

Nr 1 STYCZEŃ/LUTY 2013

z Przyrodą

Biologia w Szkole

339 (LXV) indeks 352659 CENA 19,50 zł (w tym 5% VAT)

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

ANALIZA DNA

Barkoding

**Czy zoo
to tylko
niewola?**

**Nowe
gatunki
zwierząt**

**Narodziny
bez ojca**

BIOLOGIA ŚRODOWISKOWA

Życie w lodzie



82060301301001

ISSN 0137-8031

01

9 770137 803300

Czasopisma pedagogiczne **odkryj je na nowo!**

Teraz w nowym, większym formacie
W poszerzonej objętości
Z nową szatą graficzną, bogatą w rysunki i fotografie

- Nowe, ciekawe treści - przydatne, praktyczne, inspirujące
- Więcej doświadczeń, eksperymentów i pomysłów na ciekawe lekcje
- Nowe propozycje metodyczne
- Prezentacje najnowszych odkryć oraz osiągnięć naukowych i akademickich
- Atrakcyjne pomoce dydaktyczne

Zmieniamy się
dla Ciebie!



Sprawdź nas - zamów prenumeratę!

Redakcja Czasopism Pedagogicznych EduPress, Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Spółka z o.o.
Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa, tel. 22 244 84 78, faks 22 244 84 10, e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl



NUMER 1 STYCZEŃ/LUTY 2013 339 (LXV)
 indeks 352659 Nakład 4000 egz.
 CENA zł 19,50 (w tym 5% VAT)



Zdjęcie na okładce: Piotr Borsuk

Redakcja

Piotr Borsuk (redaktor naczelny),
 prazm@gazeta.pl

Adres redakcji

01-194 Warszawa,
 ul. Młynarska 8/12,
 tel. 22 244 84 74,
 faks 22 244 84 76,
 biologia@raabe.com.pl

Wydawca

Dr Josef Raabe
 Spółka Wydawnicza Sp. z o.o.,
 ul. Młynarska 8/12,
 01-194 Warszawa,
 tel. 22 244 84 00,
 faks 22 244 84 20,
 e-mail: raabe@raabe.com.pl,
 www.raabe.com.pl,
 NIP: 526-13-49-514,
 REGON: 011864960,

Zarejestrowana w Sądzie Rejonowym dla m.st. Warszawy w Warszawie XII Wydział Gospodarczy KRS, KRS 0000118704, Wysokość Kapitału Zakładowego: 50.000 PLN

Prezes zarządu

Michał Włodarczyk

Dyrektor wydawniczy

Józef Szewczyk, tel. 22 244 84 70,
 j.szewczyk@raabe.com.pl

Dział obsługi klienta

tel. 22 244 84 11,
 prenumerata@raabe.com.pl

Dyrektor zarządzający

Anna Gryczewska,
 a.gryczewska@raabe.com.pl

Dział marketingu

tel. 22 244 84 50

Kolportaż

Anna Niepiekło, tel. 22 244 84 78,
 faks 22 244 84 76,
 a.niepieklo@raabe.com.pl

Reklama

Andrzej Idziak, tel. 22 244 84 77,
 faks 22 244 84 76, kom. 692 277 761,
 reklama@raabe.com.pl

Skład i łamanie Vega design

Druk i oprawa

Pabianickie Zakłady Graficzne SA,
 95-200 Pabianice,
 ul. P. Skargi 40/42

Redakcja nie zwraca nadesłanych materiałów, zastrzega sobie prawo formalnych zmian w treści artykułów i nie odpowiada za treść płatnych reklam.

Zapraszamy do odwiedzenia naszej strony w Internecie

www.edupress.pl

Szanowni Czytelnicy

Gdy piszę te słowa, zima chyba dopiero przychodzi, ale może czytając je, odnoscie Państwo wrażenie, że mróz dokucza nam już zbyt długo. Jedno jest pewne, wtedy już do wiosny będzie bliżej, niż jest teraz. Ot taki drukarski wehikuł czasu, w którym czasopismo łączy czasy przeszły z przyszłym i odwrotnie. Pismo łączy nas również w przestrzeni z krainami tak dalekimi, że czasem wydają się nierealne. Przykładem może być Antarktyka, gdzie zima jest nawet latem. Świat to zaiste nie tylko odległy, ale i egzotyczny, bo organizmów w lodowcach jest wiele, choć ich nie widać. Rozwijają się na drobnych materii nieorganicznej, tworząc konsorcja mikrobialne, w których mikroby zapewne jakoś się ze sobą porozumiewają. Niewiele o nich wiemy, nie znamy wszystkich organizmów żyjących w lodowcach, bo nie potrafimy ich wyhodować w laboratoriach. Czy możemy je poznać? O tym mówi artykuł Pani dr Joanny Stojak. Barkodowanie, o którym pisze, zaledwie od kilku lat stosowane jest do identyfikacji organizmów, a już powstaje pytanie, czy nie odejdzie od lamusa w świecie, w którym coraz większą rolę odgrywa sekwencjonowanie wysokoprzepustowe.

Za to w niebyt nie odchodzą ogrody zoologiczne, choć ich rola we współczesnym świecie jest mocno dyskusyjna. Warto się nad tym zastanowić przy okazji wiosennej wycieczki do zoo. A może lepiej iść z klasą na łąkę i poobserwować, co w trawie piszczy, oraz przekonać się, jak wielką satysfakcję daje badanie przyrody bez krat, murów i wybiegów? Jeszcze możemy to zrobić, ale czy już wkrótce świata nie zasypią śmieci? Czy urodę lip Kochanowskiego nie zabiją walające się pod nimi puszkami, butelkami, torebkami foliowe... jednym słowem – produkty naszej cywilizacji?

