarka popularyzująca biologię, ekologię, medycynę. Tłumaczka książek popularnonaukowych

Autentyczność miodu jest potwierdzana testami.

Fot. SPL/Indigo, Shutterstock

eprasa.pl c7bd52aca3

ŚWIAT NAUKI SCIENTIFIC AMERICAN

KUP TERAZ

Inni piszą o nauce, nasi autorzy ją tworzą

Czerwcowy 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 c7bd52aca3

Robotnica pszczoły miodnej przy komórce wypełnionej mleczkiem pszczelim

OPIEKUŃCZE BEZKRĘGOWCE

eprasa.pl c7bd52aca3

Rzadko się zdarza, aby wśród bezkręgowców jajami czy młodymi opiekował się któryś z rodziców. Istnieją jednak takie przypadki.

RADOSŁAW KOŻUSZEK

WYRÓŻNIA się dwie strategie takiej opieki. Pośrednia wiąże się ze znalezieniem odpowiedniego miejsca do złożenia jaj, które ochroni je przed złymi warunkami środowiska i drapieżnikami lub zabezpieczy pokarm wyklutemu potomstwu. Z kolei bezpośrednia polega na aktywnej ochronie i doglądaniu jaj lub larw, a nawet karmieniu młodych. Przyjrzyjmy się zatem bliżej opiece bezpośredniej.

JEDNA MATKA, WIELE OPIEKUNEK

Owady społeczne stanowią idealny przykład bezkręgowców, które zajmują się jajami i młodymi – jednak niekoniecznie swoimi. Zamieszkujące Polskę trzmiele ziemne budzą się ze snu zimowego wczesną wiosną. Zimę mogą przetrwać jedynie młode zapłodnione samice. Pierwszą ich czynnością jest posilenie się i wyszukanie odpowiedniego miejsca na gniazdo, w którym złożą jaja. Po wykluciu się larw samica karmi je i pilnuje, by jak najszybciej przeobraziły się w dorosłe robotnice. Młode trzmiele od razu zaczynają pracować na rzecz królowej, a jej jedyną czynnością od teraz będzie składanie jaj. Robotnice przynoszą do gniazda pokarm i wodę, zajmują się odchowem kolejnych larw i dbają o dobrostan królowej matki. Z kolejno znoszonych przez matkę jaj wylęgają się larwy, które również w przyszłości będą robotnicami. Dopiero w ostatnim pokoleniu pod koniec lata pojawiają się płodne samice (przyszłe królowe) oraz samce, które po opuszczeniu gniazda odbywają gody. Samce, wszystkie robotnice i królowa matka giną, a zapłodnione młode samice wyszukują schronienie, by przetrwać do wiosny.

Podobny system odchowu młodych obserwujemy u pszczoły miodnej, której rodziny w odróżnieniu od rodzin trzmieli ziemnych prawie w całości mogą przetrwać zimę. Nowa rodzina pszczela powstaje po wystąpieniu rójki, czyli ucieczki z ula królowej z grupą pszczół (jej miejsce w ulu zajmuje nowa królowa). Rodzina poszukuje ula lub dziupli, gdzie zaczyna urządzać sobie mieszkanie. Nowa królowa matka po zapłodnieniu, które odbywa się na zewnątrz ula, zaczyna znosić jaja i jej rola jako matki na tym się kończy. Z jaj wylęgają się samce (trutnie) lub pełniące w ulu różne funkcje samice (robotnice). Wszystkimi zniesionymi przez królową jajami i larwami pieczołowicie zajmują się oddelegowane do tego celu robotnice, a matka w odróżnieniu od samicy trzmiela nigdy nie zajmuje się młodymi. Larwy regularnie są karmione, czyszczone i przenoszone z miejsca na miejsce.

W podobny sposób jak pszczoły, jajami i larwami opiekują się robotnice mrówek. Rolą królowej jest jedynie odbycie lotu godowego oraz składanie jaj. Termity nie są spokrewnione ani z mrówkami, ani z pszczołami, zdecydowanie bliżej im do karaluchów. Zamieszkują tylko ciepłe obszary świata, gdzie budują czasami gigantyczne domostwa zwane termitierami.

Trzmiele kamieniki karmiące larwy

Mrówka żniwiarka śródziemnomorska opiekuje się larwą.

Główną rolą ogromnej królowej termitów jest składanie jaj. Robotnice opiekują się jajami i larwami.

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

eprasa.pl c7bd52aca3

Od lewej: Kraby z gatunku *Metopaulias depressus* strzegą jaj i larw, przebywających w wodzie zgromadzonej w rozetach liściowych.

Samica raka z jajami na spodzie odwłoka

Całej kolonii przewodniczy ogromna królowa, nieprzerwanie produkująca jaja. Tuż obok niej znajdują się płodny samiec, czyli król, oraz liczne robotnice, które karmią ją, czyszczą oraz odbierają od niej jaja. Robotnice zajmują się także wychowem larw.

TROSKLIWE SKORUPIAKI

Jeśli chodzi o skorupiaki, to w większości przypadków rodzice nie zajmują się ani zniesionymi jajami, ani tym bardziej potomstwem. Jednym z wyjątków są zamieszkujące tropikalne lasy Jamajki kraby z gatunku *Metopaulias depressus*. Dość często określa się je mianem krabów lądowych. Zwierzęta te większość życia spędzają na lądzie i aby się rozmnażać, nie muszą wracać do morza, jak to robi większość ich pobratymców. Stawonogi te żyją w pobliżu bromelii, które w swojej rozecie liściowej gromadzą wodę opadową. Te naturalne zbiorniki służą krabom za miejsca rozmnażania. Samica składa w nich ok. 90 jaj i cały czas ich dogląda, usuwając np. martwe liście, bo ich rozkład mógłby pochłonąć drogocenny tlen. Samica dostarcza larwom także pożywienia w postaci niewielkich bezkręgowców. Dodatkowo, aby zabezpieczyć rozwijające się młode w wapń, matka od czasu do czasu wrzuca do zbiornika puste muszle ślimaków. Rozwijające się młode pobierają wapń z muszli i w ten sposób budują swój szkielet i pancerz. Samica kraba chroni także jaja i larwy przed drapieżnikami. Kontroluje zbiornik i uśmierca wszystkie drobne organizmy, które celowo lub przez przypadek się w nim znajdą. Szczególnie zajadle broni młodych przed drapieżnymi larwami ważek z gatunku *Diceratobasis macrogaster*. Gdy tylko samica kraba oddali się od wodnego gniazda, momentalnie zjawiają się przy nim dorosłe ważki, które znoszą tam jaja. Z jaj wykluwają się żarłoczne larwy, których jedynym pożywieniem są jaja i larwy krabów.

Innymi skorupiakami, które opiekują się jajami i potomstwem, są raki. Podczas kojarzenia się samiec przekazuje pakiet nasienia samicy, a ta wykorzystuje go później do zapłodnienia. Matka składa jaja i przytwierdza je na spodzie odwłoka do kończyn odwłokowych. W zależności od gatunku i temperatury otoczenia po kilku tygodniach wylęgają się z nich larwy, które nie opuszczają matki. Początkowo korzystają z zapasów żółtka, a potem żywią się resztkami pożywienia samicy. Gdy larwy przeobrażą się w raczki, opuszczają rodzicielkę.

Również krewetki należące do infrarzędu Caridea opiekują się jajami. Samice noszą je pod odwłokiem aż do wylęgnięcia się z nich larw. Pospolicie występująca w Polsce ośliczka zniesione jaja i młode osobniki nosi w kieszeni lęgowej. Opieka nad nimi trwa ponad 2 mies., po czym kieszeń lęgową opuszczają całkowicie ukształtowane miniatury osobników dorosłych. Do skorupiaków należą także zamieszkujące bliskowschodnie pustynie stonogi z gatunku *Hemilepistus reaumuri*. Zwierzęta te tworzą grupy rodzinne, gdzie

Odnóża pływne krewetek (pleopody) służą też do noszenia jaj.

eprasa.pl c7bd52aca3

wychowem młodych zajmują się zarówno samice, jak i samce. Młode są chronione przez osobniki dorosłe oraz przez starsze rodzeństwo. Rodzice dostarczają także pokarm, czyli mniejsze bezkręgowce, do gniazda.

SĄSIEDZI CZŁOWIEKA

Skorki to pospolite krajowe owady często nazywane szczypawkami lub zausznikami. W zasadzie są wszystkożerne, bo zjadają różnego rodzaju odpadki, a także mniejsze bezkręgowce, nierzadko określane mianem szkodników (miodówki, mszyce, bawełnice). Te pożyteczne zwierzęta często występują w pobliżu ludzkich zabudowań czy w ogrodach. Skorki w odróżnieniu od większości bezkręgowców dobierają się w pary, po czym tuż przed zniesieniem jaj samica buduje gniazdo lub zasiedla podziemną norkę wydrążoną wcześniej przez inne zwierzę. Jaja są pilnowane i cały czas doglądane przez matkę. Samica regularnie przenosi je z miejsca na miejsce i oczyszcza z rozwijających się na nich grzybów. Naukowcy przeprowadzili doświadczenie polegające na obserwacji, co może stać się z jajami, jeśli samica przestanie się nimi zajmować. Okazało się, że jaja skorków są bardzo wrażliwe na atak grzybów, wskutek czego obumierają. Samica opiekuje się także wylęgniętymi larwami, które pozostają w gnieździe do drugiego stadium rozwojowego (skorki mają cztery stadia rozwojowe). Najbliższymi krewnymi skorków są także zamieszkujące Polskę kikutniczki pospolite, które również opiekują się zniesionymi jajami.

Chyba najbardziej nielubianymi bezkręgowcami bytującymi w naszych domach są karaluchy. Owady te zamieszkują szpary i ciemne przestrzenie w okolicy rur czy miejsc składowania pożywienia lub odpadków. Lubią, gdy jest ciepło, wilgotno i niezbyt jasno. Z dala od ludzkiego wzroku i środków owadobójczych przystępują do lęgów. Pewne gatunki po złożeniu jaj otaczają je wspólną powłoką, która po pewnym czasie twardnieje. Taki kokon, nazywany ooteką, czasami zagrzebywany jest przez samicę w podłożu lub ukrywany w szczelinie. Niektóre gatunki noszą ooteki na końcu odwłoka. Dzięki temu jaja są chronione przed zjedzeniem przez drapieżniki.

Jaja skorków bez opieki rodzicielskiej mogą ulec zagrzybieniu.

Karaczany z rodzaju *Cryptocercus* częstokroć uważa się za bliskich krewniaków termitów. Podobnie jak one odżywiają się drewnem, a celuloza w ich układzie pokarmowym jest rozkładana z udziałem symbiotycznych wiciowców. Również tak jak termity żyją w społecznościach, w których wyodrębniają się długoterminowe pary rodzicielskie. Samiec związany z samicą podobnie jak ona opiekuje się jajami i potomstwem oraz broni swojego tunelu przed intruzami. W przypadku tych karaczanów zaobserwowano żywienie trofolaktyczne – dorosłe osobniki przekazują młodym pokarm poprzez wydalanie go z układu pokarmowego. Sam wychów młodych trwa czasami wiele miesięcy.

PRZEDSZKOLA GNOJARZY

W przyrodzie nic nie może się zmarnować i wszystkie odpady organiczne, w tym odchody, są zagospodarowywane. Dla chrząszczy zwanych gnojarzami, a w szczególności dla ich potomstwa, znalezione

Od lewej: Karaczany z rodzaju *Cryptocercus* wiążą się w monogamiczne pary i razem opiekują potomstwem.

Samica karaczana z gatunku *Periplaneta brunnea* z widoczną ooteką na końcu odwłoka

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

eprasa.pl c7bd52aca3

Grabarze składają jaja na padlinie i żywią larwy przeżutą papką. Na zdj. grabarz żółto-czarny.

odchody są manną z nieba. Spotykany na polskich łąkach i pastwiskach żuk gnojowy przygotowuje swego rodzaju podziemne przedszkole. Samiec i samica razem drążą pionowy korytarz o głębokości wynoszącej nawet 50 cm, a następnie kilka bocznych odgałęzień zakończonych większymi komorami. Każda z komór zostaje przez rodziców wypełniona odchodami, a na końcu samica znosi zapłodnione jajo. Wylęgające się larwy nie muszą szukać pożywienia, gdyż troskliwi rodzice zadbali o ich przyszłość. Chrząszcze należące do rodzaju skarabeuszy składają po jednym jaju wewnątrz kuli zrobionej ze zwierzęcych odchodów. Przetaczają przy tym znalezisko do miejsca, które umożliwia jego zakopanie. Pod ziemią wyklute z jaj larwy są bezpieczne oraz mają zagwarantowany pokarm na start.

Grabarze pospolite natomiast gustują w padlinie kręgowców. Samce tych chrząszczy mają bardzo dobry węch i po odnalezieniu martwego zwierzęcia wydają skrzypiące odgłosy, by zwabić samice. Po utworzeniu pary przyszli rodzice w miarę możliwości zakopują padlinę w całości lub tylko częściowo. Pod ziemią samica składa kilkanaście jaj, z których wylęgają się larwy. Te z kolei rodzice żywią papką przygotowaną ze wstępnie przetrawionej padliny. Po pewnym czasie młode zaczynają już zjadać truchło samodzielnie.

RODZINY PAJĘCZAKÓW

Skorpiony w odróżnieniu od większości pajęczaków są jajożyworodne. Ich młode rosną w drogach rodnych samicy nawet przez kilka miesięcy. Po tym czasie matka wydaje na świat w pełni ukształtowane miniatury zwierząt dorosłych. Młode wdrapują się na jej grzbiet, gdzie pozostaną nawet przez miesiąc – aż do pierwszej wylinki, po której wytwarzają twardszy pancerz, zabezpieczający przed atakiem drapieżników. Wówczas zaczynają życie na własny rachunek. Do tego momentu matka żywi je upolowaną przez siebie zdobyczą.

Jajami pająków należących do rodziny pogońcowatych opiekują się samice – umieszczają je w utkanym kokonie jajowym, przyczepionym za pomocą

Po wylęgu młode skorpiony wdrapują się na grzbiet samicy.

eprasa.pl c7bd52aca3

kądziołków przędnych do odwłoka. Po wykluciu się z jaj młode pająki wchodzą na grzbiet samicy, która chroni je przez jakiś tydzień przed drapieżnikami. Po upływie tego czasu powłoki ciała młodych twardnieją, a pajączki usamodzielniają się i opuszczają matkę.

Wyjątkowym przedstawicielem skakunów jest zamieszkujący tropikalne tereny Azji *Toxeus magnus*. Samice pozostawiają na oprzędzie białawy płyn, zjadany potem przez młode osobniki. W każdym jego mililitrze znajduje się ok. 2 mg cukrów, 5 mg tłuszczów i 124 mg białka. Pajęczyca produkuje zatem odżywczą miksturę, którą można porównać z mlekiem ssaków. Drastycznym przykładem matczynej troski o potomstwo jest pająk z gatunku *Stegodyphus dumicola*, należący do rodziny poskoczowatych. Samice łapią i zjadają zdobycz, po czym zwracają papkę, którą karmią swoje młode. Gdy pajączki podrosną, wchodzą na grzbiet samicy, przegryzają jej pokrywy ciała i zaczynają żywić się jej płynami ustrojowymi. Osłabiona matka wkrótce umiera, a dobrze odżywione pająki odchodzą.

OJCIEC OPIEKUN

Jeśli u bezkręgowców występuje opieka rodzicielska nad jajami lub wylęgiem, to zazwyczaj podejmuje się jej samica. Ale u amerykańskich pluskwiaków wodnych z gatunku *Abedus herberti* to ojciec przejmuje wszystkie obowiązki. Matka ogranicza się do przekazania mu zniesienia. Zwierzęta te zamieszkują rzeki i inne zbiorniki słodkowodne południowych stanów USA oraz północnego Meksyku. Przez Amerykanów nie są darzone wielką sympatią, bo w momencie zagrożenia mogą dotkliwie ugryźć. Większość życia spędzają pod wodą i tylko w wyjątkowych sytuacjach wychodzą na ląd. Również zapłodnienie odbywa się w warunkach wodnych. Samica zniesione i zapłodnione jaja przykleja do grzbietu samca, który nosi je aż do wylęgu larw. Pluskwiaki te są często eksponowane w amerykańskich ogrodach zoologicznych jako przykład bezkręgowców, u których jajami opiekuje się ojciec.

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

U pluskwiaków wodnych z gatunku *Abedus herberti* jajami opiekuje się tylko samiec.

Pająk *Hogna radiata* (pogończowate) z kokonem jajowym

Pająki z gatunku *Toxeus magnus* (skakunowate) karmią młode płynem wydzielanym na oprzęd.

Samice *Stegodyphus dumicola* (poskoczowate) są zjadane przez własne młode.

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

eprasa.pl c7bd52aca3

KOKAINA

eprasa.pl c7bd52aca3

Od liści krasnodrzewu pospolitego, żutych w Andach w celu zyskania energii i zwiększenia wydolności organizmu, do krystalicznego proszku wciąganego do nosa, palonego albo wstrzykiwanego – w zasadzie na całym świecie.

MIROSŁAW DWORNICZAK

HISTORIA kokainy ginie w mrokach dziejów. Prawdopodobnie już co najmniej 5 tys. lat temu mieszkańcy obszarów górskich Ameryki Południowej zauważyli, że żucie liści rosnącego tam krasnodrzewu pospolitego bardzo pozytywnie wpływa na wydolność organizmu. Ludzie bytujący na dużych wysokościach w Andach mogli nosić spore ciężary i pracować w miejscach, gdzie zawartość tlenu w powietrzu jest ze względu na wysokość nad poziomem morza zdecydowanie mniejsza niż na nizinach.

Liści koki używano w zasadzie na dość ograniczonym obszarze. Nikt specjalnie się nie interesował, dzięki czemu działały. Od strony chemicznej ich skuteczność zaczęli badać dopiero w połowie XIX w. Europejczycy. Niemiec Albert Niemann bazował na liściach przywiezionych z Ameryki Południowej i opracował proces uzyskiwania czystej kokainy. Zresztą to on nadał jej tę obowiązującą do dziś nazwę. Po jego przedwczesnej śmierci badania nad tym związkiem kontynuował z wielkim powodzeniem Richard Willstätter, choć dopiero w 1923 r. udało mu się dokonać pełnej jego syntezy. Warto tu dodać, że biały proszek, który potocznie nazywamy kokainą, to tak naprawdę nie czysta zasada, ale jej sól – zwykle chlorowodorek kokainy.

OD LIŚCI NA DRZEWIE DO KRESKI W KLUBIE

Niemal cała kokaina trafia do Stanów Zjednoczonych i Europy z Ameryki Południowej. Jest ona ekstrahowana z liści koki, albowiem typowa synteza jest absolutnie nieopłacalna. Z narkotykiem tym kojarzą się najczęściej nazwisko Pabla Escobara oraz jego słynny kartel z Medellín. W latach 70. i 80. ub.w. kontrolował on ok. 80% światowego rynku kokainy, co uczyniło go jedną z najbogatszych osób na świecie. Jego ludzie wymyślali coraz to nowe sposoby przemytu – od prostych podwójnych przestrzeni w walizkach przez nasączanie roztworem kokainy odzieży albo owoców aż po miniaturowe łodzie podwodne. Później nielegalne laboratoria w Europie czy USA zwykle przeprowadzały ekstrakcję narkotyku oraz oczyszczały go i przygotowywały do sprzedaży.

Tak naprawdę bardzo rzadko można kupić prawdziwą czystą kokainę. Zazwyczaj każdy kolejny pośrednik chce zmaksymalizować swoje zyski z handlu, a więc w jakimś stopniu zmniejsza w proszku realną zawartość substancji czynnej. Pomysły są bardzo różne. Często dodaje się obojętne dla organizmu glukozę, laktozę czy skrobię. Niektórzy wykorzystują w tym celu nawet talk dla dzieci. Nieco bardziej wyrafinowane jest mieszanie kokainy ze związkami znieczulającymi (lidokaina, prokaina). Gorzej, jeśli diler w celu wzmocnienia działania dołoży amfetaminę czy opioidy (np. fentanyl), ale tu rolę odgrywają koszty. Taniej wychodzi domieszać proszek do prania (!) czy mieloną kredę – przecież końcowy odbiorca nie pójdzie ze skargą na policję.

Liście krasnodrzewu pospolitego

Warto zauważyć, że istnieją spore różnice między końcowym składem kokainy w USA i Europie. W Stanach znacznie częściej znajdziemy lewamizol (lek weterynaryjny przeciw robakom, wzmacniający stymulujące działanie narkotyku) oraz fentanyl, a w Europie – środki znieczulające i kofeinę. Szczególnie niebezpieczna jest obecność lewamizolu. Odnotowano po jego zażyciu szereg przypadków obumierania tkanek na uszach, stopach, brzuchu, a nawet na penisie. Inne efekty uboczne obejmowały trwałe uszkodzenia mózgu, w tym struktury kory czołowej. Różna jest też zawartość czystej kokainy w końcowym produkcie: w USA jest to 30–50%, natomiast w Europie aż 50–70% (takie wartości spotyka się przede wszystkim w krajach portowych: Belgii, Holandii, Hiszpanii).

NIE TYLKO DO NOSA

Gdy myślimy o kokainie, przed oczami pojawia nam się obraz proszku pieczołowicie dzielonego na kreski i wciąganego do nosa przy użyciu rurki czy

Fot. Shutterstock (2)

eprasa.pl c7bd52aca3

Kokaina skonfiskowana w Boliwii

np. zwiniętego banknotu (dla szpanu – studolarówki). Zazwyczaj jednak w tym celu wykorzystuje się małe lusterko, ostatnio – ekran smartfona. Popularne jest także wcieranie proszku w dziąsła, bo działa równie szybko jak wchłaniany przez śluzówki nosa. Kokainę można jeszcze przyjmować dożylnie (bardzo niebezpieczne) oraz doustnie (działa dłużej, ale znacznie słabiej).

Przypomnę, że opisane wyżej sposoby dotyczą nie tyle kokainy zasadowej, ile jej soli, zwykle chlorowodorku. Jeśli przy pomocy jakiejś zasady (najczęściej węglanu sodu) wydzieli się w trakcie syntezy czysty alkaloid, uzyskamy substancję zwaną crackiem (ang. „trzask"). Nazwa pochodzi od charakterystycznego dźwięku wydawanego w trakcie palenia tego narkotyku. Proces otrzymywania cracku jest prosty. Przeprowadza się go najczęściej na zwykłej łyżeczce do herbaty, w której miesza się składniki, a następnie podgrzewa, np. nad świeczką. Takie działanie nazywa się zwykle gotowaniem (ang. *cooking*). Trzeba zdawać sobie sprawę, że crack to najbardziej niebezpieczna forma kokainy, ponieważ jego działanie jest bardzo silne (choć krótkotrwałe), bardzo łatwo też go przedawkować. Co ciekawe, crack można przyjmować także dożylnie, ale przed wstrzyknięciem kokaina musi być przetworzona w sól, czyli do pierwotnej formy chemicznej.

Crack – kokaina w postaci czystej zasady

Wino Marianiego

W 1863 r. francuski chemik z Korsyki Angelo Mariani opracował recepturę napoju alkoholowego, który dość szybko zyskał rozgłos jako wino Marianiego (Vin Mariani). Było to jedno z typowych win francuskich (bordeaux) z dodatkiem liści koki, które powoli uwalniały kokainę ekstrahowaną obecnym w winie alkoholem. Średnia zawartość kokainy w tym winie wynosiła ok. 250 mg/l. Produkt łączył działanie etanolu z dodatkiem rozpuszczonej kokainy. Mariani był dobrym chemikiem, ale jeszcze lepszym przedsiębiorcą – szybko osiągnął oszałamiający sukces. W szczytowym okresie firma sprzedawała 10 mln butelek napoju rocznie. Delektował się nim dwór królowej Wiktorii, a nawet papieże Leon XIII (jego wizerunek był na plakacie reklamującym ten napój) i Pius X. Miłośnikami wina Marianiego byli też Thomas Edison, Artur Conan Doyle, Émile Zola czy Charles Gounod. Zainspirowało ono Pembertona do stworzenia receptury coca-coli.

Jeszcze niebezpieczniejszą kombinacją narkotyków jest mieszanina kokainy i heroiny, znana pod nazwą speedball. W tym przypadku oba związki do pewnego stopnia działają przeciwstawnie. Kokaina pobudza organizm, heroina go uspokaja, co wywołuje czasem niespodziewane efekty, zależne od składu mieszaniny. Właśnie speedball stał się przyczyną śmierci aktora Johna Belushiego, znanego choćby z filmu „Blues Brothers".

MEDYCYNA

Niewiele wiadomo o tym, czy liście koki wykorzystywano w andyjskiej medycynie, choć istnieją (nie do końca potwierdzone) doniesienia o ich stosowaniu do anestezji przy operacjach trepanacji czaszki. Pierwsze pewniejsze informacje na ten temat pochodzą już z Europy z XVI–XVII w.: za pomocą koki zmieszanej z węglanem wapnia, czyli kredą (w celu uwolnienia czystej i silniej działającej zasady), uśmierzano ból zębów, a więc działała ona jak swego rodzaju miejscowy anestetyk. Próbowano także jej używać do zmniejszenia obrzęków i na ropiejące rany. Ciekawostką jest to, że za jedyne pół dolara można było kupić buteleczkę roztworu kokainy do walki z łupieżem i łagodzenia świądu skóry.

Dość szybko po wyizolowaniu kokainy zainteresował się nią świat medyczny i ruszyły badania w celu ustalenia jej działania. Przyczyniła się do tego głównie notatka Niemanna, że smak wyizolowanej kokainy wydał mu się gorzki, co jest naturalne dla alkaloidów, a po nasypaniu jej na język na jakiś czas zdrętwiał mu czubek tego narządu. Dalej się tą sprawą nie zajmował. Dopiero kilka lat później temat podjął dr Thomás Moreno y Maiz. Ten pochodzący z Peru (co ważne) chirurg wojskowy przyjechał na staż podyplomowy

eprasa.pl c7bd52aca3

Reklama wina Coca – na zmęczenie umysłu i ciała

Krople kokainowe na ból zębów – reklama z 1885 r.

do Paryża i skupił się na znieczulającym działaniu liści koki. Pierwsze eksperymenty prowadził na żabach, dopiero potem z udziałem ludzi. Jednoznacznie stwierdził, że nawet w minimalnych dawkach związek ten ma silne miejscowe działanie anestetyczne. Jego praca doktorska na temat kokainy miała przełomowe znaczenie. Był jednak dość ostrożny przy wyciąganiu wniosków. Na pytanie, czy można ją wykorzystywać jako środek znieczulający, odpowiedział: „Mamy za mało danych. Przyszłość to rozstrzygnie".

Po publikacjach Morena y Maiza badania nad zastosowaniem kokainy w medycynie ruszyły pełną parą. Pojawiło się sporo tekstów, w których informowano, że związek ten jest bardzo dobrym anestetykiem lokalnym. W 1880 r. rosyjski lekarz Wasilij von Anrep wstrzykiwał kokainę podskórnie zwierzętom, ale też eksperymentował na sobie. Zaobserwował zniesienie bólu nawet przy zastosowaniu niskich stężeń związku. Zaproponował więc jego użycie w trakcie prostych zabiegów chirurgicznych. Z kolei Karl Koller z Wiednia wykorzystywał kokainę w okulistyce. Pomysł ten podrzucił mu Sigmund Freud, który szybko stał się entuzjastą tego alkaloidu. Używał go na tyle często, że dość szybko się od niego uzależnił. Co więcej, uważał, że kokaina leczy uzależnienie od morfiny (!), która w owym czasie była bardzo popularną używką rekreacyjną. Stosował ją także jako lek u swoich pacjentów psychiatrycznych. Doświadczenia Kollera zyskały na tyle duży rozgłos po jego wystąpieniach na kongresie okulistycznym w Heidelbergu, a niedługo później w Wiedniu (1884), że informacje

Kokaina w coca-coli – prawda czy mit?

Chyba nie ma na świecie bardziej rozpoznawalnej marki spożywczej od Coca-Coli. Receptura stworzona przez amerykańskiego farmaceutę z Atlanty Johna Pembertona miała dwa podstawowe składniki – liście koki oraz orzeszki kola (tu będące źródłem kofeiny). Oryginalny skład jest ścisłą tajemnicą firmy, wiemy jednak na pewno, że w pierwotnej recepturze kokaina występowała, choć w dość małej ilości. No cóż, pierwotnie był to opatentowany wzmacniający napój medyczny. Ten etap zakończył się jednak w 1903 r., choć kokaina pozostawała w USA legalna aż do 1914. Tak naprawdę śladowe ilości kokainy były w niej nadal obecne aż do 1929 r., kiedy to opracowano metodę pełnej ekstrakcji tego alkaloidu z liści. Sama firma nigdy nie potwierdziła obecności kokainy w napoju (ani jej usunięcia z receptury) prawdopodobnie po to, aby uniknąć popularnych w USA pozwów. Dziś syrop z koli otrzymuje jedna firma z New Jersey, a liście do jego produkcji importuje z Peru i Boliwii. Jeśli kogoś interesuje, co się dzieje z kokainą wyekstrahowaną z liści, to trafia ona do firmy farmaceutycznej Mallinckrodt, która jako jedyna w USA ma licencję na wykorzystanie tego związku do celów medycznych.

Magazyn ze skonfiskowaną kokainą z przemytu (Panama)

Fot. Alamy/Indigo (2), World History Archive/Forum, Granger/Forum, Reuters/Forum

eprasa.pl c7bd52aca3

Kokaina w służbie wojennej Niemców

Niemieccy uczeni prowadzili intensywne badania nad substancjami psychoaktywnymi, które orzeźwiałyby umysł i uwalniały żołnierzy od znużenia w boju. Pierwszą taką substancją był Pervitin – w zasadzie czysta metamfetamina. Niektórzy historycy twierdzą, że właśnie ta substancja stoi za sukcesem blitzkriegu w 1939 r. W samym 1939 r. wyprodukowano 29 mln tabletek tego specyfiku i rozprowadzano wśród żołnierzy na froncie. Pod koniec II wojny światowej, w 1944 r., uczeni opracowali nowy środek, znacznie silniejszy od Pervitinu. Nosił on nazwę D-IX, a składał się z 5 mg oksykodonu (silny opioid), 5 mg kokainy oraz 3 mg metamfetaminy. W założeniu miał dać żołnierzom nadludzką siłę oraz głębokie poczucie własnej wartości. Testy preparatu prowadzono m.in. na więźniach obozu w Sachsenhausen, którzy musieli maszerować przez całą dobę z plecakami ważącymi 20 kg. Okazało się jednak, że środek wykazywał wiele działań ubocznych, i w zasadzie Niemcy nie zdążyli go zastosować przed końcem wojny. Z dokumentacji medycznej Adolfa Hitlera wynika, że poza kroplami do oczu z kokainą używał on również mieszaniny tego narkotyku z opiatami – środki te zapisywał mu w dużych ilościach osobisty lekarz Theodor Morell.

o nich dotarły dość szybko do USA. Dość powiedzieć, że w ciągu roku od wygłoszenia tych referatów w prasie fachowej ukazało się na ten temat 60 publikacji. Nie dotyczyły one tylko okulistyki. Amerykańscy lekarze testowali użycie kokainy w stomatologii, a także przy leczeniu neuralgii. Niestety, była to nadal faza wczesnych eksperymentów. Stosowane stężenia kokainy były najczęściej zbyt wysokie, dlatego notowano zatrucia, nawet ze skutkiem śmiertelnym. Zaczęły się też pojawiać pierwsze doniesienia o uzależnieniu od tego związku.

Dziś kokaina ma zdecydowanie mniejsze zastosowanie w praktyce medycznej. Jakkolwiek jest to związek o doskonałym działaniu anestetycznym (lokalnym), wszelkie jego działania uboczne oraz ryzyko uzależnienia spowodowały, że został zastąpiony przez równie skuteczne środki, ale wolne od tych wad.

Meksykańska policja pali przejętą kokainę.

Obecnie kokainy używa się w przypadku silnych bólów w przebiegu zaawansowanych chorób nowotworowych, czasami też do znieczulenia miejscowego śluzówek nosa i gardła. Chlorowodorek kokainy w niewielkich ilościach dodaje się do przygotowania kropli do oczu. I pomyśleć, że kiedyś można było w aptece kupić bez recepty krople na ból zęba ze sporą ilością kokainy.

UZALEŻNIENIE I LECZENIE

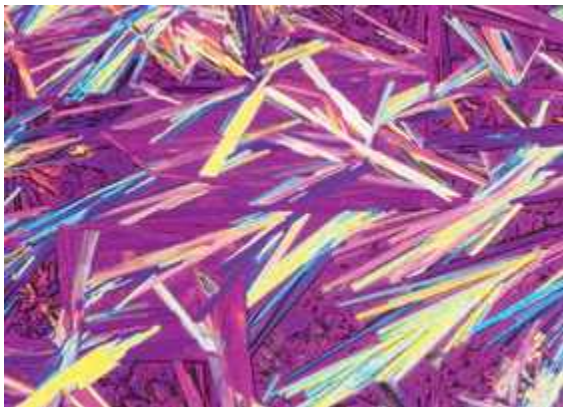
Już od dawna kokaina uznawana jest za narkotyk dla elity. Problem z uzależnieniem od tego związku wynika z tego, że większość osób ją zażywających funkcjonuje względnie normalnie w społeczeństwie. W tygodniu pracują, czasem bardzo ciężko, a w weekend wciągają kreskę albo kilka, aby się odstresować. Mogą tak działać nawet kilka lat, ale uzależnienie tylko się pogłębia. Co ważne, organizm powoli się przyzwyczaja do narkotyku, co skutkuje tym, że w celu uzyskania pożądanego efektu ciągle trzeba zwiększać jego dawki. Warto wiedzieć, że alkaloid ten powoduje zarówno uzależnienie psychiczne, jak i fizyczne. Pod względem mocy jest porównywalny z heroiną. Po pewnym czasie pojawiają się typowe objawy negatywne: zaburzenia nastroju, stany lękowe, kłopoty ze snem, czasem też urojenia. Oddziałując na układ krążenia, kokaina powoduje wzrost ciśnienia tętniczego, co może skutkować tachykardią oraz zaburzeniami rytmu serca. W efekcie czasami obserwuje się zawały, udary mózgu, niekiedy krwotoki wewnątrzczaszkowe.

Leczenie uzależnienia jest trudne i wymaga profesjonalnej pomocy. Najpierw trzeba odtruć organizm, co na ogół prowadzi do wystąpienia zespołu odstawiennego. Zwykle stosuje się też leczenie farmakologiczne, ale największe znaczenie ma psychoterapia. Tu trzeba powiedzieć, że nawet po bardzo krótkim okresie przyjmowania kokainy wychodzenie z uzależnienia jest procesem długotrwałym i skomplikowanym.

Badania zaprezentowane na początku XXI w. wykazały, że używanie przez matki kokainy nie wpływa,

Fot. Ordercrazy, Reuters/Forum, SPL/Indigo, Panos/Forum

eprasa.pl c7bd52aca3



Kryształy syntetycznej kokainy sfotografowane pod mikroskopem w świetle spolaryzowanym

jak wcześniej sądzono, na obniżenie IQ ich dzieci, chociaż związek ten przenika przez barierę krew–łożysko i barierę krew–mózg. Niestety, te same analizy wykazały, że u takich dzieci częściej występuje zaburzenie funkcji poznawczych, co zmniejsza ich szansę na osiągnięcie wyższego niż przeciętne IQ. Z kolei badania na szczurach dowodzą, że co prawda impulsywność nie jest czynnikiem predykcyjnym kompulsywnego samopodawania kokainy, ale za to już uzależnione zwierzęta wykazywały zwiększoną impulsywność wyborów.

W 2024 r. opublikowano testy dotyczące wpływu kokainy, która jest jednym z zanieczyszczeń rzek w Ameryce Południowej, na środowisko wodne. Okazało się, że wiele gatunków małży (np. *Perna perna*), ostryg (*Crassostrea gasar*), a nawet węgorze wykazują już po krótkim czasie zwiększony poziom neurotransmiterów takich jak dopamina i serotonina. Ma to później wpływ m.in. na układ hormonalny, a więc też na zdolność do rozrodu.

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.

Kokaina z domieszką opioidów jest coraz częściej przyczyną wielu nieszczęść.

REKLAMA

25 NAGRODY NAUKOWE POLITYKI

Przez 24 lata wsparliśmy 392 naukowców kwotą ponad 7 130 000 zł

Jesteś młodym ambitnym naukowcem?
Prowadzisz niebanalne, ważne społecznie projekty badawcze?
Wystartuj w konkursie o nasze stypendia naukowe
i świętuj z nami 25. urodziny!

Wypełnij formularz zgłoszeniowy: polityka.pl/stypendia

Czekamy do 13 czerwca!

Partner Główny Nagród Naukowych POLITYKI 2025

KOPIPOL

Partnerzy Nagród Naukowych POLITYKI 2025

Dr Irena Eris

CONSULTRONIX

zaKS

Patron honorowy

Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Patroni medialni

TVP info

tokfm

FORUM AKADEMICKIE

eprasa.pl c7bd52aca3

BŁYSKAJĄCA DZIURA

W supermasywnej czarnej dziurze, leżącej w centrum Drogi Mlecznej, odkryto bardzo częste i nieregularne błyski w podczerwieni. Co to może być?

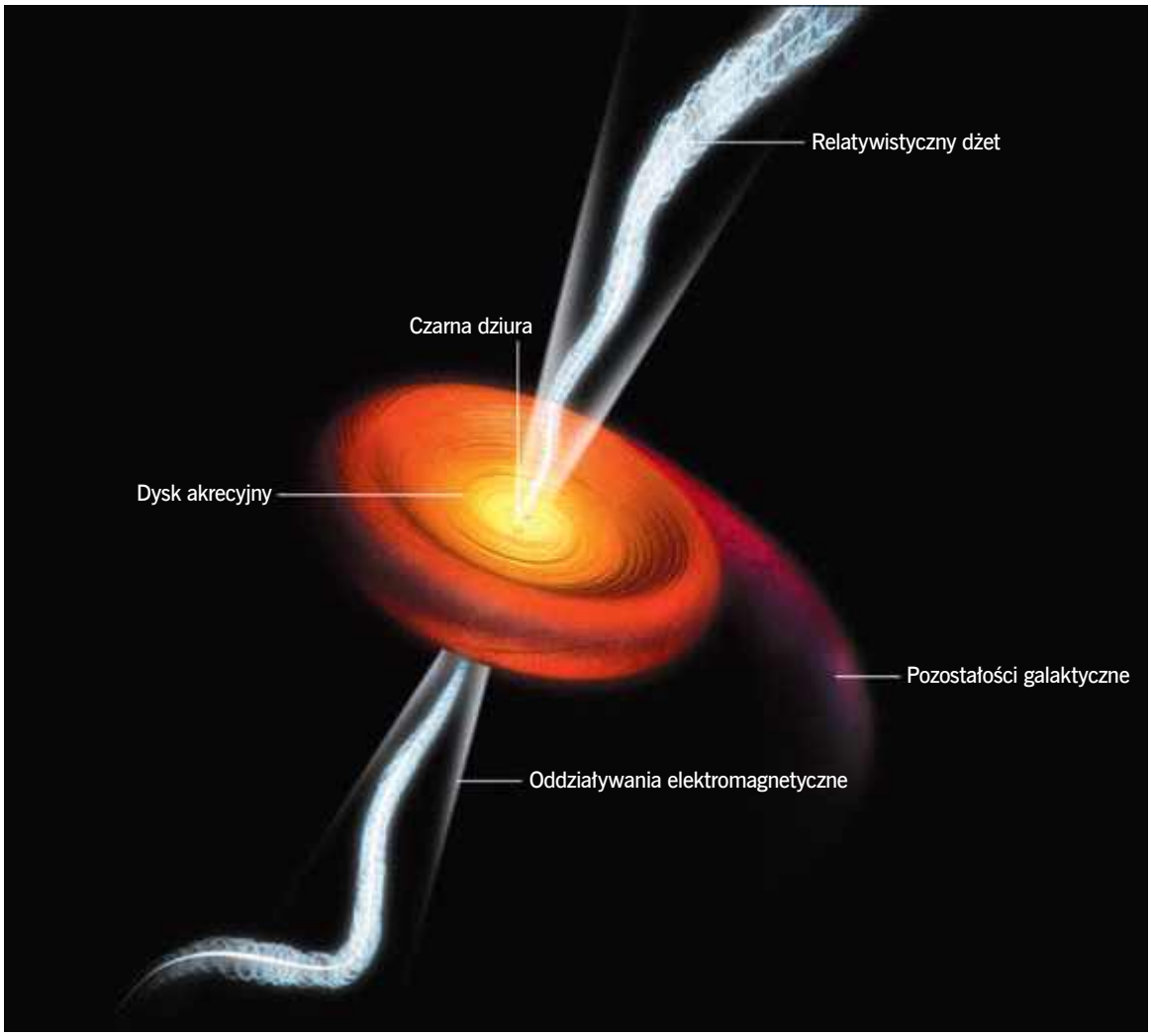
PRZEMEK BERG

NIEKTÓRE rozbłyski emitowane przez supermasywne czarne dziury to oślepiająco jasne erupcje, które pojawiają się codziennie, inne z kolei są słabymi migotaniami, trwającymi zaledwie kilka sekund, albo jeszcze słabszymi, narastającymi przez wiele miesięcy. Częstotliwość aktywności mieści się w szerokim zakresie – od krótkich przerywników do długich odcinków. W przypadku znajdującej się w centrum naszej galaktyki czarnej dziury, zwanej źródłem Sagittarius A*, krążący wokół niej wirujący dysk gazu i pyłu (tzw. dysk akrecyjny) emituje właściwie ciągły strumień rozbłysków. Ustalił to zespół astrofizyków z Northwestern University w Stanach Zjednoczonych, korzystając z Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba. Są to rozbłyski rejestrowane w podczerwieni. Nowe odkrycia mogą pomóc fizykom lepiej zrozumieć fundamentalną naturę czarnych dziur, sposób ich oddziaływania ze środowiskiem oraz dynamikę i ewolucję naszego galaktycznego domu.

„Uważa się, że rozbłyski występują w zasadzie we wszystkich supermasywnych czarnych dziurach, ale nasza jest wyjątkowa" – mówi Farhad Yusef-Zadeh z Northwestern, który kierował badaniami. „Zawsze kipi od aktywności. W latach 2023 i 2024 obserwowaliśmy ją wiele razy i za każdym razem widzieliśmy co innego, a to jest niezwykłe. Nic nigdy nie pozostawało takie samo". Wyniki obserwacji zespół Yusefa-Zadeha opublikował w jednym z lutowych wydań czasopisma „Astrophysical Journal Letters".

Bezpośrednie otoczenie supermasywnej czarnej dziury w centrum naszej galaktyki. Zdjęcie zostało wykonane przez teleskop kosmiczny Chandra podczas dwutygodniowej obserwacji tego miejsca.

eprasa.pl c7bd52aca3



Supermasywna czarna dziura w centrum tzw. galaktyki aktywnej (takimi galaktykami są m.in. kwazary).

CO TAM TAK BŁYSKA?