Na szczęście nasza cywilizacja wytwarza również produkty, które mogą przyczynić się do uwrażliwienia młodzieży. Oddając w Państwa ręce jeden z nich, życzę miłej lektury i mimo zimy ciepłej refleksji o dydaktyce przyrody na wiosnę, kiedy zakwitną mniszki i jabłonie.

Piotr Borsuk

Co nowego w biologii?

- Antarktyka – życie w lodzie zamknięte 4
- Anna Znój, Piotr Borsuk



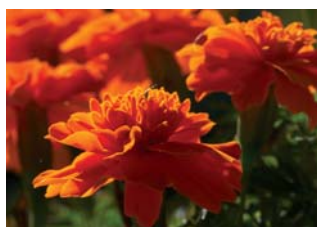
- Barkoding DNA – ideał czy idea? 13
- Joanna Stojak

- BZOO – za i przeciw 17
- Agnieszka M. Kulpa



Ogródek „BwS”

- Aksamitka (*Tagetes sp.*) 24



Ciekawostki

- Dzieci bez seksu 26

Nowinki

- Sekwencjonowanie prawdę ci powie 28
- Na tropach skamieniałych tajemnic 28
- Dorzecze Mekongu – świat nie do końca poznany 29



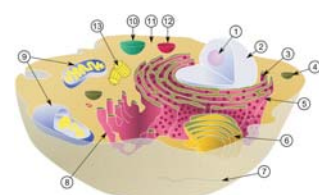
Galeria Biologii w szkole

- Półwysep Antarktyczny 30



Z praktyki szkolnej

- Wpływ czynników środowiskowych na przebieg procesu fotosyntezy i fermentacji 32
- Irena Nicińska
- E-lekcja, lekcja z wykorzystaniem internetu 34
- Joanna Pilipczuk



- Przyjemne z pożytecznym, czyli zajęcia pozalekcyjne 41
- Magda Assaf
- Nauczyciele chcą e-podręczników 42
- Agata Zarębska

Kącik ekologiczny

- Przyroda w twórczości Jana Kochanowskiego 44
- Wojciech Jeszka



- Biologia – recenzja 48
- Piotr Borsuk

Antarktyka – życie w lodzie zamknięte

Ludziom żyjącym w strefie umiarkowanej, czyli takim jak my, mróz kojarzy się z zimą lub krainami polarnymi. Zimą trzeba przetrwać, a świat wiecznych lodów jest daleko. Zima to sen zimowy i letarg, w który zapada przyroda. Wiosenne ciepło budzi przyrodę do życia. Tak to dostrzegamy, ale czy naprawdę temperatura około 0°C oznacza brak życia? Gdyby tak było, to za martwą należałoby uznać większą część ekosfery! Przecież wody mórz i oceanów, z wyjątkiem kilkusetmetrowej warstwy wód powierzchniowych w strefie umiarkowanej i tropikalnej, to świat chłodu. Również w wysokich górach nie jest zbyt ciepło. Czy oznacza to, że nie ma tam życia? Oczywiście nie, życie jest, może nie tak różnorodne jak w ciepłych krainach, ale jest. Przyroda nie znosi pustki. Jeśli tylko istnieje dostępne dla organizmów żywych źródło energii, to wcześniej czy później coś „wyrośnie”, a że w strefie polarnej źródła energii są zwykle ubogie, to i życie rozwija się raczej w skali mikro niż makro.

Anna Znój, Piotr Borsuk

Arktyka a Antarktyka

Na Ziemi istnieją dwa obszary polarne: Arktyka i Antarktyka. Antarktyka to obszar na półkuli południowej rozciągający się wokół bieguna południowego, obejmujący kontynent antarktyczny (Antarktydę) oraz otaczający go Ocean Południowy wraz z wyspami – Antarktyka morska. Do Antarktyki morskiej, z uwagi na klimat, zaliczana jest również zachodnia część Półwyspu Antarktycznego. Leży ona po przeciwnej stronie globu ziemskiego, a więc w pozycji „anty” względem Arktyki, i stąd jej nazwa *Anty-Arktyka*, czyli *Antarktyka*.

Nazwa *Arktyka* wywodzi się od greckiego słowa *arktikos* – niedźwiedź, czyli od łacińskiej nazwy gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy. Mimo że oba obszary polarne (północny i południowy) są do siebie pod wieloma względami podobne, np. długości dnia i nocy polarnych, to jednak różnią się pod innymi względami.

Oba te obszary różnią się od innych części globu ziemskiego przede wszystkim znacznie mniejszą ilością otrzymywanego promieniowania świetlnego (a więc i ciepła), występującymi tam tzw. dniami i nocami polarnymi, które trwają na biegunach po 6 miesięcy, oraz