Źródło Sagittarius A* jest więc aktywniejsze, niż się spodziewaliśmy. Mówiąc prościej: obserwacje ujawniły fajerwerki o różnej jasności i różnym czasie trwania. Dysk akrecyjny otaczający czarną dziurę generował 5–6 dużych rozbłysków dziennie i wiele małych pomiędzy nimi. Z naszej perspektywy to strumień błysków – kilkuset dziennie. Oczywiście są między nimi przerwy, ale minimalne. „Zmienności (rozbłyski) wokół czarnej dziury zazwyczaj odpowiadają czasowi stabilnego orbitowania materii wokół niej" – wyjaśnia prof. Tomasz Bulik, astrofizyk z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego. „W przypadku takiej supermasywnej czarnej dziury, jaką jest źródło Sagittarius A*, czyli o masie ok. 4 mln Słońc, stabilne krążenie materii na tzw. wewnętrznej orbicie marginalnie stabilnej (to najbliższa dziury orbita krążącej materii; wszystko, co znajdzie się bliżej, wpadnie do czarnej dziury i na zawsze zniknie) utrzymuje się mniej więcej do 30 min. Z kolei zaobserwowane rozbłyski trwają poniżej minuty. W związku z tym widzimy coś, co fluktuuje w skali krótszej niż najkrótsza skala czasowa związana z ruchem materii okrążającej czarną dziurę. Wokół dziury krąży plazma, w której dochodzi do turbulencji i tworzenia się pól magnetycznych. I to właśnie one generują rozbłyski podobne pod względem fizyki zjawiska do promieniowania synchrotronowego, czyli promieniowania zjonizowanej materii wokół pola magnetycznego. W takich polach następują fluktuacje i turbulencje plazmy w dysku otaczającym centralną czarną dziurę. Hipoteza jest taka, że to, co odkryto, to bulgotanie dysku akrecyjnego wokół czarnej dziury, wywołane tym, że powstają w nim struktury magnetyczne podobnie jak na Słońcu. Pierwszy raz obserwujemy tak krótkie zmienności".

Zjawisko przypomina to, gdy pole magnetyczne Słońca gromadzi się, kompresuje, a następnie wybucha w postaci rozbłysku. Oczywiście procesy zaobserwowane przy źródle Sagittarius A* są intensywniejsze, ponieważ środowisko wokół czarnej dziury jest znacznie bardziej energetyczne i panują tam warunki ekstremalne. Ale powierzchnia Słońca również bulgocze

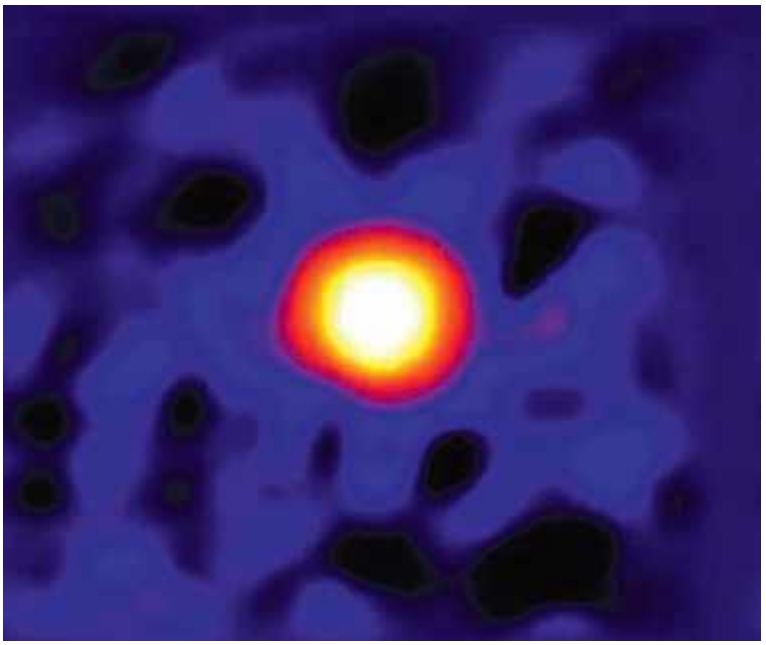
Fot. NASA/CXC/MIT/F. Baganoff, R. Shcherbakov et al., SPL/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

od aktywności. Generalnie jednak Yusef-Zadeh uważa, że silne rozbłyski naszej supermasywnej czarnej dziury są następstwem rekoneksji magnetycznej – zjawiska, podczas którego dwa pola magnetyczne się zderzają i uwalniają energię w postaci przyspieszonych cząstek. Poruszając się z prędkościami bliskimi prędkości światła, cząstki te emitują jasne rozbłyski promieniowania. Nowy jest tu fakt, że dzięki temu odkryciu możemy dokładniej badać przepływ materii i jej turbulentności wokół supermasywnych czarnych dziur oraz obserwować skalę czasową aktywności – rozbłyski są krótsze od typowych, do których się przyzwyczailiśmy.

JAK POWSTAJĄ SUPERMASYWNE CZARNE DZIURY?

To trudne pytanie, na które badacze nieba nie mają obecnie pewnej odpowiedzi. To, że nasza supermasywna czarna dziura w sposób tajemniczy rozbłyskuje, jest ciekawym zagadnieniem, ale jeszcze ciekawsze i ważniejsze jest pytanie, jak w ogóle obiekty, które znajdują się w centrach niemal wszystkich galaktyk, mogły powstać. Pamiętajmy, że mają one masy od kilku milionów do kilku miliardów mas Słońca. Jak się obecnie uważa, formowały się one w wyniku rośnięcia, czyli najpierw musiały istnieć zaczątki czy pierwsze czarne dziury o masach kilkuset Słońc, które prawdopodobnie rodziły się w wyniku ewolucji bardzo masywnych gwiazd pierwotnej materii. Istnieją dwie koncepcje powstawania dziur supermasywnych: pierwsza mówi o tym, że to rośnięcie odbywało się poprzez akrecję, czyli ściąganie materii, przy czym tutaj zagadką jest to, skąd pochodziło tak dużo materii i w jaki sposób zasilałaby stabilnie czarne dziury. Wiadomo bowiem, że nie mogą one pochłaniać dowolnie dużo materii. Przeskoczymy to, jeśli przyjmiemy drugą koncepcję – że supermasywne czarne dziury powstawały poprzez łączenie się kolejnych czarnych dziur, pochodzących z jednego gęstego od materii obszaru. Wówczas problem pochłaniania ogromnych ilości materii, umożliwiających osiągnięcie takich rozmiarów, znika, ale pojawia się inny: taki gęsty obszar musiałby jakoś powstać i musiałoby istnieć w nim mnóstwo blisko położonych czarnych dziur. To nie takie proste.



Jedno z ujęć flar i błysków rejestrowanych w podczerwieni przez Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba. Takie zjawiska to wynik bulgotania niejednorodności w dysku akrecyjnym, otaczającym naszą czarną dziurę.

Flary i błyski rejestrowane przez Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba

Artystyczna wizja supermasywnej czarnej dziury. Wokół dziury krąży dysk akrecyjny, a jej grawitacja zagina światło dalszych jego partii – stąd ten dziwny kształt.

eprasa.pl c7bd52aca3

Zresztą oba te scenariusze tracą na prawdopodobieństwie w dobie teleskopu Jamesa Webba. „Widzimy dzięki jego obserwacjom położone niezwykle daleko ogromnie masywne czarne dziury o miliardach mas Słońca, a dobiegające do nas ich światło przesunięte ku czerwieni pochodzi z czasów, gdy wszechświat był bardzo młody" – wyjaśnia dalej prof. Tomasz Bulik. Ponieważ wszechświat rozszerza się, i to w coraz większym tempie, galaktyki i ich centralne superdziury oddalają się od nas coraz szybciej i wskutek efektu Dopplera coraz bardziej dla nas czerwienieją (światło o najdłuższej fali ma kolor czerwony). Ich spektra przesuwają się ku większej długości fal elektromagnetycznych, czyli mniejszych częstotliwości. Im większe przesunięcie ku czerwieni obiektu, tym jest on dalej. W związku z tym te ogromnie dalekie i masywne dziury musiały powstać i pochłonąć odpowiednio duże porcje materii w ciągu zaledwie kilkuset milionów lat od chwili, gdy wszechświat w ogóle powstał. Wydaje się jednak, że ten czas jest zdecydowanie zbyt krótki. Czyli mamy dwie teorie, ale raczej słabo tłumaczą nasze obserwacje.

Te granice przesuwała jeszcze inna rozważana koncepcja, że supermasywne czarne dziury tworzyły się bezpośrednio z kolapsu ogromnych obłoków zagęszczonej pierwotnej materii kosmicznej. Wtedy z takiego kolapsu mogłyby od razu rodzić się obiekty o masach tysiąca czy nawet 10 tys. Słońc, które w wyniku dalszego łączenia się z sąsiednimi czarnymi dziurami dawałyby w efekcie rozmiary supermasywne. To ciekawa hipoteza, ale trudno wyobrazić sobie, jak takie ogromne i gęste obłoki materii, fluktuacje, miałyby powstawać. Zwłaszcza w bardzo wczesnym okresie istnienia wszechświata.

BYĆ MOŻE WSZECHŚWIAT JEST STARSZY

Okazuje się zatem, że czas dzielący Wielki Wybuch i moment powstania pierwszych supermasywnych czarnych dziur jest niewystarczający. To powoduje, że w środowisku naukowym pojawiają się rozmaite hipotezy egzotyczne, dzięki którym ten deficyt czasowy można jakoś wyjaśnić, np. by oddalić nieco w czasie moment narodzin wszechświata. Wtedy supermasywne czarne dziury miałyby szansę na uformowanie się i urośnięcie do monstrualnych rozmiarów. To by jednak oznaczało, że wszechświat jest starszy, niż obecnie myślimy. Otóż to.

„Wprowadzanie zmian parametrów kosmologicznych, w tym wieku wszechświata, nie jest proste" – kontynuuje prof. Bulik. „Korekty muszą być całkowicie zgodne z naszymi obserwacjami, których jest niemało. Choćby z tymi, które dotyczą ewolucji struktury wszechświata, rozkładu jego materii, kosmicznego promieniowania tła itd.". Mamy zatem w miarę ustaloną wiedzę o strukturze i rozkładzie materii we wszechświecie, a także o jego zawartości i kształcie. Wszystkie te parametry są ściśle związane z wiekiem wszechświata, o czym mówią wszelkie dane obserwacyjne. Dzisiejsza wiedza więc absolutnie nie wystarcza do tego, by wyjaśnić, jak rodziły się supermasywne czarne dziury. I szybko tego nie zmienimy.

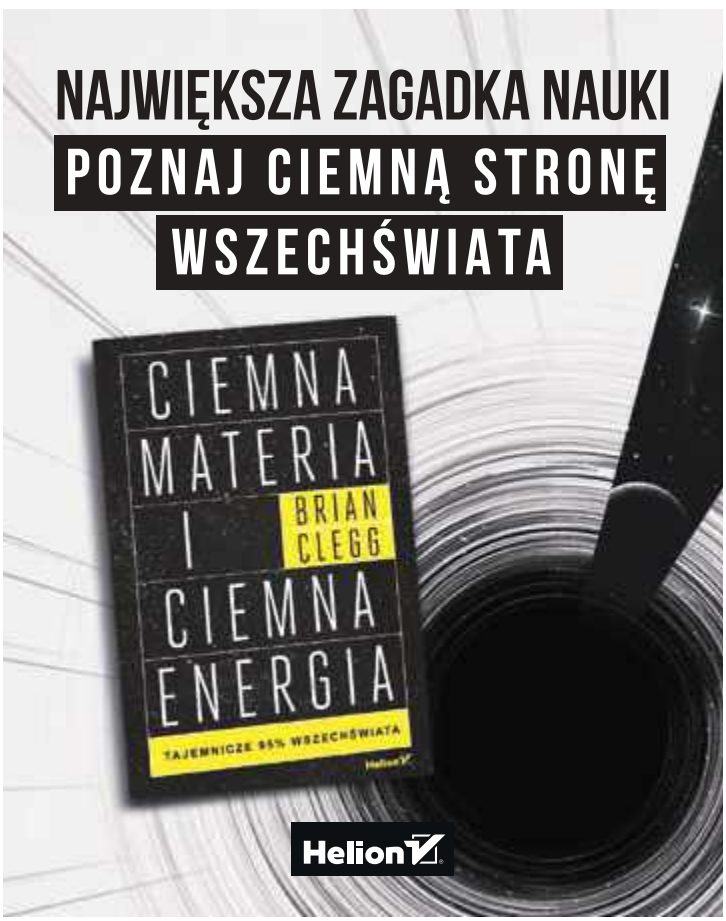
Artystyczna wizja zalążka supermasywnej czarnej dziury. Dwa takie zalążki udało się niedawno wykryć dzięki trzem teleskopom: Hubble'a, Spitzera i Obserwatorium Chandra.

Fot. Youtube, NASA/ESA/CSA/Ralf Crawford (STScI), NASA/CXC/M. Weiss

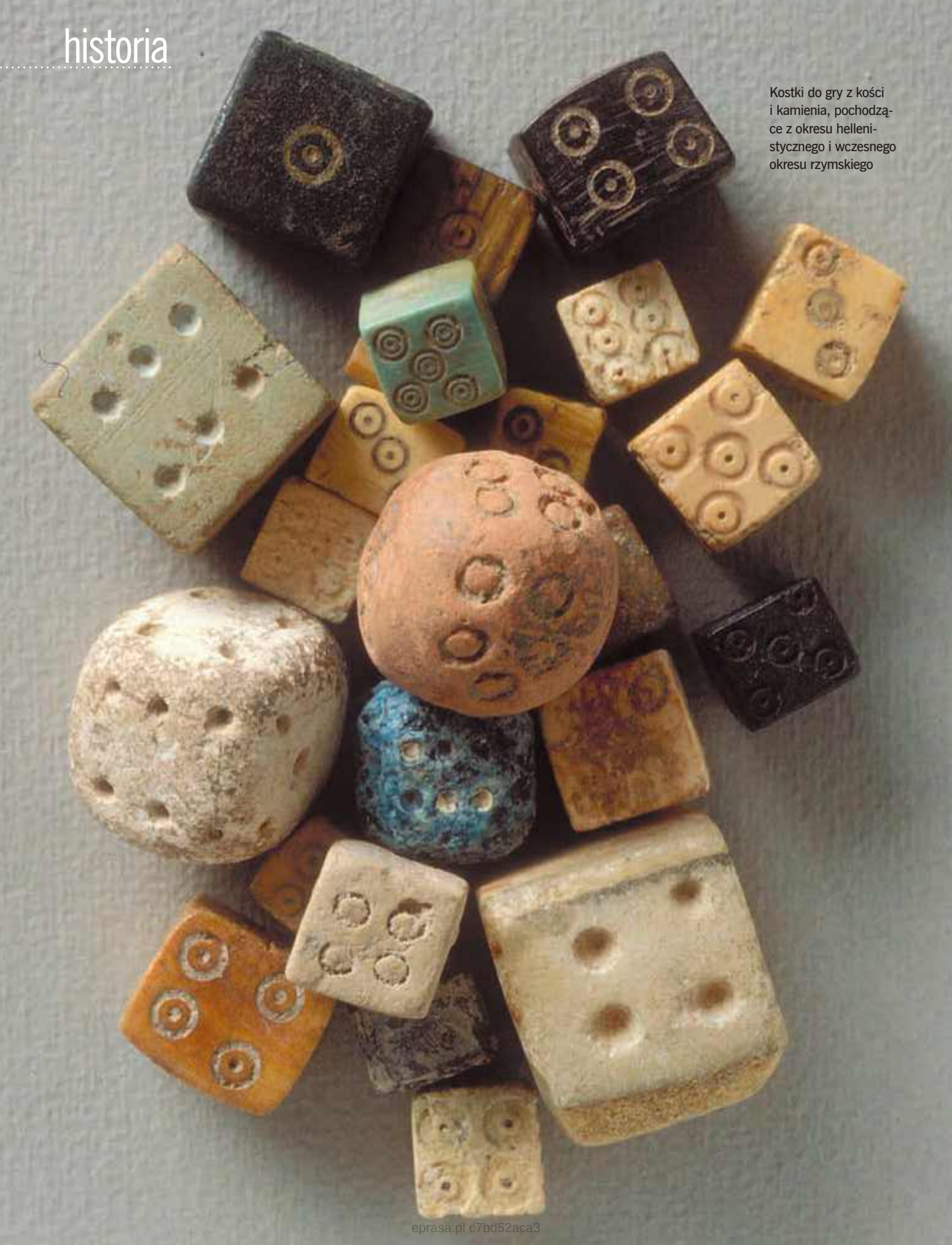
Przemek Berg

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

REKLAMA



eprasa.pl c7bd52aca3



Kostki do gry z kości i kamienia, pochodzące z okresu hellenistycznego i wczesnego okresu rzymskiego

eprasa.pl c7bd52aca3

FORTUNA KOŁEM SIĘ TOCZY

Wiara w to, że nasz los może odmienić się w ułamku sekundy, towarzyszy ludzkości od zarania dziejów. To właśnie z tego pragnienia narodził się fenomen gier losowych.

KAMIL NADOLSKI

NAJWIĘKSZA wygrana w historii gier losowych wyniosła 2,04 mld dol. Padła w listopadzie 2022 r. w Kalifornii podczas kultowej amerykańskiej loterii Powerball. Trzymiesięczna kumulacja doprowadziła do nagrody tak ogromnej, że mogłaby konkurować z budżetem małego państwa. Zwycięzcą został Edwin Castro – człowiek, który pokonał prawdopodobieństwo 1 do 292,2 mln. Trafił los, który zmienił wszystko, fortunę tak wielką, że trudno ją ogarnąć – nawet w kraju, gdzie wszystko wydaje się możliwe. Tak wysokie wygrane rozpalają wyobraźnię ludzi na całym świecie.

DLA BOGÓW I ZYSKU

Od początków cywilizacji człowiek starał się nadać znaczenie losowości, oswajając nieprzewidywalność świata rytualną interakcją z przypadkiem. W kulturach starożytnych najpopularniejszą formą gier losowych były kości. Najstarsze z nich to tzw. astragale – czyli kości skokowe owiec i kóz – które dzięki nieregularnemu kształtowi przyjmowały różne pozycje po rzucie. Analiza odkryć archeologicznych z terenów dzisiejszej Turcji, Iranu, Iraku i Egiptu wykazała ślady ich obróbki – wygładzania powierzchni czy oznaczania stron symbolami – co sugeruje ich wykorzystanie do gier.

Pierwotnie gry losowe były nierozerwalnie związane z wierzeniami i praktykami religijnymi. W społecznościach antycznych rzut kośćmi nie był rozrywką, lecz metodą komunikacji z siłami nadprzyrodzonymi. Przypadkowy wynik interpretowano jako wolę bogów lub duchów przodków, co pozwalało podejmować decyzje, rozstrzygać spory czy przewidywać przyszłość. Ten związek między losowością a sacrum nie jest zaskakujący – przypadek jako zjawisko nieprzewidywalne i niemożliwe do kontrolowania przez człowieka naturalnie kojarzył się z działaniem sił wyższych. Proces transformacji gier losowych z narzędzi wróżbiarskich w rozrywkę był powolny i niejednolity. W wielu kulturach oba zastosowania współistniały przez tysiąclecia. Antropologowie sugerują, że kluczowym etapem tej ewolucji było wprowadzenie elementu współzawodnictwa i nagrody. Gdy wynik rzutu przestał być tylko komunikatem od bogów, a stał się podstawą do uzyskania korzyści, narodził się hazard w dzisiejszym rozumieniu.

Jedną z najpopularniejszych zabawek wśród Greków były astragale. Zazwyczaj używano kości skokowej z tylnej nogi kozy lub owcy.

W Mezopotamii archeolodzy odkryli najstarsze kości do gry o regularnym sześciennym kształcie z ok. 3000 r. p.n.e. Znaleziska z królewskich grobowców w Ur (z lat 2600–2400 p.n.e.) zawierały kompletne zestawy do tzw. gry królewskiej – jednej z najstarszych znanych gier planszowych z elementem losowym. Przeprowadzone rekonstrukcje zasad na podstawie glinianych tabliczek z II w. p.n.e. wskazują, że był to wyścig, w którym ruch pionków zależał od wyniku rzutu kośćmi. W starożytnym Egipcie niezwykłą

Plansza i pionki do gry z grobowca w Ur, liczące 4 tys. lat

Fot. AKG/Forum (2), Alamy/Indigo

eprasa.pl c7bd52aca3

Amfora attycka przedstawiająca Achillesa i Ajaksa grających w kości (VI w. p.n.e.)

popularnością cieszyła się gra senet, której ślady odnajdujemy już w grobowcach I dynastii (ok. 3100 r. p.n.e.). Senet rozgrywano na planszy o 30 polach ułożonych w trzy rzędy po dziesięć pól. Choć początkowe zasady są niepewne, źródła z okresu Nowego Państwa (1550–1070 r. p.n.e.) sugerują, że była to kombinacja strategii i szczęścia, a ruch określały rzuty patyczkami lub kośćmi.

Starożytni Grecy kochali gry losowe. Kontynuowali tradycję gry astragalami, nadając jej formalne zasady i wprowadzając system punktacji. Szczególnie lubili *pente litha* (pięć kamieni), będącą kombinacją zręcznościowej żonglerki i losowego rzutu astragalami. Greckie wazy i freski często przedstawiają sceny gry w kości lub astragale. Najbardziej znana jest amfora z przedstawieniem grających w kości Achillesa i Ajaksa (VI w. p.n.e., autorstwa Eksekiasa). Większość greckich gier z czasem przejęli Rzymianie, a następnie rozwinęli je, tworząc własne odmiany. Niezwykle popularna była *alea*, rozgrywana przy użyciu trzech kości. Co ciekawe, sześcienne kości rzymskie (*tesserae*) były niemal identyczne z używanymi współcześnie. Hazard w Rzymie stał się tak powszechny, że wymagał regulacji prawnych. *Lex alearia*, wydane w 204 r. p.n.e., to pierwsza ustawa mająca z nim walczyć. Zakazywała gier losowych, z wyjątkiem okresu Saturnaliów – dorocznego święta, podczas którego zawieszano wiele społecznych norm. Mimo to zakazy powszechnie ignorowano. Bez wątpienia najsłynniejszą w historii grą losową jest symboliczny rzut kośćmi Juliusza Cezara przekraczającego Rubikon w 49 r. p.n.e. Jego słowa „*Alea iacta est*" (Kości zostały rzucone), przekazane przez Swetoniusza w „Żywotach cezarów", stały się uniwersalną metaforą podejmowania nieodwracalnej decyzji, ilustrując, jak głęboko symbolika gier losowych przeniknęła do języka i kultury. Nie inaczej było w średniowieczu.

HAZARD I MATEMATYKA

Chrześcijaństwo od początku miało skomplikowany stosunek do hazardu. Już w pierwszych wiekach swojego istnienia Kościół potępiał gry losowe, postrzegając je jako aktywność pogańską i niemoralną. Św. Augustyn w „Wyznaniach" przestrzegał przed hazardem jako pokusą odwracającą od życia duchowego. Średniowieczna teologia rozwinęła tę myśl, uznając hazard za grzech przeciwko pierwszemu przykazaniu, czyli oddawanie czci losowi zamiast Bogu. Nic zatem dziwnego, że kolejne synody i sobory wydawały dekrety zakazujące duchownym udziału w grach hazardowych. III sobór laterański (1179 r.) zakazał duchownym nie tylko grania, ale nawet przebywania w miejscach uprawiania hazardu. Mimo to w średniowiecznej Europie można było uczestniczyć w wielu grach kościanych. Archeologia dostarcza nam licznych dowodów ich rozpowszechnienia. Wykopaliska miejskie w Londynie, Paryżu, Kolonii czy Nowogrodzie ujawniły tysiące kości do gry, często wykonanych z poroża, a nawet kości słoniowej czy bursztynu. Choć hazard był społecznie potępiany, na dworach królewskich uchodził za akceptowaną rozrywkę. Prawdziwa rewolucja nastąpiła jednak wraz z pojawieniem się kart do gry.

Karty dotarły do Europy z Bliskiego Wschodu, prawdopodobnie przez muzułmańską Hiszpanię, w II poł. XIV w. Pierwsze europejskie wzmianki o nich pochodzą z 1371 r. z Katalonii, nieco później pojawiają się w dokumentach szwajcarskich, francuskich i niemieckich. Najstarsze zachowane

Plansza z hebanu i kości słoniowej do gry w senet, znaleziona w grobowcu Tutanchamona

eprasa.pl c7bd52aca3

europejskie talie są ręcznie malowane, luksusowe i pochodzą z późnego XIV i wczesnego XV w., jak karty stuttgarckie (ok. 1430 r.) czy talia łowiecka z Ambras (ok. 1440 r.). Były to małe dzieła sztuki, dostępne jedynie dla elity. Dopiero wynalezienie drzeworytu i papieru czerpanego umożliwiło masową produkcję kart. Wczesne talie miały różną liczbę kart i odmienne oznaczenia. Hiszpanie i Włosi używali motywów mieczy, buław, pucharów i monet (nawiązując do arabskich wzorów), Niemcy – dzwonków, liści, serc i żołędzi. Francuska talia z pikami, kierami, treflami i karo, która ostatecznie zdominowała Europę, pojawiła się dopiero pod koniec XV w.

Karta do gry z połowy XV w. Po prawej – współczesna, bazująca na oryginale

Gry karciane, w odróżnieniu od kościanych, pozwalały na więcej strategii i kalkulacji, co dodawało im intelektualnej głębi. Dla arystokracji hazard był demonstracją bogactwa i nonszalancji wobec fortuny, dla mieszczan i chłopów stanowił rzadką szansę na awans – nagła wygrana mogła zmienić pozycję społeczną. Jednocześnie stał się formą socjalizacji, pozwalającą na interakcje przekraczające bariery stanowe. W tawernie przy grze w kości mogli spotkać się przedstawiciele różnych warstw, choć oczywiście stawki różniły się drastycznie. Namiętnym graczem w karty był Ludwik XIV, a jego dwór w Wersalu stał się centrum rozwoju nowych gier. Francuskie zwyczaje hazardowe przywiózł do Anglii Karol II po powrocie z wygnania w 1660 r., inicjując tym erę gier karcianych wśród tamtejszej arystokracji.

Era nowożytna to również powstanie pierwszych kasyn, co doprowadziło do instytucjonalizacji hazardu przez państwowe loterie. Za pierwsze kasyno uchodzi weneckie Ridotto, otwarte w 1638 r. w budynku przy kościele San Moisè. Zarządzało nim miasto, oferując kontrolowane środowisko do uprawiania hazardu podczas karnawału. W Ridotto grano głównie w biribi (rodzaj loterii) i bassettę (poprzedniczkę współczesnego faraona). Kasyno wprowadziło też wiele elementów, które stały się standardem w tego typu lokalach: ścisłą kontrolę wejścia, wymóg określonego ubioru, profesjonalną obsługę, a także państwowy nadzór i opodatkowanie. Sukces Ridotto zainspirował podobne przedsięwzięcia w innych częściach Europy. Giacomo Casanova, słynny wenecki awanturnik i hazardzista, w swoich „Pamiętnikach" (pisanych w latach 1789–1798) zamieścił barwne opisy europejskich kasyn XVIII w.: „W Spa zobaczyłem książąt i lordów, kupców i awanturników, piękne damy i kurtyzany, wszyscy zmieszani przy stołach do gry, wszyscy równi pod biczem Fortuny".

Psychologia hazardu

W latach 50. XX w. psycholodzy behawioralni, w tym Burrhus Skinner, doszli do wniosku, że nieprzewidywalność nagrody jest kluczowym elementem uzależniającym w hazardzie.
Wraz z popularyzacją tej formy rozrywki rosło społeczne zrozumienie problemu uzależnienia. W 1957 r. w Los Angeles powstała pierwsza grupa Anonimowych Hazardzistów (Gamblers Anonymous), wzorująca się na programie 12 kroków anonimowych alkoholików. W 1972 r. dr Robert Custer założył pierwszą klinikę leczenia uzależnienia od hazardu w szpitalu dla weteranów w Brecksville w Ohio, co stanowiło początek medycznego podejścia do tego problemu.

Naukowcy doszli do wniosku, że kluczową rolę w atrakcyjności hazardu odgrywają wyniki bliskie wygranej (*near misses*) – sytuacje, gdy gracz niemal wygrywa (np. dwa identyczne symbole na automacie z trzema bębnami). Badania z użyciem fMRI (funkcjonalnego rezonansu magnetycznego) wykazały, że bliskie chybienia aktywują w mózgu te same obszary co rzeczywiste wygrane, mimo że obiektywnie są to przegrane. To tworzy silną motywację do kontynuowania gry. W praktyce kończy się na podjęciu kolejnej próby znanej jako prozaiczny „ostatni raz".

Istotnym czynnikiem jest również złudzenie kontroli – skłonność graczy do wiary, że mają wpływ na wynik gry, nawet gdy jest ona całkowicie losowa. Stąd typowe zachowania jak dmuchanie na kości, używanie szczęśliwych liczb czy rozwijanie systemów stawiania w ruletce. Ellen Langer, psycholożka z Harvardu, w przełomowym eksperymencie z 1975 r. wykazała, że ludzie są skłonni płacić więcej za los loteryjny, który sami wybrali, niż za losowo przydzielony mimo identycznego prawdopodobieństwa wygranej.

Fot. De Agostini/Forum, Topfoto/Forum, Alamy/Indigo, AKG/Forum

eprasa.pl c7bd52aca3

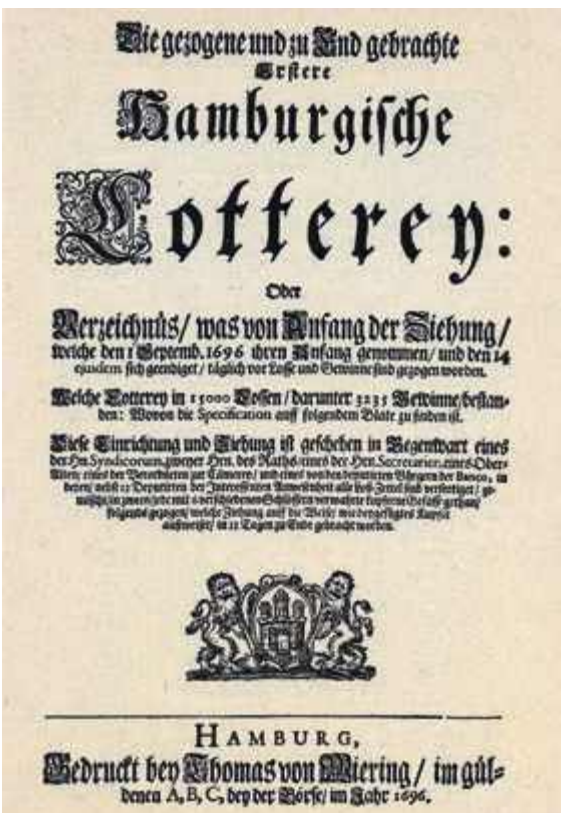
Hazard na ziemiach polskich

Pierwsze wzmianki o grach losowych pochodzą z wczesnego średniowiecza. Wykopaliska archeologiczne w Gdańsku, Krakowie, Wrocławiu i Poznaniu ujawniły liczne kości do gry, datowane na XI–XIII w., co świadczy o popularności takich rozrywek już w czasach pierwszych Piastów. Często przestrzegano przed zgubnym wpływem hazardu. W „Statucie wiślickim", czyli zbiorze praw wydanych przez Kazimierza Wielkiego, czytamy: „Zgubny nałóg gry w kości ukrócić chcemy. Bowiem przez kości nieraz, za długi swoich synów, niewinni ojcowie tracą całe mienie. Ustanawiamy więc, aby gdy syn, będąc pod władzą ojca, w kości gra i jakąś część pieniędzy albo innego majątku przegra, ojciec dopóki żyje, żadnej szkody z tego tytułu nie ma cierpieć ani płacić". Pierwsze polskie regulacje prawne dotyczące hazardu pojawiły się już w statutach miejskich z XV w. Statut krakowski z 1465 r. zakazywał gier hazardowych w miejscach publicznych pod karą grzywny. Podobne regulacje istniały w Warszawie, Gdańsku i Poznaniu.

Na dworze królewskim gry losowe pojawiły się prawdopodobnie wraz z małżeństwami władców z księżniczkami z zachodu Europy. Kroniki wspominają, że królowa Jadwiga (lata panowania 1384–1399) przywiozła z Węgier zwyczaj gry w karty, który szybko przyjął się wśród polskiej elity. Jan Długosz wspominał o grach na dworze Władysława Jagiełły, choć sugerował, że sam król preferował szachy. Złoty wiek polskiej kultury (XVI w.) przyniósł rozkwit różnorodnych form rozrywki, w tym gier hazardowych.

Instytucjonalnego charakteru nabrały również loterie, gdyż stały się ważnym narzędziem finansowania państwa. Były źródłem pieniędzy na budowę dróg, mostów, kanałów. Pierwsza loteria państwowa została zorganizowana we Florencji w 1530 r. pod nazwą Lotto de Firenze. Wkrótce wiele podobnych przedsięwzięć pojawiło się w innych włoskich miastach, a następnie w całej Europie. Zresztą słynna Royal Opera House w Londynie została częściowo sfinansowana z loterii w 1739 r. Krytycy wskazywali jednak na degenerujący wpływ takich zabaw na moralność i szczególnie szkodliwe oddziaływanie na ubogich, którzy często wydawali ostatnie pieniądze na losy. Adam Smith w „Bogactwie narodów" (1776 r.) uznał loterie za podatek regresywny, który „nigdy nie był i nigdy nie będzie korzystny dla społeczeństwa".

Paradoksem jest, że hazard przyczynił się niejako do rozwoju matematyki, a konkretnie – rachunku prawdopodobieństwa. Pierwszym istotnym krokiem w tym kierunku była wymiana listów między francuskimi matematykami Blaise'em Pascalem i Pierre'em de Fermatem w 1654 r. dotycząca tzw. problemu podziału stawki. Problem postawiony przez Chevaliera de Méré dotyczył sprawiedliwego podziału puli w niedokończonej grze hazardowej. Rozwiązując go, Pascal i Fermat położyli podwaliny pod nowoczesną teorię prawdopodobieństwa. Nauka nie była tu bez znaczenia. Matematyczny wgląd w mechanikę hazardu stopniowo wypierał przesądne przekonania o szczęśliwych liczbach. Dla bardziej wykształconych warstw hazard przestawał być walką z kapryśną fortuną, a stawał się grą o zrozumiałych probabilistycznych regułach.


Die gezogene und zu End gebrachte
Erstere
Hamburgische
Lotterey:
Oder
Verzeichnüs/ was von Anfang der Ziehung/
welche den 1 Septemb. 1696 ihren Anfang genommen/ und den 14
eyusdem sich geendiget/ täglich vor Loß und Gewinne sind gezogen worden.
Welche Lotterey in 15000 Losen/ darunter 3235 Gewinne bestanden: Wovon die Specification auff folgendem Blatt zu finden ist.
Diese Einrichtung und Ziehung ist geschehen in Gegenwart eines
HAMBURG,
Gedruckt bey Thomas von Wiering/ im gül-
denen A, B, C, bey der Börse/ im Jahr 1696.

Lista z wynikami losowań hamburskiej loterii, datowana na 1696 r.

TECHNOLOGICZNE SKOKI

Rewolucja przemysłowa, urbanizacja, wzrost zamożności społeczeństw oraz rozwój technologii w XIX w. umożliwiły powstanie nowych form hazardu i demokratyzację dostępu do rozrywek wcześniej zarezerwowanych dla elit. W tym czasie ukształtowały się współczesne symbole hazardu – od ruletki po automaty do gier. Choć początki ruletki sięgają XVIII w., to właśnie w XIX stuleciu gra ta osiągnęła status królowej kasyn. Współczesna forma ruletki wywodzi się z konstrukcji opracowanej przez francuskich braci Louisa i François Blanców, którzy w 1842 r. wprowadzili pojedyncze zero, zmniejszając przewagę kasyna z wcześniejszych wariantów. W Stanach Zjednoczonych ruletka rozpowszechniła się wraz z napływem europejskich imigrantów, szczególnie po kalifornijskiej gorączce złota (lata 1848–1855). Za oceanem dominowała odmiana z podwójnym zerem (wprowadzona

eprasa.pl c7bd52aca3

Automaty do gier. Z lewej – mały książę (1932), z prawej – jednoręki bandyta (1985)

pierwotnie we Francji, ale tam zarzucona), co zwiększało przewagę kasyna nad graczem. W XIX-wiecznym Nowym Orleanie, centrum amerykańskiego hazardu, ruletka była główną atrakcją eleganckich domów gry.

Kolejna rewolucja hazardowa nastąpiła wraz z wynalezieniem automatów. Pierwszą taką maszynę, nazwaną Liberty Bell, skonstruował w 1895 r. mechanik z San Francisco Charles Fey. Automat miał trzy bębny z symbolami podków, diamentów, serc, pików i dzwonków (stąd nazwa maszyny). Trzy dzwonki w jednej linii dawały najwyższą wygraną – 50 centów, co było równowartością 10 gier. Wynalazek Feya zrewolucjonizował świat hazardu. W przeciwieństwie do tradycyjnych gier kasynowych automaty nie wymagały wiedzy o regułach, umiejętności czy specjalnego stroju. Były dostępne dla każdego, kto miał kilka monet, co otworzyło drzwi klasie robotniczej i kobietom, wcześniej rzadko obecnym w kasynach. Automaty rozprzestrzeniły się błyskawicznie po Stanach Zjednoczonych, początkowo stawiane w salonach, barach i hotelach. Ich popularność jednak wzbudziła niepokój moralizatorów i polityków. W 1909 r. San Francisco zakazało korzystania z maszyn, a wkrótce podobne prawa wprowadziły inne miasta i stany. W 1931 r., w środku wielkiego kryzysu, Nevada jako jedyny stan zalegalizowała komercyjny hazard, co dało podwaliny przyszłemu imperium Las Vegas.

Wzrost zasięgu gier losowych ściśle wiązał się z rozwojem telegrafu i telefonu, które umożliwiły szybkie przekazywanie wyników. W Wielkiej Brytanii narodziny futbolu jako sportu masowego doprowadziły do powstania zakładów piłkarskich, w tym słynnych *football pools*, gdzie obstawiano wyniki meczów. Firma Littlewoods, założona w 1923 r., stała się pionierem tej formy hazardu i każdego tygodnia wysyłała pocztą do milionów Brytyjczyków kupony. Rozwój telewizji po II wojnie światowej nadał nowy wymiar zakładom sportowym. Możliwość śledzenia wydarzeń na żywo zwiększała emocje związane z obstawianiem wyników. Również i tym razem historia zatoczyła koło. Na wzrost popularności hazardu w społeczeństwie konserwatywni politycy odpowiedzieli federalną ustawą *Wire Act* (1961), która zakazała przekazywania informacji o zakładach przez media telekomunikacyjne w USA, co miało ograniczyć wpływy mafii. W praktyce prawo to zepchnęło cały sektor gier losowych do podziemia.

Obecnie doświadczamy zupełnie odmiennej formy gier losowych. Kasyna w dużym stopniu przeniosły się do przestrzeni wirtualnej i zmieniły sposób uczestniczenia w grach losowych. Internet, smartfony i technologie blockchain nie tylko otworzyły nowe rynki, ale również wprowadziły gry losowe do głównego nurtu kultury masowej, zacierając granice między hazardem, grami wideo a inwestycjami.

Kamil Nadolski

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

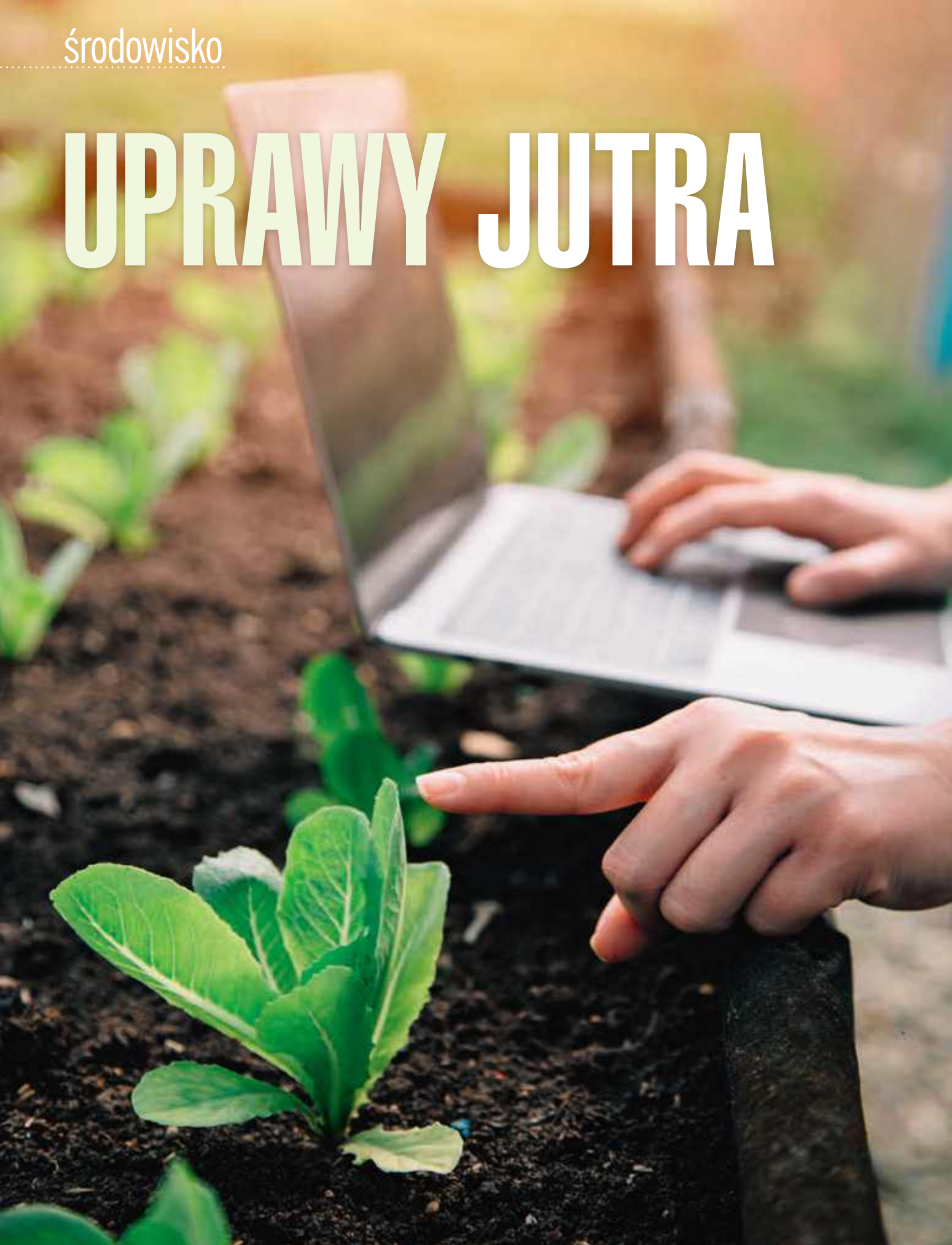
Światowe stolice hazardu

Las Vegas i Monte Carlo, choć powstały w zupełnie różnych okolicznościach i reprezentują odmienne podejścia do hazardu, stały się symbolami kultury kasyn. Monte Carlo, założone w 1863 r. przez François Blanca, od początku pozycjonowało się jako ekskluzywny kurort dla europejskiej arystokracji. Elegancja, dyskrecja i tradycja były jego znakami rozpoznawczymi. Kasyno Monte Carlo stało się także miejscem akcji licznych powieści i filmów, w tym przygód Jamesa Bonda. Z kolei Las Vegas ma znacznie bardziej prozaiczne początki. Było małą osadą na pustyni Mojave, a dwa wydarzenia zmieniły jego dzieje: legalizacja hazardu w Nevadzie w 1931 r. i rozpoczęcie budowy Zapory Hoovera, która przyciągnęła tysiące robotników szukających rozrywki w wolnym czasie.