Tabela 1. Różnice między Antarktydą a Arktyką

ANTARKTYDA	ARKTYKA
Kontynent otoczony przez ocean.	Ocean otoczony przez kontynenty.
Biegun południowy na wysokości 2835 m n.p.m.	Biegun północny na wysokości 1 m n.p.m. Dno oceanu na głębokości 427 m.
Szelf kontynentalny głęboki i wąski; ograniczona powierzchnia łądu wolnego od lodu; brak drzew, tundry, dużych zwierząt lądowych i ludności autochtonicznej.	Szelf kontynentalny płytki i szeroki; duży obszar wiecznej zmarzliny; wyraźnie zaznaczona granica lasu, dobrze rozwinięta tundra, obszar okołobiegunowy zamieszkiwany przez ludność autochtoniczną.
Czasza lodowa pokrywa 98% łądu.	Łądolód ograniczony.
Objętość gór lodowych oderwanych od lodowców i lodu szelfowego mierzona w kilometrach sześciennych.	Objętość gór lodowych oderwanych od lodowców górskich mierzona w metrach sześciennych.
Lód morski głównie jednoroczny, słony, cieńszy niż 2 m.	Lód morski głównie wieloletni, wysłodzony, grubszy niż 2 m.
Średnia temperatura na biegunie południowym to -50°C.	Średnia roczna temperatura na biegunie północnym to -18°C.
Ssaki wyłącznie morskie: wieloryby, foki.	Ssaki morskie, np. wieloryby, morysy, i lądowe (renifery, wilki, woły piżmowe, zające, lemingi, lisy, niedźwiedzie polarne).
Mniej niż 20 gatunków ptaków między 70° a 80° szerokości geograficznej południowej.	Ponad 100 gatunków ptaków między 75° a 80° szerokości geograficznej północnej.
Porosty na 82° szerokości geograficznej południowej.	Porosty i około 90 gatunków roślin kwiatowych na 82° szerokości geograficznej północnej.

bardzo niską temperaturą powietrza, szczególnie w czasie polarnej zimy. Tereny okołobiegunowe są pokryte lodem i śniegiem, zwykle przez cały rok, jednak procent zlodowacenia jest o wiele wyższy w przypadku Antarktyki niż Arktyki (Tab. 1).

Obszary podbiegunowe południowe i północne różnią się pod względem zależności łąd – ocean. Arktyka jest krainą wód – rozciąga się na ogromnych przestrzeniach Północnego Oceanu Lodowatego usianego licznymi wyspami i pokrytego w znacznej części



Fot. 1. Zachodnia część Półwyspu Antarktycznego z uwagi na łagodniejszy klimat zaliczana jest do morskiej Antarktyki

lodem. Ocean otacza obszary kontynentów: Europy, Azji i Ameryki Północnej. W przypadku Antarktyki układ ten przedstawia się odwrotnie. W centrum jest kontynent Antarktydy stanowiący jednolitą masę lądu pokrytego grubą pokrywą lodową, który jest otoczony oceanem z licznymi wyspami.

Antarktyda jest najzimniejszym obszarem na kuli ziemskiej. Arktyka, położona wokół bieguna północnego, ma znacznie cieplejszy klimat. Najzimniejszym miesiącem na biegunie północnym jest styczeń, kiedy średnia temperatura wynosi -35°C , a najcieplejszym – lipiec (około 0°C).

Na obszarach, gdzie w porze letniej lód ustępuje, odsłaniając ziemię, pojawia się uboga roślinność polarna. Pod względem flory i fauny Arktyka jest znacznie bogatsza od Antarktyki, zarówno co do liczby, różnorodności, jak i obszaru występowania organizmów żywych. Podczas gdy w Arktyce spotykamy liczne gatunki ssaków lądowych, takich jak wilk, lis polarny, zajęc bielak, biały niedźwiedź, leming, wół piżmowy czy renifer, w Antarktyce ssaki lądowe w ogóle nie występują.

Antarktyka

Zdefiniowanie regionów polarnych jest trudne. Najłatwiejszym sposobem jest uznanie za granice kół podbiegunowych, jednak ze względu na różne warunki panujące wokół biegunów jest to niewystarczające. Dobrymi przykładami mogą być Półwysep Antarktyczny, który rozciąga się poza koło podbiegunowe, oraz fakt, że przeważająca ilość zimowego lodu morskiego powstaje na północ od południowego

koła podbiegunowego. **Pojęcie Antarktydy jest zarezerwowane dla kontynentu, natomiast Antarktyka jest definiowana różnie.**

Powszechnie odnosi się do obszaru wokół bieguna południowego położonego na południe od 60°S . Jej granice wyznacza się też wzdłuż konwergencji antarktycznej wód oceanicznych albo wzdłuż równoleżników: 60°S (według paktu antarktycznego) lub 45°S (według programu organizacji FAO).

Strefa konwergencji antarktycznej, zwana również antarktycznym frontem polarnym, jest ruchoma, tzn. zmienia często swój przebieg pod wpływem wiatru, różnic ciśnienia atmosferycznego, a być może również przemieszczania się mas wodnych w głębi oceanu. W strefie, gdzie stykają się Oceany Południowy, Indyjski i Atlantycki, konwergencja antarktyczna biegnie między 47° a 50° szerokości geograficznej południowej, natomiast od strony Oceanu Spokojnego między 55° a 60° tej samej szerokości geograficznej. Zwykle właśnie strefę konwergencji antarktycznej uważa się za północną granicę Antarktyki. Obszar wydzielony przez strefę konwergencji to około 50 mln km^2 , z czego centralnie położony kontynent Antarktydy zajmuje około 14 mln km^2 . Antarktykę możemy więc traktować jak lodówkę, której zamkniętymi drzwiami jest strefa konwergencji antarktycznej, podczas gdy Arktyka to lodówka z otwartymi drzwiami.