Fot. AKG/Forum (2), Alamy/Indigo

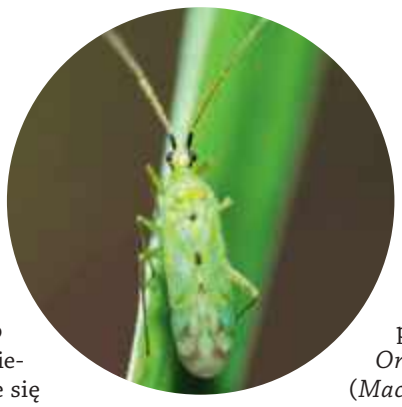
eprasa.pl c7bd52aca3

UPRAWY JUTRA



Rolnictwo przechodzi rewolucję – cichą, ale głęboką. Między tradycją a innowacją, wiejskim polem a laboratorium formuje się nowa wizja produkcji żywności: zrównoważona i inteligentna.

JUSTYNA JOŃCA



Macrolophus costalis – naturalny wróg mszyc, wciornastków i mączlików w uprawach pod osłonami

W OBLICZU zmian klimatycznych, kurczących się zasobów i rosnącego zapotrzebowania na żywność rolnictwo stoi przed największym wyzwaniem w swoich dziejach. Dotychczasowy model produkcji przestaje się sprawdzać – potrzebujemy czegoś więcej niż drobnych poprawek. Przyszedł czas na prawdziwą transformację. Nowoczesne technologie, zrównoważone praktyki, mądre zarządzanie wodą i glebą – to fundamenty upraw przyszłości. Ale równie ważne są przejrzystość, jakość i odpowiedzialność wobec ludzi i planety. Jak połączyć innowacje z tradycją? Jak tworzyć system, który będzie ekologiczny, dochodowy i akceptowalny społecznie? I jak przeprowadzić tę zmianę tak, by nikt nie został w tyle?

BIOKONTROLA

Jednym z najbardziej oczywistych – i zarazem najtrudniejszych – obszarów do zmiany jest ochrona roślin. Zamiast sięgać po chemię, rolnik może dziś postawić na naturalnych wrogów szkodników, których obecność pomaga przywrócić równowagę w agroekosystemie. W nowoczesnych gospodarstwach coraz częściej stosuje się *Mastrus ridens*, owada z rodziny gąsienicznikowatych, którego larwy pożerają od środka larwy owocówki jabłkóweczki, niszczącej owoce jabłoni i innych drzew. Samica *Mastrus* składa za pomocą pokładełka jaja w ciele obcej larwy, co prowadzi do śmierci gospodarza i ograniczenia liczebności szkodnika.

Z kolei w uprawach warzyw pod osłonami – jak pomidory, papryka czy ogórki – skuteczne są drapieżne pluskwiaki jak *Orius* czy dziubałeczek (*Macrolophus*). Żywią się one m.in. mszycami, wciornastkami i mączlikami, czyli najczęstszymi szkodnikami w uprawach szklarniowych.

Wśród strategii biokontroli warto wyróżnić tzw. walkę biologiczną przez aklimatyzację. Polega ona na wprowadzeniu do agroekosystemu wroga inwazyjnego gatunku szkodnika. Tę metodę z powodzeniem stosuje się od końca XIX w. – już wtedy do Kalifornii sprowadzono chrząszcza *Novius cardinalis* (rodzina biedronkowate), by zwalczyć czerwca niszczącego plantacje cytrusów. W ciągu kilku lat populacja szkodnika została niemal całkowicie wyeliminowana. W ostatnich latach podobne podejście

Różne stadia rozwojowe drapieżnego pluskwiaka *Orius laevigatus* – pożytecznego owada zwalczającego wciornastki

Rolnictwo a zmiany klimatu

Susze, fale upałów, przymrozki czy intensywne opady wpływają negatywnie na jakość i ilość plonów. W efekcie rośnie ryzyko niedoborów żywności, zwłaszcza w krajach zależnych od importu lub intensywnej produkcji rolnej. Aby złagodzić te skutki, konieczna jest transformacja systemu żywnościowego. Oznacza to przejście na odporniejsze gatunki (np. sorgo w miejsce kukurydzy, oliwki zamiast winorośli), ograniczenie stosowania nawozów chemicznych i pestycydów oraz rozwój rolnictwa precyzyjnego, opartego na danych i technologiach cyfrowych. Nie mniej ważna jest zmiana naszych nawyków żywieniowych – mniejsze spożycie mięsa, większy udział roślin w diecie, ograniczenie marnotrawstwa żywności i promocja świadomego odżywiania. To wyzwanie ma też wymiar międzynarodowy. Wiele krajów nie może samodzielnie się wyżywić, dlatego potrzebne są solidarność, przemyślana polityka eksportowa i wspólne działania na rzecz bezpieczeństwa żywnościowego.

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl c7bd52aca3

wykorzystano m.in. w Europie – introdukując owada *Torymus sinensis* do walki z *Dryocosmus kuriphilus* (galasówkowate), którego larwy masowo atakowały kasztanowce jadalne, również w Polsce. Choć skuteczna, metoda ta wymaga ostrożności – wprowadzenie obcych gatunków może zaburzyć lokalny ekosystem i wpływać na jego bioróżnorodność.

Mniej znaną, ale coraz częściej stosowaną techniką jest wypuszczanie do środowiska dużej liczby bezpłodnych osobników danego gatunku szkodnika, co prowadzi do blokowania rozmnażania i szybkiego spadku liczebności populacji. Metoda ta okazała się przełomowa w zwalczaniu muchy śrubowej – groźnego pasożyta aktywnego w Ameryce Północnej. W USA i Meksyku doprowadzono do całkowitej eliminacji tego gatunku. Z kolei w Brazylii, Malezji czy Singapurze sterylne samce komara egipskiego (wektory wirusów Zika, dengi czy chikungunya) są z powodzeniem wykorzystywane do ograniczania populacji swojego gatunku – w niektórych regionach udało się zmniejszyć ich poziom nawet o 90%.

W ochronie roślin ogromną rolę zaczynają też odgrywać feromony. Związki chemiczne wykorzystywane do komunikacji między owadami wykazują ogromny potencjał w dezorientacji samców. W wyniku ich działania nie potrafią one odnaleźć partnerek. Coraz więcej upraw, zwłaszcza winorośli i drzew owocowych, jest chronionych tą metodą, choć jej zastosowanie na większą skalę nadal wymaga popularyzacji. Feromony są także używane w pułapkach, które służą nie tylko do zwalczania, ale i monitorowania liczebności szkodników.

Dopełnieniem strategii biokontroli są substancje pochodzenia naturalnego – bakteryjne, grzybowe czy roślinne – działające jako biofungicydy, bioinsektycydy czy naturalne herbicydy. Przykładem może być kwas pelargonowy, używany do zwalczania chwastów, czy mikroorganizmy glebowe wspomagające odporność roślin. Wszystkie te rozwiązania wpisują się w szerszy proces transformacji rolnictwa – od modelu intensywnego, opartego na chemii, do bardziej zrównoważonego, który wykorzystuje mechanizmy występujące w przyrodzie.

OCHRONA GLEBY

Skuteczna ochrona roślin nie kończy się na tym, co dzieje się nad ziemią. Równie istotne – choć często pomijane – są procesy zachodzące w gruncie. Przez dziesięciolecia intensywne rolnictwo, oparte na głębokiej orce, nawozach mineralnych i pestycydach, systematycznie degradowało jakość gleby. Orka niszczy sieć grzybni oraz napowietrza ziemię, co wprawdzie przyspiesza rozkład materii organicznej, ale jednocześnie zwiększa emisję CO_2 do atmosfery. Pestycydy z kolei zaburzają równowagę biologiczną, eliminując także pożyteczne organizmy. Efekt? Gleba traci strukturę, zdolność zatrzymywania wody i składników odżywczych – staje się jałowa i podatna na erozję.

Degradacja gleby bezpośrednio wpływa na jakość żywności. Uboższa ziemia oznacza niższe plony i mniejszą zawartość składników odżywczych w jedzeniu – nawet jeśli spożywamy ryby czy owoce morza,

Od lewej: *Torymus sinensis* – naturalny wróg galasówki kasztanowej – wyłania się ze swojej poczwarki.

Novius cardinalis, skuteczny sprzymierzeniec w biologicznej ochronie roślin, żerujący na czerwcu, który atakuje rośliny z rodziny sosnowatych.

Pola nauki

W obliczu ekologicznej transformacji rolnictwa naukowcy wraz z farmerami szukają nowych dróg współpracy. W centrum uwagi pojawiają się rolnictwo regeneratywne i permakultura, oparte na obserwacji natury, różnorodności rozwiązań i badaniach terenowych. Zamiast narzucać przyrodzie sztywne modele, praktycy i badacze wspólnie testują, co naprawdę działa w danych warunkach. Przykładem takiego podejścia jest gospodarstwo Bec Hellouin, które łączy ekologiczne metody uprawy z badaniami. Na niewielkiej powierzchni uzyskuje się wysokie plony bez użycia maszyn i chemii, a wszystkie działania podporządkowane są idei odporności i niezależności żywnościowej w czasie kryzysów. Jednym z celów jest też odtwarzanie bioróżnorodności i zachowanie tradycyjnych odmian roślin, zdolnych przystosować się do zmieniającego się klimatu. Nowy model współpracy zakłada, że gospodarstwa stają się żywymi laboratoriami, a wiedza płynie w obie strony – od rolników do naukowców i odwrotnie. Wspólnie wypracowuje się metody upraw, ocenia wydajność, jakość, wpływ na środowisko. Dzięki temu rolnictwo staje się bardziej zrównoważone i dostosowane do lokalnych warunków.

eprasa.pl c7bd52aca3

Gdzie się podziały owady zapylające?

Społeczność naukowa alarmuje o gwałtownym spadku liczby zapylaczy, a przecież odgrywają kluczową rolę w rozmnażaniu roślin uprawnych. Szacuje się, że ponad 35% światowej produkcji roślinnej zależy od zapylania przez owady, ale wiele ich gatunków – w tym dzikie pszczoły – znika w zastraszającym tempie. Zjawisko to wpływa bezpośrednio na wydajność i jakość plonów (głównie chodzi o jabłka, melony czy marchew nasienną). W niektórych przypadkach rolnicy muszą zastępować owady ręcznym zapylaniem kwiatów, co zwiększa koszty i obniża efektywność produkcji. Naukowcy podkreślają, że za ten kryzys odpowiadają m.in. intensywne rolnictwo, stosowanie pestycydów, zmiany klimatyczne i zanik bioróżnorodności. Apelują o pilne działania na rzecz ochrony zapylaczy – zarówno poprzez ograniczenie chemii w rolnictwie, jak i wspieranie bardziej zrównoważonych, przyjaznych owadom praktyk uprawowych.

bo łańcuch pokarmowy zaczyna się od mikroelementów wypłukiwanych z podłoża. Co więcej, zubożona gleba uwalnia więcej dwutlenku węgla, a zmiany klimatyczne – jak susze i ulewne deszcze – dodatkowo przyspieszają jej degradację. To błędne koło, a skutki już teraz zaczynają odbijać się na naszym bezpieczeństwie żywnościowym. Są jednak sposoby, by ten proces odwrócić. Eksperci wskazują na rolnictwo regeneratywne jako klucz do przyszłości – strategię, która zamiast wyjaławiać, odbudowuje. Jej fundamenty to ograniczenie orki, stosowanie naturalnych nawozów (kompost, obornik), roślin okrywowych i płodozmianu, a także ochrona bioróżnorodności glebowej.

Przykładów nie trzeba szukać daleko. We Francji gospodarstwo La Ferme du Bec Hellouin pokazuje, że nawet na niewielkiej powierzchni można prowadzić produkcję opartą wyłącznie na zdrowej glebie – bez orki, bez pestycydów, w formie permakultury (patrz ramka). Dzięki okrywie roślinnej i pracy mikroorganizmów plony warzyw sięgają tam nawet 70 kg/m^2 rocznie – czyli są wyższe niż w systemach intensywnych. W Polsce również podejmuje się działania na rzecz ochrony gleby. Monitoring pokazuje, że aż 42% gleb ma kwaśny odczyn, ale rośnie zainteresowanie wapnowaniem, naturalnymi nawozami i ograniczaniem orki. To znak, że świadomość ekologiczna staje się coraz powszechniejsza. W ramach Wspólnej Polityki Rolnej promowane są właśnie praktyki zwiększające w podłożu zawartość próchnicy, poprawiające jego strukturę i wspierające bioróżnorodność, m.in. międzyplony, pasy ochronne i zabiegi przeciwerozyjne.

Gospodarstwo Bec Hellouin (Francja)

Fot. Shutterstock (2), AFP/East News

eprasa.pl c7bd52aca3

Zbiornik retencyjny – magazyn wody na potrzeby rolnictwa

WODA – SUROWIEC STRATEGICZNY ROLNICTWA

Nawet najżyźniejsza gleba nie da plonów bez wody. A tej zaczyna brakować nie tylko na południu Europy. W Polsce sytuacja jest szczególnie trudna – należymy do krajów o najniższych zasobach wody w Unii Europejskiej. Średnio przypada u nas nieco ponad 1600 m^3 wody na mieszkańca rocznie, podczas gdy unijna średnia to ok. 3000 m^3. Susze glebowe zaczynają się już wiosną. W odpowiedzi na te wyzwania niektóre kraje – jak Francja – inwestują w zbiorniki retencyjne, które umożliwią magazynowanie wody zimą i wykorzystywanie jej latem w okresach niedoboru. Choć obiekty te mają wspierać rolników w walce z suszą, ich wpływ na środowisko budzi kontrowersje. Przeciwnicy wskazują na ryzyko degradacji lokalnych akwasystemów, koncentracji zasobów w rękach właścicieli dużych gospodarstw oraz pogłębiania nierówności w dostępie do wody. Pojawia się pytanie: czy woda będzie wspólnym dobrem, czy towarem strategicznym?

Coraz częściej mówi się, że najlepszy zbiornik wodny to… zdrowa gleba. Ten glebowy magazyn, szczególnie zawierający próchnicę i bogate życie mikrobiologiczne, zatrzymuje wodę skuteczniej niż sztuczne retencje. Szacuje się, że wzrost zawartości materii organicznej w glebie o zaledwie 1% pozwala zatrzymać nawet 150 tys. l wody na hektarze. To dowód, że ochrona gleby i racjonalne gospodarowanie wodą to dwie strony tej samej monety. Równolegle rozwijają się technologie nawadniania precyzyjnego – czujniki wilgotności gleby, nawadnianie kropelkowe, aplikacje sterujące zużyciem wody – które pozwalają ograniczyć straty i dopasować zraszanie do rzeczywistych potrzeb roślin. Coraz większe znaczenie zyskują także odzysk wody w gospodarstwach – z chłodni, obór czy deszczówki – oraz praktyki ograniczające parowanie, jak mulczowanie czy roślinność okrywowa. Niestety, w wielu krajach (w tym w Polsce) nadal brakuje szeroko zakrojonej systemowej polityki wodnej uwzględniającej potrzeby rolnictwa.

Pierwsza w Polsce biometanownia w Brodach – instalacja pokazowa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Mała biogazownia na farmie trzody chlewnej – prosta instalacja do produkcji energii odnawialnej

eprasa.pl c7bd52aca3

BIOGAZ ZMIENIA GOSPODARSTWA

Szukamy sposobów na lepsze zarządzanie wodą. Ale jest jeszcze jeden zasób, bez którego rolnictwo nie może funkcjonować – energia. W obliczu gwałtownie rosnących jej cen i konieczności odchodzenia od paliw kopalnych rolnictwo staje przed wyzwaniem uzyskania równowagi w bilansie energetycznym. Coraz więcej gospodarstw zaczyna wykorzystywać potencjał drzemiący w tym, co kiedyś uznawano za odpad – szczególnie w oborniku, który staje się dziś cennym surowcem energetycznym. Inwestują, również w Polsce, w instalacje do metanizacji – procesu fermentacji beztlenowej bioodpadów. Z powstałego w ten sposób biogazu produkowane są zarówno energia elektryczna, jak i ciepło. Taki układ kogeneracyjny pozwala zaspokoić aż 80% zapotrzebowania energetycznego gospodarstwa, a nadwyżki ciepła wykorzystywane są do ogrzewania destylarni i kilku okolicznych domów. To praktyczne wdrożenie idei gospodarki obiegu zamkniętego – nic się nie marnuje.

Metanizacja to proces trójstopniowy: najpierw zbiera się odpady organiczne, które trafiają do komór fermentacyjnych, a na końcu pozostałości po fermentacji – tzw. digestat – wykorzystywane są jako nawóz. Taki produkt uboczny jest bogaty w składniki odżywcze i może zastąpić nawet połowę potrzeb nawozowych gospodarstwa. Choć koszt inwestycji w biogazownię jest znaczny, to – jak podkreślają rolnicy – długofalowe korzyści są ogromne. Gospodarstwo nie tylko uniezależnia się od wahań cen energii, ale też ogranicza emisję, zagospodarowuje odpady i kupuje mniej nawozów sztucznych. To model efektywności zarówno ekonomicznej, jak i ekologicznej.

Obok metanizacji rozwija się również zainteresowanie innymi źródłami odnawialnymi – energią słoneczną, wiatrową czy geotermalną. Wymaga to jednak nie tylko technologii, ale też zmiany myślenia: bardziej świadomego planowania produkcji, optymalizacji zużycia energii i lepszego zarządzania zasobami.

Testowanie wielofunkcyjnego robota sadowniczego w Huai'an (Chiny)

Fot. Shutterstock (3), Marek Łapis/Forum, AFP/East News

Farma glonów w przezroczystych fotobioreaktorach rurowych – nowoczesna metoda hodowli w kontrolowanych warunkach

Algokultura

Ziemia, która kiedyś służyła głównie produkcji żywności, dziś przeznaczana jest też na inne cele. Uprawia się na niej rośliny na biopaliwa czy buduje farmy fotowoltaiczne. Wszystko to zwiększa presję na grunty rolne i ogranicza przestrzeń do produkcji żywności. W obliczu tych wyzwań coraz częściej kierujemy wzrok tam, gdzie tej konkurencji o zasoby jeszcze nie ma – na morza i oceany. Algokultura, czyli uprawa glonów, zyskuje na znaczeniu jako propozycja alternatywna wobec rolnictwa lądowego. Algi nie potrzebują ziemi, nawozów ani świeżej wody, a przy tym oczyszczają środowisko, pochłaniają CO_2 i wspierają bioróżnorodność. Mogą być hodowane w morzu lub w bioreaktorach, a w zintegrowanych systemach akwakultury mogą współistnieć z rybami i małżami, tworząc obieg zamknięty, w którym odpady jednych organizmów służą jako pożywka dla innych. Ich potencjał jest imponujący – wystarczyłoby zagospodarować zaledwie 2% powierzchni oceanów, by dzięki nim wyżywić całą ludzkość.

ROLNICTWO SMART

Właściciele nowoczesnych gospodarstw uczą się nie tylko produkować energię, ale i lepiej nią zarządzać. A także wodą, glebą, przestrzenią, pracą. Właśnie w tym kierunku zmierza *smart agriculture* – inteligentne precyzyjne rolnictwo oparte na danych, technologii i poszanowaniu bioróżnorodności. Przez dziesięciolecia dominował model upraszczania produkcji: maksymalizowano pozyskanie plonów dzięki intensyfikacji, stosowaniu pestycydów i nawozów sztucznych. Dziś coraz większa liczba rolników i przedsiębiorców schodzi z tej ścieżki i szuka nowych rozwiązań, które pozwalają nie tylko lepiej chronić przyrodę, ale też poprawić jakość i wydajność upraw. Dzięki nowoczesnym technologiom można śledzić stan gleby, poziom wilgotności, zawartość w niej materii organicznej czy

eprasa.pl c7bd52aca3

Zbiór drobnych pomidorów z wielopoziomowej uprawy w cyfrowej szklarni w Taizhou (Chiny)

Inteligentna farma wertykalna obsługiwana przez roboty w centrum innowacji Hyundaia w Singapurze

obecność mikroorganizmów, co daje pełniejszy obraz zdrowia ekosystemu rolnego. Przykładem są uprawy NeoFarm, które wykorzystują mobilne platformy z ramionami robotycznymi, inteligentne systemy nawadniania i aplikacje sterujące warunkami wzrostu – wszystko po to, by produkować żywność lokalnie, ekologicznie i wydajnie, bez użycia pestycydów, przy minimalnym zużyciu zasobów i bez ingerencji w naturalną strukturę gleby.

Bioróżnorodność nie jest w tym modelu wartością dodatkową – staje się fundamentem całego systemu. Im więcej materii organicznej w górnych warstwach gleby, tym bogatsza fauna i flora, co bezpośrednio przekłada się na odporność upraw, zdolność do magazynowania wody i węgla oraz lepsze plony. Jak podkreślają badacze, bioróżnorodność to kamień węgielny agrokultury, a jej monitorowanie staje się dziś kluczowym wskaźnikiem zdrowia systemu. W eksperymentalnych gospodarstwach wykorzystuje się telemetryczne czujniki pogody, wilgotności i składu atmosfery, a dostarczane przez nie dane analizuje następnie sztuczna inteligencja, co pozwala dostosować działania do zmieniających się warunków i jednocześnie ogranicza wpływ rolnika na środowisko. Technologie wspierają też hodowlę – inteligentne obroże dla krów umożliwiają śledzenie ich zachowań w czasie rzeczywistym i informują rolnika o nietypowych sytuacjach, np. chorobie czy stresie zwierząt.

Rolnictwo precyzyjne przestaje być abstrakcją. Oznacza nie tylko lepszą jakość żywności i efektywniejsze zarządzanie, ale też większą odporność całego systemu rolniczego na zmiany klimatu. Jak mówią rolnicy korzystający z nowych rozwiązań, dzisiejsza technologia daje nam narzędzia, by uprawiać mądrzej, a nie więcej. Agroekologia w połączeniu z cyfryzacją tworzy nową wizję przyszłości, w której człowiek nie dominuje nad naturą, ale działa z nią w harmonii.

dr Justyna Jońca

Absolwentka Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, doktorat uzyskała na Université Paul Sabatier we Francji. Jej specjalnością jest nanotechnologia, szczególnie w zakresie tworzenia czujników środowiskowych, katalizatorów i warstw antybakteryjnych. Współpracuje z „WiŻ" od 2016 r.

Dżdżownice – sprzymierzeńcy w walce o zdrową glebę

Szacuje się, że aż 80% biomasy gleby mogą stanowić dżdżownice i inne drobne organizmy. Dżdżownice, choć często niedoceniane, są kluczowymi organizmami w glebie i cennymi sojusznikami rolników. Poprawiają strukturę ziemi, wspierają wzrost roślin i pozwalają zmniejszyć użycie nawozów chemicznych. Technika wermikompostowania – kompostowania z ich udziałem – zyskuje popularność w gospodarstwach indywidualnych i zbiorowych. Nic dziwnego: jedna kolonia może zregenerować do 264 kg gleby rocznie. Te małe bezkręgowce spełniają wiele funkcji – drążąc tunele, poprawiają krążenie powietrza i wody pod powierzchnią, a zjadając materię organiczną, przekształcają ją w odchody bogate w azot, fosfor i inne składniki odżywcze potrzebne roślinom i mikroorganizmom. Eksperci często podkreślają, że dżdżownice ściśle współpracują z bakteriami i grzybami – ich odchody są dalej rozkładane, co zwiększa dostępność minerałów dla roślin. Wzmacniają też odporność gleby na susze i erozję.

Dżdżownice w kompoście – naturalna metoda przetwarzania odpadów organicznych w żyzną glebę

Fot. DDP/Forum, Reuters/Forum, Shutterstock

eprasa.pl c7bd52aca3

Serwis popularnonaukowy Pulsar

POPULARYZATOR NAUKI 2024

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 130 rozmów z najciekawszymi polskimi naukowcami

PIOTR DURKA:
AI to czarne lustro

EWA ŁABNO-FALĘCKA:
O wspólnej miłości Marii i Alberta

AGATA CHOMICZEWSKA:
Reaktor termojądrowy: wyścig już się zaczął

Zaprenumeruj nas:
projektpulsar.pl

eprasa.pl

JERZY BRALCZYK

Miód

MIÓD jest słodki, *słodki jak miód*. Co słodkie, to dobre. *Dobre jak miód*. Kiedyś dla określenia wielkiej przyjemności mówiono *miodowo*. A jeszcze dawniej *miedźwno* lub *miedźno*. Ktoś pięknie mówiący *miał miód na ustach*, a jego mowa była *miodopłynna*. Nawet o pięknookim mówiono *miodooki*. *Miodowonny* nie musiał pachnieć *miodem* akurat – po prostu pachniał pięknie. A przede wszystkim *miód* smakował. Lis z bajki Mickiewicza, wabiąc kozła pyszną jakoby wodą, mówił niby to do siebie: *smak miodu!*

Miód uszlachetniał – jak pisał Kochanowski, *szlachcił pańskie stoły*. Niezależnie od tego, jaki miał stan skupienia. Dawniej to był głównie *miód* do picia, sam smak. Na strapienie i lepsze myślenie (*Miodu, Panie Michale!*), do potraw (ten sam Zagłoba: *świnina była na obiad, to miód będzie grzeczniejszy*). W tym znaczeniu podobne do *miodu* słowa ma wiele języków. A greckie *methy* to było „mocne wino", *methyein* zaś to „być pijanym" (*methystes* to już „pijak"). Dziś *miód* raczej jemy. A żeby mówić o tym *miodzie* do picia, dodajemy przymiotnik *pitny*.

Słodycz z dawna z *miodem* jest związana. Już w sanskrycie *madhu* to „słodki". Ale podobno jest i inne pokrewieństwo. Praindoeuropejskie *medh-y-o-s* to miało być „będący w środku", a *medh-i-s* to „wnętrze". Pewne tego ślady możemy dostrzec i w naszym słowie „miedza". W starym i przechowującym archaiczne formy języku litewskim *medis* to było „drzewo z barcią". A więc z *miodem*. Potem *medis* to już był *miód*. Skądinąd wiadomo, że co w środku, to najlepsze. Może i najsłodsze. Wiedzą o tym dobierające się do *miodu* niedźwiedzie, dawniej *miedźwiedzie*, czyli *miodojady* (właściwej słowiańskiej nazwy tego zwierzęcia nie znamy, zastąpiliśmy ją ze strachu, żeby go nie przywoływać – ale nazwa niedźwiedzia bardzo dziś do niego pasuje).

Co dobre, to *jak miód*. *Cud-miód*. O pięknej dziewczynie mówiono *dziewczyna cud-miód, ultramaryna* (to ostatnie tylko dla rymu). *Dobrać się do miodu* to w innej metaforze „spijać rozkosze". *Do miodu ciągną* (lub *lgną*) *muchy*, a my jak te muchy do tego *miodu* lgniemy i ciągniemy do tego, co dobre. Nie tylko do tego, co smaczne – *miód* metaforyzuje i wzniosłe rzeczy. Słowacki w „Królu-Duchu" pisał: *Niech panem duchem mej ojczyzny będzie/Ten oto, który leje słodkie miody*. A *kraina mlekiem i miodem płynąca* to kraina wszelkiej obfitości i wszelkiego szczęścia.

Do miodu ciągną (lub *lgną*) *muchy*, a my jak te muchy do tego *miodu* lgniemy i ciągniemy do tego, co dobre.

Tyle że o *miód* trzeba dbać. Dbać, by go nie zepsuć – a wiemy, że *łyżka dziegciu potrafi zepsuć całą beczkę miodu*. A i o życiu wiemy przecież, że *nie same to miody*... Szkoda.

O naszym stosunku do *miodu* świadczą też miłe zdrobnienia, także te obecne w nazwiskach, których nosiciele często zresztą przyjemnego smaku dodają. A jak chcemy sympatycznie wyrazić nasze ogólne ukontentowanie, możemy powiedzieć *miodzio*!

Lubimy *miód*. I zawsze lubiliśmy. W dawnych zakończeniach ustnych pieśni i powieści bajarze zwykli dodawać: *I ja tam byłem, miód i wino piłem* – nie tylko dla podkreślenia autentyczności przedstawianych wydarzeń, ale często i z przymówieniem się: *po brodzie mi leciało, w gębie nic nie zostało*. Wtedy byli częstowani. *Miodem* oczywiście.

Fot. Agnieszka Łukaszewicz/dFoto

eprasa.pl c7bd52aca3

ANDRZEJ KAJETAN WRÓBLEWSKI

Wielki pominięty

MAX BORN urodził się 11 grudnia 1882 roku we Wrocławiu, wtedy należącym do Niemiec. Ukończył Uniwersytet w Getyndze, potem pracował na Uniwersytecie we Frankfurcie, a od 1921 roku był profesorem w Getyndze. W tym okresie próby zrozumienia zjawisk atomowych napotykały poważne trudności. Odpowiedzią na to było powstanie mechaniki kwantowej. Pierwszy krok na tej drodze uczynił w 1925 roku młody asystent Borna Werner Heisenberg. Zastąpił on klasyczne pojęcia, np. położenia i orbity elektronu, przez pojęcia oparte tylko na wynikach pomiarów. Born, któremu Heisenberg dał swą pracę do wglądu, zauważył zaraz, że można propozycje Heisenberga przedstawić w postaci macierzy. Heisenberg nie znał rachunku macierzowego. Mnożenie zwykłych liczb daje wynik niezależny od ich kolejności: a razy b jest równe b razy a. Inaczej jest w mnożeniu macierzy, gdzie wynik zależy od ich kolejności. Born po raz pierwszy wyprowadził tak zwany komutator do mnożenia kwantowomechanicznych macierzy położenia i pędu. Uważał to potem za swoje najważniejsze osiągnięcie. Opracował i opublikował z Heisenbergiem podstawy mechaniki macierzowej. W 1926 roku zaproponował fizyczną interpretację funkcji falowej cząstki: kwadrat modułu tej funkcji wyraża gęstość prawdopodobieństwa znalezienia tej cząstki w danym obszarze.

W 1927 roku Born uczestniczył w konferencji we włoskim Como z okazji setnej rocznicy śmierci Alessandra Volty. Większość referatów go nudziła, więc korzystając z ciemności na sali, podczas sesji przezroczy wymknął się cichcem na korytarz. Tam spotkał podobnie znudzonych Ernesta Rutherforda i Francisa Astona. W trójkę wynajęli taksówkę, objechali jezioro Como i zjedli obiad w restauracji pod granicą szwajcarską, spędzając przyjemnie dzień. Znajomość z Rutherfordem okazała się istotna dla Borna kilka lat później, gdy po wymuszonym opuszczeniu Niemiec szukał zatrudnienia w Europie.

Wytężona praca umysłowa doprowadziła w końcu Borna do załamania nerwowego. Cierpiał na bezsenność, nie mógł pracować i w 1928 roku musiał udać się do sanatorium. Na to nałożyły się poważne kłopoty rodzinne. W 1913 roku Born ożenił się z Hedwig Ehrenberg, zwaną Hedi, córką profesora prawa na Uniwersytecie w Lipsku. Pierwsze lata małżeństwa były szczęśliwe. Mieli syna i dwie córki. Potem Hedi narzekała, że mąż ją zaniedbuje, gdyż stała się dla niego tylko matematyczną formułą. Nawiązała więc romans z matematykiem z Getyngi Gustavem Herglotzem i zamierzała rozwieść się z Bornem, który nie wyrażał na to zgody ze względu na dzieci. W końcu romans Hedi wygasł i po długiej kuracji u psychoanalityczki wróciła do męża.

Tymczasem w 1932 roku Nagrodę Nobla z fizyki otrzymał Werner Heisenberg, a w roku następnym – Erwin Schrödinger i Paul Dirac, którzy podali alternatywne postacie mechaniki kwantowej. Pominięcie Borna przez Komitet Nagród Nobla było niezrozumiałe. Dopiero po odtajnieniu dokumentów z tamtego okresu okazało się, że stał za tym Carl Oseen, przewodniczący sekcji fizycznej komitetu. Od początku wyrażał on sceptycyzm wobec mechaniki kwantowej, argumentując, że brak jej potwierdzenia doświadczalnego. Jego opinia miała wielką wagę dla komitetu. Uzasadnieniem nagrody dla Heisenberga było to, że „jego prace doprowadziły do odkrycia allotropowych postaci wodoru", natomiast Erwin Schrödinger i Paul Dirac „odkryli nowe produktywne formy teorii atomu". Born został pominięty, ponieważ nie pasował do filozofii Oseena.

Po dojściu nazistów do władzy w Niemczech w 1933 roku Bornom groziło niebezpieczeństwo. Max i Hedi mieli żydowskie pochodzenie i choć przeszli na luteranizm, dla nazistów nadal byli Żydami. Uprzedzając kłopoty, Born z żoną i dziećmi udał się do Włoch „dla podratowania zdrowia". Stamtąd przejechał do Anglii i dzięki Rutherfordowi został tymczasowo zatrudniony w Cambridge. W 1935 roku naziści zabrali Bornowi majątek, posadę i obywatelstwo oraz zmusili Uniwersytet w Getyndze do odebrania mu stopnia doktora, który tam otrzymał. Born wystąpił więc o obywatelstwo brytyjskie. Uzyskał je w sierpniu 1939 roku, kilka dni przed wybuchem II wojny światowej.

W październiku 1936 roku uzyskał stanowisko profesora na Uniwersytecie w Edynburgu. Pracował tam do 1952 roku, kiedy przeszedł na emeryturę i przeniósł się do Bad Pyrmont w Republice Federalnej Niemiec. Co roku zgłaszano go do Nagrody Nobla z fizyki. Przyznano mu ją wreszcie w 1954 roku za „fundamentalne badania w dziedzinie mechaniki kwantowej, zwłaszcza za statystyczną interpretację funkcji falowej".

Zmarł w Getyndze 5 stycznia 1970 roku. Na jego nagrobku wyryto matematyczny wzór komutatora kwantowomechanicznego. Wzory matematyczne na nagrobkach są rzadkością (znajdują się też na grobach Ludwiga Boltzmanna i Stephena Hawkinga). AKW

Wybitny uczony Max Born otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki dopiero prawie 30 lat po swych fundamentalnych odkryciach w dziedzinie mechaniki kwantowej.

Fot. domena publiczna

eprasa.pl c7bd52aca3

Rozciągliwe baterie

Tak zwana elektronika noszona (ang. *wearables*) ma dwa główne ograniczenia: problemy ze zginaniem i rozciąganiem elementów elektronicznych i baterie. Jeśli chodzi o pierwszy problem, inżynierowie sobie z nim zaczęli radzić, ale próby skonstruowania pojemniejszych baterii napotykają przeszkody czysto techniczne. Większa bateria bowiem wymaga większych, grubszych i sztywniejszych elektrod, a te trudniej skonstruować. Zadania tego podjęli się uczeni z dwóch szwedzkich uniwersytetów. Musieli stworzyć materiał, który w przypadku naprężenia mechanicznego bez problemu przekształca się z ciała stałego w płyn, a gdy naprężenie ustępuje, znów staje się ciałem stałym – bez straty właściwości elektrycznych. Również pozostałe elementy baterii skonstruowano w taki sposób, aby dały się swobodnie wyginać i rozciągać.

Przenośne urządzenie do diagnostyki gruźlicy

Prosta diagnostyka gruźlicy

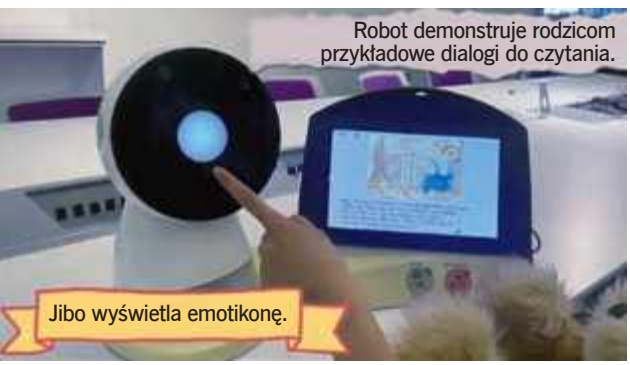
Chociaż od dziesięcioleci funkcjonuje powszechny program szczepień, gruźlica stanowi bardzo poważny problem medyczny, szczególnie w krajach rozwijających się. Nowe przypadki pojawiają się na świecie w tempie jednego na sekundę (!). Brak diagnostyki, zwłaszcza w rejonach, gdzie zapadalność na tę chorobę jest wysoka, nasila problem. Niestety, obecnie używane urządzenia do testowania obecności prątków gruźlicy w organizmie są duże i drogie (kosztują średnio 19 tys. dol., a pojedynczy test – 100 dol.) oraz wymagają specjalistycznej obsługi.
Dlatego taką rewelacją wydaje się pomysł naukowców z Tulane University (USA), którzy stworzyli urządzenie niewiele większe od smartfona, nazwane LIT (*lab-in-tube*). Umożliwia ono przeprowadzenie szybkiego testu biochemicznego na obecność DNA prątków gruźlicy. W tym przypadku materiałem jest łatwa do pozyskania ślina. Twórcy szacują, że koszt samego urządzenia nie przekroczy 800 dol., a pojedynczego testu – 3 dol.

eprasa.pl c7bd52aca3

Powietrzny światłowód

Kiedy w Polsce zaczął się na dobre rozwijać internet, szybkość przesyłu danych oscylowała wokół 56 kb/s. Wówczas było to nawet wystarczające. Dziś jednak objętość przesyłanych informacji rośnie lawinowo, dlatego trwają prace nad jeszcze lepszymi rozwiązaniami. Oczywiście mamy bardzo szybkie światłowody, ale w pewnych sytuacjach niezbędna staje się droga bezprzewodowa. Warto zatem przyjrzeć się propozycji naukowców z Technische Universiteit Eindhoven. Opisują oni testy przesyłu danych pomiędzy dwoma kampusami oddalonymi od siebie o 4,6 km. Do transmisji posłużyły niewidoczne dla oka fale promieniowania podczerwonego (IR). Osiągnięto niesamowitą prędkość przesyłu 5,7 Tb/s (terabit to 1000 gigabitów). Aby ją zobrazować, można sobie wyobrazić jednoczesną transmisję 1,9 mln filmów Netflixa w jakości HD. Jest to ewidentnie rekord bezprzewodowego przesyłu informacji w warunkach miejskich. Podobnie jak to dzieje się w światłowodach, i tutaj transmisja obejmuje jednocześnie wiele długości fali, stąd taka olbrzymia przepustowość. Badacze pracują teraz nad komercjalizacją wynalazku.

Fragment anteny optycznej do transmisji w paśmie podczerwieni (Eindhoven)



Robot społecznościowy

Zespół z Massachusetts Institute of Technology (USA) zaprezentował właśnie system, który ma ułatwić interakcje między rodzicami i dziećmi. Skoro robot potrafi słuchać i mówić, to znaczy, że może też uczestniczyć w konwersacjach. Do pracy zaprzęgnięto Jiba, który co prawda nie ma wyglądu humanoidalnego, ale dzięki AI dużo potrafi. Określa się go jako robota społecznościowego. Rozpoznaje głosy użytkowników, dostosowuje język komunikacji do danej osoby. Co ważne, jest nieskończenie cierpliwy – odpowie nawet na tysięczne pytanie „a dlaczego…?". Testy prowadzone przez MIT w ponad 70 rodzinach z dziećmi w wieku 3–7 lat wykazały jednoznacznie, że taki wynalazek w znacznym stopniu poprawia późniejsze relacje między rodzicami a dziećmi.

Niech żyje grzybnia!

Wydawałoby się, że w dziedzinie materiałów budowlanych nie da się już zrobić rewolucji. Mamy cegły, beton, wielką płytę – wszystko przez lata udoskonalane i całkiem dobrze spełniające swoje funkcje. Okazuje się jednak, że nawet tu mogą nas czekać niespodzianki. Naukowcy z Montana State University oraz Utah State University wzięli na warsztat coś kompletnie odległego od klasycznych materiałów budowlanych – mianowicie grzyby, a właściwie tę część, której zazwyczaj nie zauważamy poza owocnikami, czyli grzybnię. Strukturalnie przypomina ona skomplikowane naturalne rusztowanie. Oczywiście nawet poddana procesowi bakteryjnej biomineralizacji nie zastąpi betonu we wszystkich jego zastosowaniach, ale niektóre jej właściwości zdecydowanie go przebijają. Weźmy chociażby zdolność do samonaprawy, wynikającą z faktu, że mamy tu do czynienia z żywym organizmem, który reaguje na ubytki w strukturze. Naukowcy wyszli od znanych już wcześniej rozwiązań z zastosowaniem grzybni, np. w produkcji opakowań czy izolacji. W tym przypadku pomocne stały się współistniejące z grzybnią bakterie, których zadaniem jest mineralizacja żywego rusztowania. W efekcie otrzymano struktury zbliżone choćby do kości, żyjące ponad miesiąc. Obecnie uczeni pracują nad optymalizacją wszystkich procesów związanych z tworzeniem takich materiałów.

Struktura grzybni (fotografia SEM). W kółkach bakterie mineralizujące

Przechowywanie skroplonego powietrza wymaga odpowiednich zbiorników.

Efektywność magazynów prądu

Na całym świecie trwają prace nad efektywnymi metodami magazynowania energii elektrycznej. Jedna z nowoczesnych metod, testowana w różnych miejscach, bazuje na skraplaniu powietrza. W czasie, gdy powstaje nadmiar energii, jest ona przeznaczana na skroplenie powietrza. Kiedy energia jest potrzebna (np. w przypadku fotowoltaiki nocą), następuje rozprężanie ciekłego powietrza, generowanie gazu i napędzanie turbin. Brzmi bardzo ciekawie, ale… na ile jest to ekonomicznie efektywne? Zespół naukowców z MIT i Norwegii dokonał szerokiej analizy opłacalności tej metody. Okazało się, że z 18 prawdopodobnych lokalizacji do jej zastosowania na terenie USA najbardziej obiecujące były dwie – na Florydzie i w Teksasie. Przewidywany średni koszt przechowywania energii to 60 dol./MWh, czyli metoda ta jest znacznie tańsza niż magazynowanie energii w akumulatorach litowo-jonowych i otrzymywanej dzięki elektrowniom szczytowo-pompowym.

dr Mirosław Dworniczak

Fot. Thor Balkhed, Kenny Lass/Tulane University, Vincent van Viet, Huili Chen, Shutterstock, E. Villes et al (2025)

eprasa.pl c7bd52aca3

laboratorium

ZROZUMIEĆ MIKROORGANIZMY

Jak poznać, co produkują i dlaczego jest to przydatne.