Antarktyczna przyroda często postrzegana jest przez pryzmat zwierząt żyjących w tym regionie, ale nigdy niedocierających na stały ląd bądź jedynie czasowo wykorzystujących niezlodzone obszary

jako miejsce rozrodu i wychowywania potomstwa. Z roślin lądowych występują tu głównie mchy, porosty i tylko dwa gatunki roślin kwiatowych: trawa śmiałek antarktyczny (*Deschampsia antarctica*) i kolobant (*Colobanthus quitensis*) z rodziny goździkowatych, spotykane na Półwyspie Antarktycznym i wyspach morskiej Antarktyki. Jednak prawdopodobnie nie więcej niż 5 mln lat temu na kontynencie występowały drzewa liściaste, co świadczy o różnorodnej vegetacji. Istnieją również dowody, że w odleglejszej przeszłości na Antarktydzie istniały znacznie bardziej złożone biocenozy.

Morska Antarktyka

Północną granicę morskiej Antarktyki stanowi strefa konwergencji antarktycznej. Tworzą ją Prąd Okołobiegunowy i antarktyczny front polarny. Prąd Okołobiegunowy to potężny prąd morski obejmujący warstwę oceanu do głębokości nawet 3000 m i przenoszący 110 Sv ($1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$) wody (przez Cieśninę Drake'a nawet 150 Sv).

Klimat morskiej Antarktyki charakteryzuje niska temperatura, okresowy, silny wiatr, wysoka wilgotność powietrza, duże zachmurzenie oraz znaczna zmienność pogody nawet w ciągu doby. Klimat kształtowany jest pod wpływem rozległych akwenów morskich i napływających sponad nich wilgotnych mas powietrza. Ze względu na oddalenie od dużych obszarów lądowych Antarktydy wpływ kontynentu na warunki klimatyczne jest niewielki, szczególnie widoczny w okresie zimowym, gdy znaczne powierzchnie morza są pokryte lodem.

Antarktyczny front polarny powstał po rozdzieleniu Ameryki Południowej i Antarktydy, co doprowadziło do stworzenia toru wodnego (Cieśniny Drake'a) oraz ustanowienia wokół Antarktydy Prądu Okołobiegunowego. Wtedy właśnie lodówka się zamknęła. Biologicznym skutkiem tego rozdziału była m.in. izolacja fauny antarktycznej. Proces ten rozpoczął się 41 mln lat temu, a zakończył około 20 mln. Jego konsekwencją jest wysoki endemizm gatunków występujących na Antarktydzie. Dodatkowo Cieśnina Drake'a jest najprawdopodobniej zbyt głęboka, aby umożliwić rozprzestrzenianie się organizmów szelfowych po dnie, nawet mimo znacznego zakresu tolerancji wielu z nich na głębokość. Mimo to istnieją bezkręgowce występujące po obu stronach Cieśniny Drake'a, np. wstężnica *Parborlasia corrugatus*. Są to jednak nieliczne epipelagiczne lub bentoniczne organizmy. Antarktyczny front polarny jest barierą dla swobodnej wymiany wody w kierunku północ-południe, a tym samym stanowi szczególną biogeograficzną nieciągłość.

Lodowiec szelfowy to brzeżna część lądolodu, która unosi się na powierzchni wody. Powierzchnia lodowca szelfowego jest niemal zupełnie płaska (spadek nie przekracza 0,5%) i na ogół kończy się lodowym klifem stanowiącym czoło lodowca, od którego oddzielają się góry lodowe.

Półwysep Antarktyczny tworzy geograficzną i botaniczną strefę przejściową między odległym, południowym krańcem Ameryki Południowej z Ziemią Ognistą i przyładkiem Horn a Antarktydą. Półwysep Antarktyczny jest górzysty, pokryty lądolodem i niemal pozbawiony roślin, z wyjątkiem wybrzeży i licznych wysp przybrzeżnych o podobnym krajobrazie. Najbardziej przyjazne warunki środowiskowe dla rozwoju roślin panują na położonym na poziomie morza zachodnim skraju Półwyspu Antarktycznego; jego wschodnie wybrzeże jest zbyt zimne.



Fot. 2. Czoła lądowych lodowców są silnie spękane, a jeśli w ich sąsiedztwie występują skały to również pokryte dużą ilością różnej wielkości okruchów skalnych

Lodowce

Antarktykę i wyspy morskiej Antarktyki zamiast rzek przecinają lodowce, które spływają w dół, ku wybrzeżom. Jedne płyną wolniej, drugie szybciej w zależności od stopnia nachylenia podłoża i masy niesionego lodu. Lodowce przemierzają rocznie od 30 do 450 m, co jest odległością stosunkowo niewielką, ale jednak dostrzegalną. Czasem w głębokich wąwozach spadają stromo, tworząc lodospady o błękitnych barwach. Kiedy lodowiec dotrze do krawędzi kontynentu, wysuwa się w ocean, często na dziesiątki kilometrów, tworząc długie lodowe języki. Lodowce lądowe zachowują się nieco inaczej niż te, których czoło unosi się na powierzchni morza. Te ostatnie nazywane są lodowcami szelfowymi.

Największe lodowce szelfowe na Antarktydzie to Lodowiec Szelfowy Rossa na Morzu Rossa i Ronne'a-Filchnera na Morzu Weddella. Inne ważniejsze to lodowce szelfowe Larsena, Amerygo i Shackletona.

Lodowiec ze względu na ogromną objętość ma duży wpływ na otoczenie, mimo że procesy zachodzące w lodzie są powolne. Wzrost temperatury powietrza powoduje topienie się lodowców, a w konsekwencji ich cofanie się. Jeśli dotyczy to lodowca lądowego, następuje odsłonięcie nowych śro-

dowisk lądowych wolnych od lodu. To z kolei stwarza możliwość sukcesji pierwotnej. Takie zjawisko zachodziło na terenie naszego kraju, gdy po ostatnim zlodowaceniu cofał się lodowiec skandynawski. W trakcie tego procesu na przedpolu lodowca dostarczane są duże ilości słodkiej wody wraz z substancjami mineralnymi i mikroorganizmami, które zasiedlały lodowiec.

Zwykle skutkiem przesuwania się lodowca po lądzie jest spękanie jego czoła. Natomiast czoła lodowców szelfowych są z reguły lite. Lodowce szelfowe charakteryzuje duża dynamika: masy ciepłej wody dopływającej od strony oceanu powodują tzw. cielenie się lodowca, czyli odrywanie się od jego czoła gór lodowych. Wiatry katabatyczne, wiejące od strony lądolodu, odsuwają lód morski od czoła lodowca i tworzą w lodzie szelfowym polynie – naturalne przeręble. Lodowce lądowe ciążą się, sypiąc stosunkowo niewielkimi okruchami lodu.

Najwięcej gór lodowych o dużych rozmiarach powstaje w wyniku cielenia się lodowców szelfowych Antarktydy. Przykładowo w 2000 roku od Lodowca Rossa oderwał się jego fragment o powierzchni ponad 11 000 km². Fragment ten, oznaczony jako B-15A, stał się największą, swobodnie płynącą górą lodową (27 × 122 km,



Fot. 3. Dryfujące kawałki lodu o powierzchni mniejszej niż 300 m² i wystające nad wodę na mniej niż 5 m nazywamy growlerami

pow. 3100 km²). Trzeba pamiętać, że wraz z górami lodowymi wędrują ich mieszkańcy.

Mikroorganizmy z lodowców

Przyzwyczailiśmy się do tego, że życie rozwija się wszędzie. Na lądzie, w morzu i powietrzu, nawet w lodzie... Znajdziemy je tam, gdzie istnieją źródła energii i biogenów. Niestety jednego i drugiego brakuje w wodzie destylowanej, a za taką, w formie zestalonej, należy uznać lód lodowcowy. Szczególnie lód lodowców oddalonych od morza i niezaladzonych obszarów lądów, tzw. oaz. „zanieczyszczenia” mogą pochodzić również z nunataków – skał sterczących ponad powierzchnię lodowców. Zachodzące bardzo szybko wietrzenie lodowe skał generuje ogromną ilość okruchów skalnych, które na znaczną odległość mogą przetransportować wiatry, np. wiatry katabatyczne. Okruchy skał osadzane na powierzchni lodowca stają się zaczynem życia. Dlatego najbujniej rozwija się ono w „brudnych” lodowcach morskiej Antarktyki oraz na ich powierzchni.

Mikroorganizmy morskiej Antarktyki, żyjąc w jednym z najzimniejszych środowisk na ziemskim globie, są naturalnie przystosowane do wzrostu w niskich tempera-

turach. Wpływ człowieka na tym obszarze jest minimalny, stąd duże prawdopodobieństwo, że występujące tu organizmy nie zostały zawleczone z innych obszarów.

Lodowiec jest szczególną strukturą mikrobiologiczną. Uważa się, że w głównej mierze jest rezerwuarem mikroorganizmów przetransportowanych przez wiatr wraz z pyłem, aerozolem lub kryształami lodu. Część z nich, uwięzionych w lodzie bez dostępu do wody, jest w stanie przetrwać przez lata aż do roztopienia lodu i ich uwolnienia. Jednak niektóre mikroorganizmy zachowują niską aktywność metaboliczną nawet w ujemnej temperaturze, co zwykle umożliwia im naprawę uszkodzeń, ale nie

wzrost. Ich środowiskiem życia jest prawdopodobnie woda występująca w przestrzeniach pomiędzy kryształami lodu. Faza ciekła w lodzie lodowca jest bardzo ograniczona, występuje głównie jako nanometrowej grubości powłoka w trójkątach pomiędzy kryształami lodu i na powierzchni cząstek pyłu uwięzionego w lodzie. Pory z cieczą w lodowcu są znacznie mniejsze od występujących w zimowym, morskim lodzie. Średnia objętość fazy ciekłej w lodzie z lodowca wynosi 0,01% objętości lodu w porównaniu z 1% w zimowej, arktycznej zmarzlinie czy 8% w lodzie morskim. Środowisko w porach lodu jest kwaśne i oligotroficzne, zasolenie jest w nich mniejsze niż 0,1‰ (wieczna zmarzlina i morski lód mają zasolenie równe

Przyjmuje się, że góra lodowa to bryła lodu o powierzchni większej niż 300 m² i wystająca nad powierzchnię morza na ponad 5 m. Mniejsze, dryfujące kawałki lodu nazywane są growlerami.

24–38‰), a stężenie rozpuszczonego węgla organicznego (DOC) jest mikromolarne (wieczna zmarzlina i morski lód zawierają DOC w stężeniu ponad 1000 razy większym).