PAWEŁ JEDYNAK

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

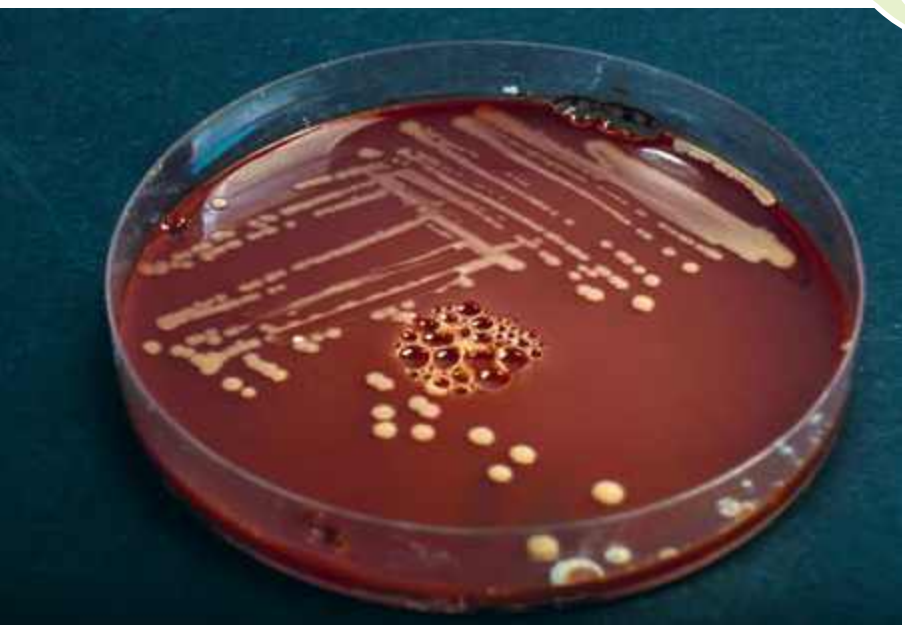
ZESTAW PRZYRZĄDÓW I MATERIAŁÓW

agar spożywczy, sól, cukier spożywczy, glukoza spożywcza, kostka rosołowa, galaretka cytrynowa, nawóz mineralny do kwiatów, kwasek cytrynowy, żelatyna, ser z niebieską pleśnią, ser typu camembert, ocet, miedziana mufa, woda utleniona, czerwona kapusta, filtr do kawy, 13 pojemników na mocz

Niewliczone w cenę: czajnik elektryczny, garnki, dziurkacz, waga kuchenna

Czas przygotowania: 5 godz., czas oczekiwania 2 tyg.

Koszt: 97 zł



Szalka Petriego z pożywką. Dzięki posiewowi redukcyjnemu z pojedynczej bakterii rozwija się osobna kolonia.

Uwaga!
Sole miedzi są umiarkowanie toksyczne. Używaj rękawiczek, okularów i odzieży ochronnej. Dzieci powinny wykonywać doświadczenia pod nadzorem dorosłych.

Doświadczenie 1

Odważ 2 g agaru na wadze kuchennej, umieść w garnku i zalej 200 ml wody. Gotuj na małym ogniu aż do całkowitego rozpuszczenia agaru. Unikaj pienienia się i przypalania (mieszaj co jakiś czas). Rozlej po 20 ml płynu do siedmiu pojemników na mocz. Do pojemników dodaj po 20 ml nawozu mineralnego do kwiatów: bez niczego dodatkowego (A), z rozpuszczoną łyżeczką cukru (B), z rozpuszczoną łyżeczką kwasku cytrynowego (C), z rozpuszczoną łyżeczką soli (D), z rozpuszczonym okruchem ($^1/_4$) kostki rosołowej (E), z rozpuszczoną łyżeczką soli i cukru (F), z rozpuszczoną łyżeczką żelatyny (G). Zamieszaj i pozostaw do zastygnięcia. Nabierz wody ze stawu i strzykawką wlej po 10 ml do każdego pojemnika, rozprowadź po powierzchni i odlej nadmiar do zlewu. Dokręć pokrywkę pojemnika, zostawiając trochę luzu, i odstaw w jasne miejsce – bez bezpośredniej ekspozycji na słońce – na tydzień lub dwa. Nie odkręcaj pokrywki, na koniec wyrzuć całość do odpadów zmieszanych.

Wyjaśnienie: Próbka wody zawiera mnóstwo mikroorganizmów próbujących przetrwać mimo skąpych zasobów. Dodatek nawozu, cukru czy bogatej w peptydy i aminokwasy kostki rosołowej tworzy coś, co mogą zjadać, czyli pożywkę. Jeśli jest ona zestalona agarem, trudnym do strawienia dla większości mikroorganizmów (w przeciwieństwie do żelatyny), mamy szansę obserwowania pojedynczych ich kolonii, powstałych często z zaledwie jednej komórki rodzicielskiej.
Skład pożywki to czynnik selekcyjny. W przypadku dostępu do światła i nawozu (soli mineralnych) w pojemniku rozwijają się zielone kolonie fotosyntetyzujących glonów. Dodatek substancji organicznych (cukru, kwasu cytrynowego) jest odpowiedni dla grzybów. Kostka rosołowa lub żelatyna dostarczają ulubionych składników dla bakterii. Obecność soli eliminuje niektóre mikroorganizmy, a sprzyja innym. Dlatego z tej samej początkowej mieszaniny można rozwijać hodowle o różnym składzie gatunkowym. Gdybyśmy do takiej pożywki dodali trujący odpad, który chcielibyśmy rozłożyć, to przeżyłyby tylko organizmy odporne na jego wpływ, a przy braku innych składników pokarmowych – może nawet wykorzystywałyby go jako substancję odżywczą.

eprasa.pl c7bd52aca3

Doświadczenie 2

Na wadze kuchennej odważ 20 g glukozy spożywczej i rozpuść w 200 ml wrzącej wody. Dosyp 2 g agaru i w garnku gotuj do całkowitego rozpuszczenia. Przelej po 30 ml do trzech pojemników na mocz. Do dwóch (A i B) dodaj wywar z czerwonej kapusty (przedtem kilka liści zalej wrzątkiem i zostaw na całą noc do uzyskania intensywnie fioletowej barwy). Po zastygnięciu do A i C przy ściance naczynia włóż oczko sera z niebieską pleśnią. Przykręć wieczka, zostawiając trochę luzu, i umieść naczynia w ciemnym miejscu na 1–3 tyg.

Wyjaśnienie: Pleśń z oczka sera to najczęściej *Penicillium roqueforti*. Tempo wzrostu tego gatunku zależy od „świeżości" sera, pory roku itp. W trakcie intensywnego rozwoju wytwarza on liczne kwasy organiczne, co prowadzi do spadku pH pożywki i powoduje zmianę barwy antocyjanów z czerwonej kapusty z fioletowej na różowofioletową lub malinową. Niestety, przy dłuższej hodowli antocyjany same mogą się rozkładać (próbka B, kontrolna), więc trzeba to monitorować i w razie konieczności dodać barwnik, który wnika do pożywki. *P. roqueforti* wydziela też enzymy rozkładające tłuszcze (lipazy), więc np. wykonanie pożywki z agaru, wody, cukru i majonezu pozwala zaobserwować spadek pH wywołany uwalnianiem wolnych kwasów tłuszczowych z tłuszczu.

Badanie wrażliwości bakterii na antybiotyk. Rozprzestrzenia się on z krążka, wskutek czego powstaje halo wolne od mikroorganizmów.

Doświadczenie 3

W pojemniku na mocz zmieszaj 20 ml wody utlenionej z 20 ml octu, wrzuć miedzianą mufę i odstaw na noc. Złóż jeden na drugim 5 filtrów do kawy i dziurkaczem wytnij gruby krążek. Czystą strzykawką nasącz krążek roztworem octanu miedzi i pozostaw do wyschnięcia (nasączanie i podsuszanie można powtórzyć kilka razy, aby uzyskać wyższe stężenie). Zrób galaretkę cytrynową i 50 ml przelej do pojemnika na mocz. Pozostaw do zestalenia. Do nowego pojemnika na mocz wlej 50 ml wody. Nożem wydłub z sera z niebieską pleśnią jak najwięcej szaroniebieskich oczek (jak najmniej samego sera) i wrzuć do pojemnika z wodą. Pojemnik zakręć i wstrząsaj energicznie przez minutę – woda powinna zrobić się wyraźnie szara od uwolnionych zarodników. Odczekaj, aż drobiny sera opadną na dno, i pobierz strzykawką ok. 10 ml płynu, po czym rozprowadź go po powierzchni galaretki. Odlej nadmiar płynu, po czym poczekaj, aż naniesiona warstwa odparuje (żeby nie była mokra). Połóż krążek dokładnie na środku galaretki. Zamknij pojemnik, zostawiając trochę luzu, i odstaw na 1–2 tyg. Nie odkręcaj, na koniec wyrzuć w całości do odpadów zmieszanych.

Wyjaśnienie: Mikroorganizmy równomiernie rozprowadzone po pożywce zarastają ją jednolitą warstwą. Stąd taki posiew określa się jako murawowy. Z nasączonego krążka równomiernie dyfunduje do podłoża testowana substancja, otaczając go pierścieniem. Jeśli dany organizm jest na niego wrażliwy, to w obrębie takiego pierścienia nic nie będzie się rozwijać i powstanie łyse miejsce, określane jako halo. Im silniej biobójczo działa dany związek chemiczny, tym większa będzie średnica halo. Jeśli nasączymy takie krążki różnymi antybiotykami, to możemy ocenić, który z antybiotyków najlepiej zwalczy rosnące murawą bakterie pobrane (np. wymaz z jamy nosowej) od chorego pacjenta – otrzymamy antybiogram. Sole miedzi są trujące dla grzybów (są składnikami preparatów grzybobójczych), ale w podobny sposób można testować też inne związki chemiczne lub ekstrakty z roślin.

Fot. Shutterstock (3)

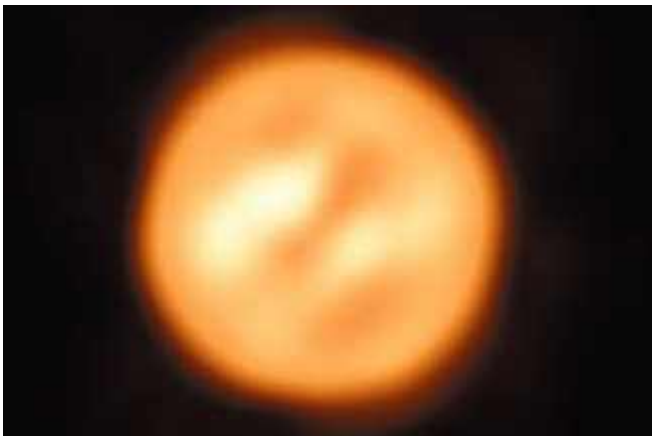
Szalka z *Penicillium roqueforti*, grzybem wykorzystywanym do produkcji serów pleśniowych

WIEDZA W PIGUŁCE

Mikroorganizmy są źródłem wielu cennych dla nas związków chemicznych, m.in. antybiotyków, kwasu mlekowego (służy do produkcji bioplastiku), barwników czy słodzików (erytrolu). Oczyszczają ścieki, rozkładają bioodpady w przemysłowych kompostowniach, produkują metan w biogazowniach. Enzymy bakteryjne znajdziemy w proszkach do prania. Czasami potrzebujemy mikroorganizmów do zadań specjalnych. Opracowano zatem procedury pozwalające na przetestowanie i selekcję najlepszych kandydatów. Sceną castingową staje się szalka mikrobiologiczna z pożywką, na której w tych samych warunkach porównuje się ich skuteczność.
Efekty procesów biochemicznych są dla nas widoczne pod postacią zmian barwy i pH podłoża, średnicy kolonii lub innych łatwych do oceny parametrów. Kolorowe produkty reakcji pozwalają wykrywać np. bakterie kałowe w wodzie z jeziora (m.in. dzięki próbie na indol). Aktywność enzymów degradujących np. kazeinę lub żelatynę (od których pożywka będzie mętna) poznamy po pojawianiu się przejaśnień. Toksyny bakteryjne prowadzące do rozpadu erytrocytów w agarze z krwią (owczą) wywołają zanik czerwonej barwy. W przypadku bakterii produkujących siarkowodór gaz ten reaguje z dodaną do agaru solą żelaza, wskutek czego obserwujemy czarne plamy.

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 c7bd52aca3



Antares jest tak wielki, że chociaż leży 550 l.św. od Ziemi, udało się wykonać bezpośrednie zdjęcie jego tarczy.

Ares i Antares

Na wieczornym niebie zobaczymy czerwoną planetę i jej gwiezdną naśladowczynię.

WERONIKA ŚLIWA

ODCIEŃ ANTARESA, najjaśniejszej gwiazdy Skorpiona, rzeczywiście jest podobny do naszego planetarnego sąsiada. To dlatego Grecy nazwali Antaresa rywalem Aresa, czyli boga Marsa. Czy podobieństwo jest bardzo wyraźne? Sprawdźmy sami. Około godziny 22:00 dostrzeżemy Marsa na zachodnim niebie w pobliżu najjaśniejszej gwiazdy Lwa, Regulusa. Gwiazdozbioru Skorpiona musimy poszukać bardziej na południe, nisko nad horyzontem. W Polsce nie dostrzeżemy całej konstelacji – w celu jej dokładnego obejrzenia trzeba się wybrać na południe od Wenecji. Jednak najjaśniejsza gwiazda Skorpiona, czerwony Antares, jest widoczna z całej Polski.

W pakiecie otrzymujemy aż dwie gwiazdy. Łatwo dostrzegalna jest tylko pierwsza, czerwonopomarańczowy Antares A. Antares jest z grubsza piętnastą co do jasności gwiazdą nocnego nieba. Z grubsza, bo jest to gwiazda zmienna, której jasność waha się od 0,6 do 1,6 wielkości gwiazdowej. Oznacza to, że jest ona niekiedy jaśniejsza od podobnego w kolorze Aldebarana, a potem ciemnieje bardziej niż alfa Bliźniąt, Kastor. Taka powolna i nieregularna zmienność wynika z budowy Antaresa: to stosunkowo masywna (ok. 14 razy masywniejsza od Słońca) i zaawansowana ewolucyjnie gwiazda w fazie czerwonego nadolbrzyma, podobnie jak widoczna na zimowym niebie Betelgeza. Zapasy wodoru w antaresowym jądrze się wyczerpały i obecnie obiekt czerpie energię głównie z fuzji helu. Jego zewnętrzne warstwy mocno się rozdęły: umieszczony w naszym Układzie Słonecznym zajmowałby obszar aż do pasa planetoid, sięgałby więc za orbitę Marsa. Jego perspektywy życiowe nie są optymistyczne. Faza czerwonego nadolbrzyma trwa krótko, a przynajmniej astronomicznie krótko: nie więcej niż 2 mln lat. Później gwiazda łączy w jądrze coraz cięższe pierwiastki, ale ta rozpaczliwa pogoń za stabilnością trwa tylko kilkaset tysięcy lat. Jej życie kończy wybuch supernowej.

Jak ten scenariusz wpłynie na pominiętego tu Antaresa B? Ta mniej spektakularna gwiazda jest trudna do bezpośrednich obserwacji, gdyż jej światło jest przyćmiewane przez Antaresa A. Pierwszy raz śledzono ją w XIX w., gdy główną gwiazdę zasłaniał Księżyc. Antares B jest mniej więcej 7 razy masywniejszy od Słońca, zapewne więc zakończy życie spokojniej od sąsiada jako ciężki biały karzeł.

Fot. ESO/K. Ohnaka, Infografiki Wawrzyniec Święcicki

Czerwiec

Początek lata nadejdzie 21 czerwca o 4:42. Od tej chwili dzień zacznie się już skracać. Oczywiście Ziemia wciąż jeszcze się nagrzewa – letnia pogoda potrwa co najmniej do pierwszych dni września. Pierwszego dnia lata Słońce znajdzie się najwyżej na polskim niebie i w Warszawie osiągnie wysokość 61,2°. Ten rekordowy dzień potrwa od 4:15 do 21:01. Wakacyjny czas sprzyja długim wyprawom w miejsca niezanieczyszczone miejskimi światłami, a czasem też na drugą półkulę ziemską. Spróbujmy w tym roku zapolować na Drogę Mleczną, którą w pogodną ciemną noc zobaczymy jako przecinający niebo świetlisty pas. Na jej tle rozpoznamy też wiele charakterystycznych gwiazdozbiorów. Z Polski dostrzeżemy choćby Kasjopeję, wyraźnego Łabędzia i umiejscowionego w centrum naszej galaktyki Strzelca. Podziwiając czerwcowe niebo, możemy też dostrzec meteory z kilku słabych rojów – szczególnie warto wyjść na obserwacje koło 16., 19. i 28. dnia miesiąca.

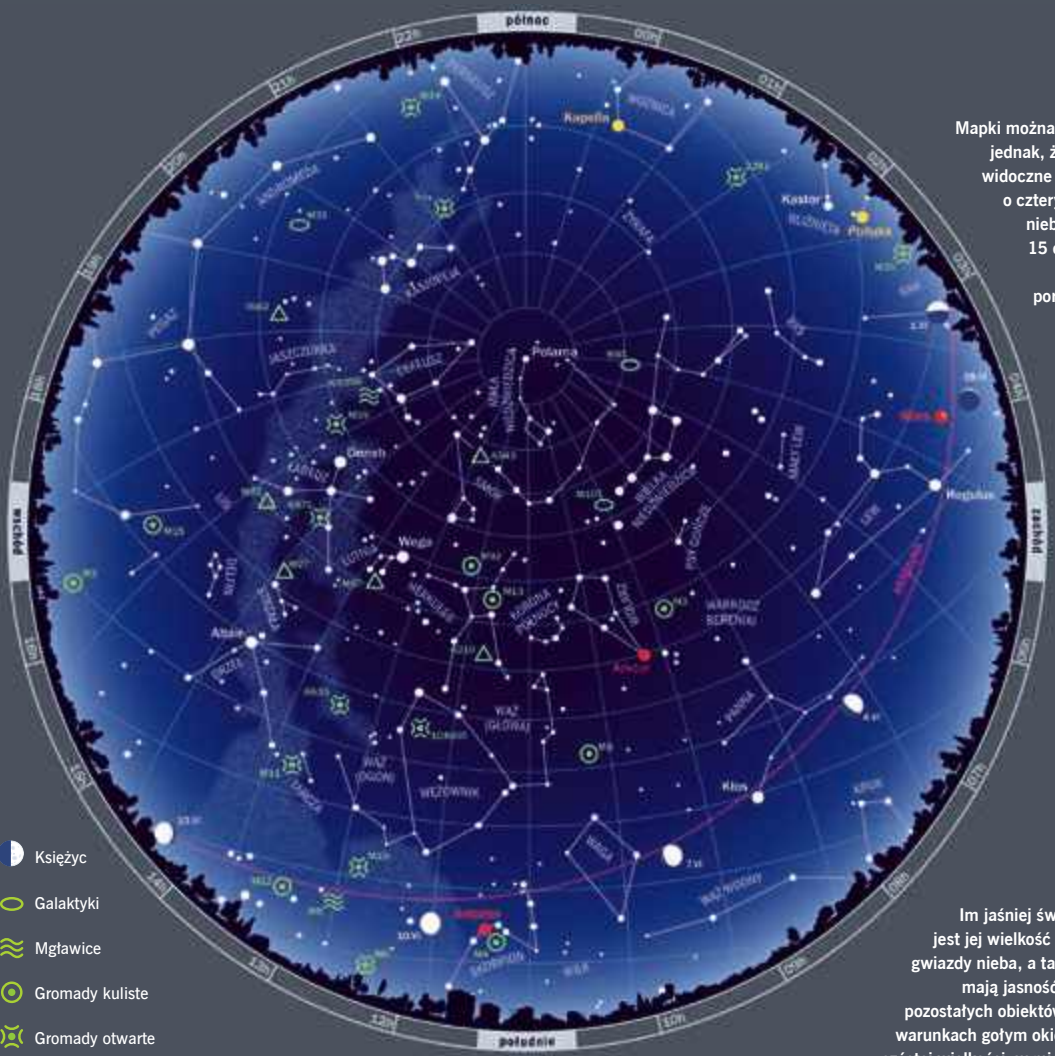
Wędrówki planet

Merkurego (0,1^m) poszukajmy kilka dni przed końcem miesiąca wieczorem w gwiazdozbiorze Raka. Wenus (–4,3^m) odnajdziemy przed wschodem słońca w gwiazdozbiorze Ryb. Mars (1,3^m) znajduje się obecnie w Lwie, z którego w czerwcu przechodzi do Bliźniąt. Planetę zobaczymy po zachodzie Słońca. Na obserwacje Jowisza poczekajmy do lipca. Saturna (1,1^m) odnajdziemy nad ranem w Rybach, a później Wodniku. Uran i Neptun są obecnie niewidoczne. Ceres (9,1^m) możemy próbować odszukać tuż przed wschodem Słońca w Wielorybie.

eprasa.pl c7bd52aca3

Najkrótsze noce

niebo nad Polską w nocy z 1 na 2 czerwca 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 czerwca o 24:00, 15 czerwca o 23:00 i 30 czerwca 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

- pierwsza kwadra 3.06 o 5:41
- pełnia 11.06 o 9:44
- ostatnia kwadra 18.06 o 21:19
- nów 25.06 o 12:32

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

SKALA JASNOŚCI

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

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

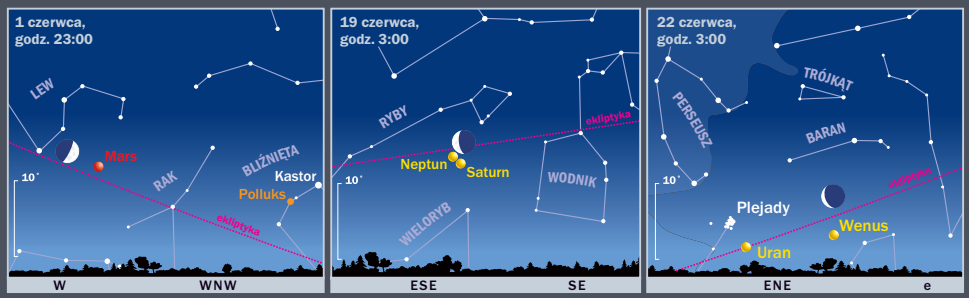
Przystępując do obserwacji, należy obrócić mapkę w taki sposób, by oznaczenie strony świata, ku której jesteśmy zwróceni, znalazło się na dole. Gwiazdy widoczne tuż nad horyzontem będą wówczas odpowiadały gwiazdom znajdującym się na dole mapki.