Woda w inkluzjach zawiera wystarczającą ilość węgla i składników odżywczych, aby podtrzymać małą populację komórek mikrobów (10–10² komórek/ml) nawet przez setki tysięcy lat. Stopień segregacji mikroorganizmów między



Fot. 4. Góry lodowe odrywające się od lodowców szelfowych są płaskie



Fot. 5. Pył skalny pokrywający lodowce morskiej Antarktyki pochodzi zwykle z otaczających je skał lub wystających nad lód iglic skalnych, tzw. nunataków



Fot. 6. W lodowcach najczęściej mikroorganizmów występuje w najsilniej zapylnym lodzie. Na fotografii czoło Lodowca Ekologia (Wyspa Króla Jerzego, morska Antarktyka)

fazę ciekłą i stałą oraz mechanizm tego procesu nie są dotychczas znane, ale prawdopodobnie związane są z powierzchniowymi białkami mikrobów służącymi jako zarodki krystalizacji lodu. Jednak na lodowcu prawdziwymi oazami życia są kriokonity.

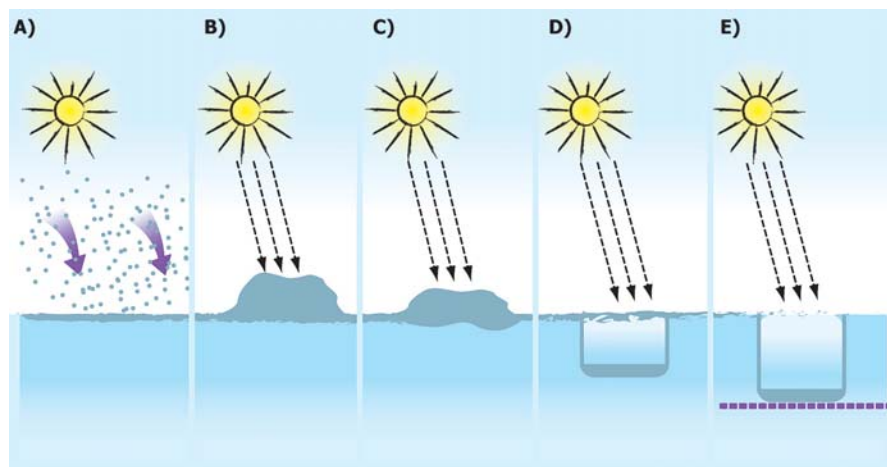
Kriokonity

Kriokonity to cylindryczne, wypełnione wodą i osadem wgłębienia występujące na powierzchni wszystkich lodowców. Można je uznać za miejsca, w których życie na lodowcu rozkwita najbujniej. Dzięki temu, że powstają na powierzchni lodowca, są stosunkowo łatwo dostępne dla badacza. Żyje w nich wielokrotnie więcej mikroorganizmów niż w otaczającym je lodzie. Kriokonity to refugia życia zdominowane przez mikroby zaadaptowane do ekstremalnych warunków panujących w lodowcu. Stosunkowo proste systemy funkcjonujące w wytopionych w lodzie wgłębieniach stwarzają okazję do badania dynamiki prostego mikroekosystemu zbliżonego do potencjalnych siedlisk istniejących na innych lądowych i lodowych obiektach. Kriokonity powstają, gdy na powierzchnię lodu dostanie się okruch lub pył skalny powstały np. w procesach lodowego wietrzenia nunataków i przetransportowany przez wiatr. Drobinę skał posiadają relatywnie niskie albedo (w porównaniu z lodem)

i dlatego absorbują więcej energii słonecznej.

W konsekwencji nagrzewają się, rozpuszczając otaczający je lód i formują wypełnione wodą zagłębienia, które stopniowo się pogłębiają, aż do momentu, gdy staną się tak głębokie, że promienie słoneczne zbyt słabo ogrzewają obiekt (y) o wysokim albedo. Wtedy kriokonit osiąga stałą głębokość, ponieważ szybkość wtapienia się w lód jest taka sama jak tempo ablacji powierzchni lodowca (Rys. 1). Wielkość zagłębienia uzależniona jest od lokalizacji kriokonitu, natężenia promieniowania słonecznego i temperatury powietrza oraz od wielkości i barwy okruchów skalnych. Głębokość kriokonitów jest bardzo różna i zazwyczaj nie przekracza 50–60 cm. Jednak w Taylor Valley (Antarktyda) kriokonity mogą osiągać głębokość 30–80 cm przy średnicy 20–120 cm. Temperatura wody w kriokonitach wynosi 0,4°C.

Kriokonit jest często izolowany od pozostałych i stanowi unikatowy „mikrokosmos”, w którym stężenie biogenów jest inne niż w otaczającym go lodzie. Izolacji kriokonitu sprzyja tworzenie się nad nim pokrywy lodowej, powstającej z szybkością zależną od temperatury powietrza. Pokrywa ta może osiągać grubość od 10 do 30 cm. Na lodowcach zlokalizowanych w umiarkowanych szerokościach geograficznych (z reguły wysokogórskich) kriokonity zwykle pozostają otwarte podczas lata i wymieniają wodę z otaczającą je, wytapianą powierzchnią lodowca, a gazy z atmosferą. Z kolei kriokonity strefy polarnej, np. w Suchych Dolinach McMurdo (McMurdo Dry



Rys. 1. Powstawanie kriokonitu

Valleys), zwykle mają pokrywę z lodu przez cały czas istnienia, ponieważ temperatura powietrza nad nimi jest poniżej 0°C. W takiej sytuacji woda występuje w kriokonicie jako ciecz dzięki temu, że promieniowanie krótkofalowe może przenikać przez lód, nagrzewając osad, a tym samym powodując topnienie niewielkiej ilości otaczającego go lodu. W czasie zimy, gdy do osadu nie dociera promieniowanie krótkofalowe, woda w kriokonicie może zamarznąć, zatrzymując osad w lodzie. W czasie lata natężenie promieniowania krótkofalowego wzrasta, a energia pochłonięta przez uwięziony w lodzie osad powoduje stopienie otaczającego go lodu. W wyjątkowo ciepłe dni polarnego lata kriokonity mogą być otwarte.