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

Śladem Księżyca i planet

W nocy 1 czerwca Księżyc zobaczymy koło Marsa w Lwie. 19 czerwca nad ranem Srebrny Glob odwiedzi Saturna i Neptuna. Trzy dni później nasz satelita zbliży się do Wenus w Baranie.

dr Weronika Śliwa



eprasa.pl c7bd52aca3

Jak się nie dać menopauzie

Autorka tak tłumaczy decyzję o napisaniu tej książki: „Jako specjalista ginekolog-położnik spędziłam niezliczone godziny w salach szpitalnych w mojej klinice, na porodówkach i na sali operacyjnej. Byłam dumna ze swojego zaangażowania w tę specjalizację i umiejętności aktywnego słuchania pacjentek. Jednak dopiero gdy zaczęłam aktywnie działać w mediach społecznościowych, odkryłam, że rzesze kobiet od lat głośno domagają się pomocy, ale nikt ich nie słucha. A one desperacko potrzebują wsparcia. Są to kobiety w okresie perimenopauzalnym lub po menopauzie, które czują się odizolowane i są zrozpaczone z powodu wielu uciążliwych objawów. Często nie mogą znaleźć wsparcia u małżonków lub przyjaciół, a co gorsza, lekarze i inni pracownicy służby zdrowia bagatelizują ich objawy. Widać było, że każda z tych kobiet czuje się samotna ze swoim przerażeniem i rozpaczą. Przyznaję, że był czas, kiedy i ja mogłam ich nie słyszeć. Ale kiedy sama przeszłam menopauzę, zrozumiałam je. I to nie tylko dzięki empatii, ale w wyniku osobistych doświadczeń. Także moje życie zostało poważnie zakłócone przez bezsenne noce, kiedy budziłam się mokra od potu, przez irytujący i niekorzystny dla zdrowia wzrost wagi, przez frustrującą mgłę mózgową, intensywne wypadanie włosów i suchą skórę. Mam nadzieję, że książka ta ułatwi kobietom zdobycie potrzebnej wiedzy i pozwoli im zadbać o siebie”.

Niestety, każda kobieta zderzy się z tematem menopauzy i każdego dnia mnóstwo pań boryka się z negatywnymi zmianami w organizmie. Prognozuje się, że w 2030 r. w wieku menopauzalnym lub pomenopauzalnym znajdzie się na świecie 1,2 mld kobiet. Nic dziwnego, że autorka apeluje o poprawienie standardu opieki medycznej na tym etapie życia. Nie może być tak, że ktoś idzie do lekarza w poszukiwaniu pomocy, opisuje swoje objawy, a następnie wychodzi z poczuciem zlekceważenia, bez diagnozy i bez nadziei na jakąkolwiek ulgę.

Okres menopauzy składa się z trzech etapów: perimenopauzy (cechuje się nieregularnymi miesiączkami), menopauzy (menopauzę osiąga się po upływie 12 mies. od ostatniej miesiączki) i postmenopauzy (reszta życia po menopauzie, typowe objawy utrzymują się zwykle od 4,5 do 9,5 mies. po ostatniej miesiączce). Z definicji są to różne fazy, ale pod względem samopoczucia mogą one wyglądać bardzo podobnie. Przyczyną, dla której objawy mogą być w nich zbliżone, jest to, że wszystkie są spowodowane spadkiem poziomu hormonów płciowych (estrogenu, testosteronu, progesteronu), co wynika ze spowolnienia działania jajników i ostatecznego jego zakończenia. Zwykle wraz z przechodzeniem od perimenopauzy do menopauzy, a następnie do postmenopauzy zmienia się tylko nasilenie objawów. Zmiany hormonalne mogą mieć poważne skutki. Lista dolegliwości związanych z perimenopauzą lub menopauzą jest naprawdę długa. To nie tylko nocne poty czy wahania nastroju, ale też m.in. nietrzymanie moczu, migreny, zamrożony bark, bóle mięśni i stawów, wysoki poziom cholesterolu, zawroty głowy, zespół przewlekłego zmęczenia, poczucie pieczenia w jamie ustnej i na języku, swędzenie skóry, szumy uszne, refluks żołądkowo-przełykowy, osteoporoza. Każda kobieta doświadczy własnego zestawu. Estrogen bowiem odpowiada nie tylko za zdolności rozrodcze. Jego receptory znajdują się w prawie każdym narządzie, a wraz ze spadkiem poziomu tego hormonu komórki zaczynają tracić zdolność do utrzymywania poprawnego stanu organizmu także w innych obszarach, takich jak układ krążenia, procesy poznawcze, zdrowie kości i równowaga poziomu cukru we krwi. Kiedy poziom estrogenu i progesteronu spada, naczynia krwionośne się zwężają, a wątroba zaczyna produkować zbyt dużo białek powodujących koagulację krwi i wzrost jej krzepliwości. Zwiększa to ryzyko powstawania zakrzepów. Trzeba też pamiętać, że choroba wieńcowa (występuje, gdy w tętnicach wieńcowych gromadzi się blaszka miażdżycowa złożona głównie z cholesterolu i tłuszczów, zmniejszająca przepływ bogatej w tlen krwi do serca; taki zmniejszony przepływ może powodować zaburzenia pracy serca, zwiększać ryzyko zakrzepów krwi i zawału) jest główną przyczyną zgonów kobiet, a ryzyko jej wystąpienia rośnie ok. 55. roku życia. Pokrywanie się czasu wzrostu ryzyka z wiekiem wystąpienia menopauzy nie jest przypadkowe, ponieważ menopauza oznacza skok poziomu cholesterolu LDL i trójglicerydów, które są uznawane za czynniki ryzyka chorób serca.

Liczne badania wykazały, że główny wpływ na czas wystąpienia menopauzy ma historia rodzinna. Jeśli więc matka lub bliskie krewne przeszły wczesną, normalną lub późną menopauzę, u kobiety może to wyglądać podobnie. Co ciekawe, warianty genetyczne związane z późną menopauzą są również związane z dłuższym życiem. Kobiety, które nigdy nie rodziły, są bardziej narażone na przedwczesną lub wczesną menopauzę w porównaniu z tymi, które mają dzieci. To samo ryzyko dotyczy kobiet z pierwszą miesiączką w wieku 11 lat lub młodszym. Liczba porodów może również wpływać na nasilenie objawów menopauzy, a badania wykazały, że kobiety, które urodziły co najmniej troje dzieci, częściej zgłaszały bardziej nasilone objawy niż matki mające jedno lub dwoje dzieci. Na czas wystąpienia menopauzy może również wpływać długość cyklu. W szczególności kobiety z cyklem krótszym niż 26 dni niekiedy osiągają menopauzę blisko 1,5 roku wcześniej niż te z dłuższym cyklem. To zrozumiałe, że historia reprodukcyjna i specyfika cyklu menstruacyjnego wpływają na czas wystąpienia menopauzy. Kiedy po raz pierwszy pojawia się miesiączka, rozpoczyna się owulacja, czyli proces uwalniania komórek jajowych z ich ograniczonego zapasu.

Badania wykazały jeszcze, że waga może wpływać na moment pojawienia się naturalnej menopauzy. Podwyższone ryzyko wczesnej menopauzy stwierdzono u osób z niedowagą lub niskim BMI we wczesnej dorosłości lub w średnim wieku, podczas gdy późniejszą menopauzę zaobserwowano u osób z wyższą wagą lub wysokim BMI. Z pozoru może to sugerować, że większa masa ciała jest korzystna, ponieważ późniejsza menopauza przedłuża ekspozycję na estrogen i jego ochronne działanie. Ale zbyt duża nadwaga, a przede wszystkim tłuszcz w okolicy brzucha, niweluje korzyści płynące z opóźnionej menopauzy i związanych z nią zmian hormonalnych, ponieważ przyczynia się do zaistnienia czynników ryzyka chorób serca, takich jak zaburzenia lipidowe (wysoki poziom cholesterolu), zaburzenia poziomu cukru we krwi i stany zapalne. Wykazano, że usunięcie jednego jajnika w okresie przedmenopauzalnym przyspiesza menopauzę o 1,8 roku. A im młodsza jest kobieta, tym szybciej występuje menopauza. Utrata jednego jajnika może spowodować wczesną menopauzę, ponieważ kobieta ma ograniczony zapas komórek jajowych, a po usunięciu jednego jajnika traci jego połowę.

Autorka pokazuje, jak powinno przebiegać postępowanie z pacjentką. Zaczyna się od wykluczenia chorób z podobnymi objawami, a potem wspólnie ustala, co dalej. Niewątpliwie dla Haver najlepsza jest hormonalna terapia zastępcza. Tłumaczy, jakie są jej rodzaje, metody podawania, korzyści dla organizmu, skutki uboczne i czy należy obawiać się zwiększonego ryzyka raka piersi. Terapia estrogenowa może pomóc np. w zapobieganiu utracie masy kostnej i zmniejszać ryzyko złamań o 20–40%, a jej działanie ochronne zdaje się mieć największy potencjał, jeśli zostanie rozpoczęta w ciągu pierwszych 10 lat po menopauzie. Dowiadujemy się, jakie badania należy wykonać w trakcie menopauzy, czy warto stosować suplementy, jak inaczej dbać o siebie (np. redukcja stresu, optymalizacja snu). Każda grupa przypadłości zostaje omówiona, a autorka podaje możliwe rozwiązania uporania się z dolegliwościami. Niestety, wiele porad jest odpowiednich tylko dla osób mieszkających w USA.

OLGA ORZYŁOWSKA-ŚLIWIŃSKA

Mary Claire Haver, *Menopauza. Oto nowa ty. Przewodnik na ścieżce hormonalnych zmian*, Wydawnictwo Sensus 2025

eprasa.pl c7bd52aca3

PUZELAND

MAREK PENSZKO

METAMORFOZA

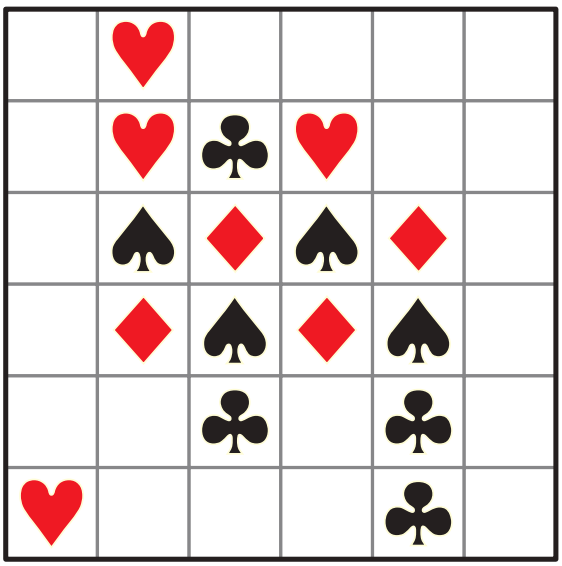
WILKA można „oswoić”, zmieniając go w PSA w czterech krokach. Natomiast MORS może zmienić się w FOKĘ w pięciu krokach. W jaki sposób? W każdym słowie wolno zmienić tylko jedną literę, tworząc następne (bez anagramowania, czyli przestawiania liter), a wszystkie słowa powinny być znanymi rzeczownikami pospolitymi w pierwszym przypadku liczby pojedynczej.

W	I	L	K
W	I	E	K
W	I	E	C
P	I	E	C
P	I	E	S

M	O	R	S
F	O	K	A

CZTERY KOLORY

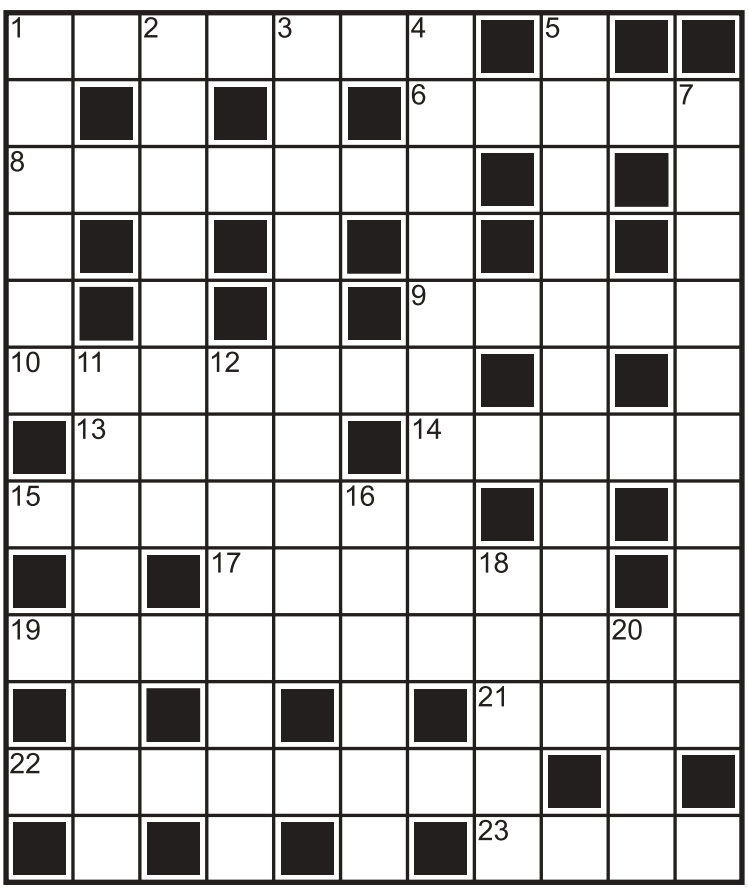
Diagram należy podzielić wzdłuż oznaczonych linii na cztery przystające części (jednakowej wielkości i identycznego kształtu). W każdej części powinny znaleźć się cztery różne kolory.



WIEDZÓWKA

Poziomo:
1) bucik trącący myszką
6) podobny do śruby
8) chronione, owłosione, zakwitają wczesną wiosną
9) ktoś sceptyczno-sarkastyczny
10) drobinki czasu
13) lukarna i witryna
14) papiery do obracania
15) inny z apteki, inny z ula
17) im większy, tym trudniej zeń wyjść
19) np. policyjna lub poselska
21) James, idol z lat 50.
22) filmy z gwiazdą w klapie
23) ościsty na życie

Pionowo:
1) liczba M
2) furtka w sercu
3) urządzenie do dmuchania
4) handlarze także ciętymi
5) statki z grodziami na ładownie
7) miasto obwodowe w południowym Kazachstanie
11) Latający okręt
12) w nich jarzyny wyglądają przez okna
16) imię następcy królowej brytyjskiej Wiktorii
18) coś z drobiu w dorobku Sławomira Mrożka
20) prezent od kukułki



Rys. Marek Penszko

Rozwiązania w następnym numerze.

eprasa.pl c7bd52aca3

WIEDZA I ŻYCIE
TWOJE PISMO O NAUCE

nr 1086 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
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, EWA NIECKUŁA, KAMIL NADOLSKI, 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; faks 22 451 61 35
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl
Prezes zarządu
JERZY BACZYŃSKI
Dyrektor wydawniczy
PIOTR ZMELONEK
tel. 22 451 61 33/34
Dyrektor biura reklamy
IZABELA KOWALCZYK-DUDEK
tel. 22 451 61 36
e-mail: reklama@polityka.pl
Dział Dystrybucji
MARCIN PAŚNICKI, kierownik
e-mail: dystrybucja@polityka.pl
Druk
Quad/Graphics Europe Sp. z o.o.
Copyright © POLITYKA Sp. z o.o. SKA 2025
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

Listy czytelników

Sprostowanie
W numerze kwietniowym popełniliśmy zabawną pomyłkę wskutek pracy z niskiej jakości zdjęciem. W artykule „Promieniowaniem i chemią w żywność” na s. 61 błędnie opisaliśmy nadpsute brzoskwinie jako jabłka. Dziękujemy za czujność panu Wojciechowi Filipowi.

Szanowna Redakcjo
Mam pytanie odnośnie do artykułu „Producentki jaj” z numeru majowego. Czy jaja od poszczególnych gatunków ptaków różnią się stopniem skażenia bakteryjnego i czy jest to groźne dla ludzi?

OLGA M.

Droga Czytelniczko,
bakterie trafiają na powierzchnię jaja już podczas przechodzenia przez kloakę ptaka, a po ich zniesieniu wskutek kontaktu z brudnymi powierzchniami. Obecność patogenów zależy od stanu zdrowia zwierząt oraz zanieczyszczenia mikrobiologicznego karmy i klatek, dlatego trzeba stosować zabiegi higieniczne polegające na usuwaniu odchodów, czyszczeniu i dezynfekcji klatek oraz pomieszczeń produkcyjnych. Należy pamiętać, że poszczególne fermy różnią się istotnie pod względem jakości higienicznej jaj.

Jeśli właściciele przestrzegają wymogów sanitarnych, to jaja są bezpieczne dla konsumentów. Na jajach różnych gatunków można znaleźć chorobotwórcze bakterie z rodzajów *Salmonella*, *Listeria* i *Campylobacter*. Jeśli chodzi o spożywanie surowych jajek, to uważać muszą m.in. osoby starsze, z osłabioną odpornością i dzieci. Pamiętajmy, że salmonelli nie przeszkadza w namnażaniu się temperatura w lodówce, ginie za to już w 70°C. Więcej tych bakterii stwierdza się na jajach kaczych, gdyż mają one bardziej porowatą powierzchnię, a hodowle ptaków prowadzi się w warunkach wilgotnych, przy stawach. Zwykle pierwsze objawy zatrucia pojawiają się po 6–72 godz. od spożycia zanieczyszczonego bakteriami pokarmu. Choroba manifestuje się biegunką, bólami brzucha, mdłościami, wymiotami i gorączką. Do metod walki z salmonellozą oprócz zabiegów dezynfekcyjnych należą szczepienia ochronne kurcząt, stosowanie probiotyków i preparatów zakwaszających paszę, zakwaszanie wody pitnej przed okresem ubojowym i w jego trakcie. Niestety, bakterie bywają obecne także we wnętrzu jaja, gdyż występują już w układzie rozrodczym zarażonych kur (w jajniku) i kogutów, co skutkuje możliwością infekcji w trakcie kopulacji.

REDAKCJA

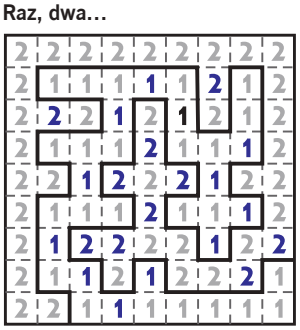
Zapraszamy **do pisania listów** na adres **wiedzaizycie@wiz.pl**

ROZWIĄZANIA ZADAŃ Z MAJOWEGO PUZELANDU

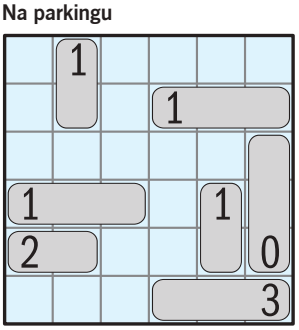
W pojedynkę

1	1	3	5	4	6	3	8
1	1	6	3	2	4	8	5
5	4	2	2	2	8	1	6
7	6	1	3	8	4	5	2
4	5	4	8	6	2	6	1
2	6	8	7	3	7	4	5
4	8	7	6	7	5	1	3
8	7	5	7	1	7	2	7

Raz, dwa…



Na parkingu



Rys. Marek Penszko

W następnych numerach

Drapieżniki czy ofiary?

Polskie węże przegrywają walkę ze zmieniającym się światem oraz wykreowanym przez popkulturę wizerunkiem.

Gdy ciepło staje się wrogiem

Zmiany klimatyczne to nie tylko topniejące lodowce, susze i powodzie. Podwyższone temperatury oznaczają realne zagrożenie dla zdrowia.

Kupujemy czołgi

Wybuch wojny na Ukrainie sprawił, że nasz kraj przyspieszył modernizację techniczną sił zbrojnych. Zaczęliśmy kupować m.in. nowoczesne czołgi dla wojsk pancernych.

Numer lipcowy „Wiedzy i Życia” trafi do kiosków 25 czerwca 2025 r.

eprasa.pl c7bd52aca3

WIEDZA I ŻYCIE

Zaprenumeruj nasz miesięcznik przez

InPost Paczkomat 24/7

- **Gwarantowana dostawa**
  do wybranego InPost Paczkomat 24/7
- **Darmowa przesyłka**
  przez cały okres prenumeraty
- **Niższa cena za egzemplarz**
  niż w sklepie

InPost

Jak to działa?

- Podczas zakupu wybierasz swój ulubiony InPost Paczkomat.
- Możesz później zmienić punkt odbioru, np. podczas urlopu.
- Otrzymasz SMS i/lub email o tym, że możesz już odebrać nowy numer „Wiedzy i Życia”.

129 zł za rok
Oszczędzasz 38 zł
Tylko ~~13,99~~
11 zł za numer

blik

PayU

Wejdź na **wiz.pl/paczkomat** lub zeskanuj kod QR:

eprasa.pl c7bd52aca3

UNIWERSYTET WARSZAWSKI

KOLEGIUM MIĘDZYWYDZIAŁOWYCH INDYWIDUALNYCH STUDIÓW MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZYCH

MISMaP

STUDIUJ INTERDYSCYPLINARNIE!

W UNIWERSYTECIE WARSZAWSKIM

OPIEKA TUTORA

INDYWIDUALNY PROGRAM STUDIÓW MIĘDZYOBSZAROWYCH

DO WYBORU PRZEDMIOTY Z NAUK

ŚCISŁYCH

ASTRONOMIA
CHEMIA
CHEMIA MEDYCZNA
FIZYKA
INFORMATYKA
MATEMATYKA
BIOFIZYKA

PRZYRODNICZYCH

BIOLOGIA
BIOTECHNOLOGIA
GEOGRAFIA
GEOLOGIA
POSZUKIWAWCZA
GEOLOGIA STOSOWANA
OCHRONA ŚRODOWISKA

SPOŁECZNYCH

GOSPODARKA PRZESTRZENNA
PSYCHOLOGIA
SOCJOLOGIA

HUMANISTYCZNYCH

BIOETYKA
FILOZOFIA
KOGNITYWISTYKA
PHILOSOPHY
(INTERNATIONAL STUDIES IN PHILOSOPHY)

TEL.: 22 55 43 550 | 22 55 43 551 | 22 55 43 552

WWW.MISMaP.UW.EDU.PL

eprasa.pl c7bd52aca3