Kriokonity zmieniają sływ powierzchniowy lodowca, zwiększając szybkość jego topnienia. Stanowią środowisko życia różnorodnych organizmów prokariotycznych i eukariotycznych, choć niektóre z nich, np. w Suchych Dolinach McMurdo, mogą pozostawać odcięte od atmosfery przez lata. Pokrywa lodowa zamykająca kriokonity w Suchych Dolinach może działać jak słoneczna szklarnia, chroniąc mieszkańców przed środowiskiem zewnętrznym i umożliwiając rozwój złożonych społeczności. Kriokonity mogą być zasiedlone przez fotosyntetyzujące glony i cyjanobakterie, bakterie heterotroficzne, wrotki, niesporczaki, okrzemki, orzęski, nicienie i inne mikroorganizmy. Osad jest na ogół zdominowany przez sinice, często występują w nim również bakterie z rodzaju *Cytophaga* i *Flavobacteria*. W lodzie pokrywającym warstwę osadu dominują komórki β -proteobakterii.

Wiele organizmów występujących w kriokonitach jest podobnych do żyjących w lodowcu i otaczających go siedliskach, co sugeruje transport, np. eoliczny, materiału między lokalnymi ekosystemami. Znaczne podobieństwo zbiorowości mikrobialnych kriokonitów do występujących w osadach i permanentnym lodzie pobliskich jezior i strumieni sugeruje

wspólne ich pochodzenie i regularne mieszanie się puli genowych populacji ze wspomnianych siedlisk. Mikrobialne społeczności kriokonitów bardziej przypominają lokalne ekosystemy wodne niż lądowe, jednak ich skład gatunkowy nie odpowiada w pełni temu obserwowanemu w otaczających środowiskach. Przyczyną tego jest przypuszczalnie m.in. ograniczony, wielokierunkowy transport mikroorganizmów allochtonicznych np. wraz z przenoszonymi przez wiatr drobinami materii. Alternatywnie istnieje możliwość rozwoju unikatowych społeczności mikrobialnych, ponieważ antarktyczne kriokonity mogą pozostawać przez lata izolowane od otoczenia.

Biomasa zespołów organizmów jest wyższa tam, gdzie w ciągu roku zdarza się mniej cykli zamarzanie-rozmarzanie, co mikroorganizmom zapewnia stabilniejsze środowisko życia. Ponadto jeśli kriokonity są wymywane, np. w cieplejsze dni, składniki odżywcze i biomasa znajdujące się w górnej warstwie wypełniającej je wody mogą zostać rozcieńczone. Proces ten obserwowano w kriokonitach lodowców Arktyki na wysokich szerokościach geograficznych, gdzie latem wypłukiwanie zmniejsza ilość występujących w nich bakterii i składników odżywczych, tak że są one porównywalne z otaczającym je lodem.

W zamrożonym kriokonicie biomasa komórek bakteryjnych w osadzie jest większa (4,82 $\mu\text{g C/ml}$) niż w lodzie (0,18 $\mu\text{g C/ml}$). Jest ona powiązana z produktywnością bakterii (oszacowaną na podstawie inkorporacji tymidyny), która waha się od 36 ng C/l/24 h w lodzie do 3329 ng C/l/24 h w warstwie osadu (w kriokonitach z Suchych Dolin McMurdo). Również różnorodność bakterii jest większa w osadzie niż w lodzie.

Obserwuje się również różnice w koncentracji bakterii w wodzie i w osadzie z kriokonitu (w wodzie 1,00–4,50·10⁴/ml; w osadzie 4,67–7,07·10⁴/ml). Stężenie cząsteczek przypominających wirusy (VLP) waha się w granicach od 3,97 do 12,70·10⁴/ml w wodzie i od 27,5 do 37,59·10⁴/ml w osadzie. Trzeba pa-

miętać, że wirusy odgrywają ważną rolę w obiegu węgla w środowisku wodnym. Atakując i powodując lizę komórek bakterii, glonów i pierwotniaków, mogą znacząco zmniejszyć fotosyntezę i bakteryjną produkcję pierwotną i wtórną.

Obecność organizmów żywych w kriokonitach ma wpływ na ich dynamikę, a tym samym na albedo i bilans masy lodowca. Aktywność biologiczna komórki generuje ciepło metaboliczne, które przyczynia się do powiększenia otworów w lodowcach, również w regionach polarnych. Brak mikroorganizmów znacznie ogranicza tempo wzrostu kriokonitu. Udział ciepła generowanego przez mikroby w wytapieniu zagłębienia w lodzie ocenia się na około 10%. Ponadto procesy biologiczne mogą zmniejszyć albedo osadu ze względu na ciemny kolor substancji humusowych tworzących się podczas rozkładu materii organicznej lub/i barwniki wytwarzane przez bakterie i grzyby. Ciemny materiał absorbuje energię słoneczną bardziej efektywnie i w związku z tym przyspiesza topnienie lodu. Biotyczna aktywność kriokonitów może mieć istotne znaczenie dla funkcjonowania ekosystemów, zwłaszcza tych, w których topnienie lodowców jest głównym źródłem wody.

Organizmy w kriokonitach i zależne od nich przekształcenia biogeochemiczne mogą dostarczać różnorodnych biogenów, wspierając rozwój innych mikroorganizmów, a tym samym zwiększać ich różnorodność w lodowcu. Dotyczy to również otaczającego kriokonity lodu. Ze względu na sezonowość występowania wody w stanie ciekłym kriokonity zapewniają schronienie organizmom, chroniąc je przed ekstremalnie suchym i zimnym środowiskiem, np. Suchych Dolin McMurdo. Dlatego można je uważać za oazy życia w środowiskach, które mogą wydawać się niemożliwe do zasiedlenia przez mikroorganizmy.

W kriokonitach fotosyntetyzujące sinice są często podstawą sieci pokarmowej. Wytwarzane w czasie fotosyntezy związki węgla są prawdopodobnie głównym źródłem

energii dla innych mikroorganizmów występujących w lodowcu. Węgiel, związany w związkach organicznych w wyniku fotosyntezy, umożliwia przeżycie mikrofauny, w tym niesporczaków i wrotków.

Ponadto kriokonity mogą być źródłem węgla dla ekosystemów przedpola lodowca, czego do niedawna nie dostrzegano. Dotyczy to w szczególności lata polarnego, gdy są one wyplukiwane przez wodę spływającą po powierzchni lodowca. Krążenie biogenów oraz rozkład i mineralizacja materii organicznej w kriokonitach zachodzą najprawdopodobniej w wyniku aktywności heterotroficznych bakterii i grzybów. Niestety znamy tylko niewiele grzybów występujących w kriokonitach.

Wydajność fotosyntezy zachodzącej w wytopionej wodzie na powierzchni jednego z lodowców wahała się od 0,60 do 8,33 $\mu\text{g C/l/h}$. Można przyjąć, że są to wartości typowe dla lodowców. W kriokonitach była ona zwykle najwyższa na dnie, w warstwie osadu (0,63–156,99 $\mu\text{g C/l/h}$), podczas gdy w wodzie osiągała wartości 0,34–10,56 $\mu\text{g C/l/h}$. Biorąc pod uwagę gęstość występowania wgłębień na powierzchni lodowca (około 6% jego powierzchni), należy uznać, że ilości związanego węgla i biogenów, w których obiegu uczestniczą społeczności kriokonitów, są znaczące i zależą od zagęszczenia kriokonitów będącego konsekwencją zapylenia lodowców.

Na podstawie danych z lodowców Commonwealth, Kanada i Howard w Suchych Dolinach McMurdo

do oszacowano ilość organicznego węgla i azotu przenoszonych systemem strumieni na przedpole lodowców, gdy wymywane są wszystkie kriokonity, co ma miejsce w czasie ciepłych lat. Biorąc pod uwagę wielkość powierzchni strefy ablacji zajmowanej przez kriokonity (około 5%), liczbę kriokonitów na metrze kwadratowym, średnią ilość osadu w kriokonicie i średnią zawartość węgla organicznego (POC) i azotu organicznego (PON), obliczono ilość POC i PON, które mogą być wymywane z kriokonitów. Wykazano, że kriokonity na lodowcach Commonwealth, Kanada i Howard mogą w ciągu roku dostarczyć do otaczającego je środowiska odpowiednio: 582 kg i 64 kg, 230 kg i 25 kg oraz 50 kg i 5 kg POC i PON (ekstrapolacja na podstawie pomiarów wykonanych dla kilku wgłębień na każdym lodowcu). Ponieważ gleby na przedpola są ubogie w składniki odżywcze (zawartość POC i PON gleb w Suchych Dolinach McMurdo waha się od 0,120 do 0,398 $\mu\text{g POC}$ na miligram osadu i od 0,012 do 0,060 $\mu\text{g PON}$ na miligram osadu), dodatkowy dopływ POC i PON z kriokonitów stanowi znaczący udział w ogólnym bilansie węgla i substancji odżywczych w ekosystemach Suchych Dolin McMurdo!

Zamrożone kriokonity zwykle zawierają o rząd wielkości więcej substancji rozpuszczonej niż otaczający lodowiec i charakteryzuje je zmienny skład chemiczny. Aktywność heterotroficznych i foto-

autotroficznych organizmów żywych w kriokonitach, w połączeniu ze słabym buforowaniem chemicznym, może spowodować powstanie ekstremalnych warunków chemicznych: wartości pH bliskie 11 i nasycenie O_2 do 160%.

W kriokonitach warunki są oligotroficzne, jednak charakteryzuje je wyższa zawartość nutrientów w stosunku do otaczającego je lodu, co wskazuje na istotną rolę procesów biologicznych w ich uwalnianiu i obiegu.

Konsorcja mikrobialne

Życie w lodowcu stawia przed mikroorganizmami szczególne wymagania. Problemem jest, jak zrobić coś z niczego. Nawet autotrofy tego nie potrafią. Zawsze potrzebny jest jakiś biogen, którego pojedynczy organizm sam nie potrafi wytworzyć. Jeśli jest on w środowisku w zadowalającej ilości, to problem znika, ale skąd w wodzie destylowanej biogeny? Oczywiście z powietrza lub ze skał. Z powietrza, gdy znajduje się w nim drobiny wody morskiej lub bogaty w amoniak „opar” znad np. kolonii lęgowej pingwinów. Na to jednak mogą liczyć jedynie lodowcowe mikroby z morskiej Antarktyki. W głębi kontynentu jedynym, a i tak rzadkim źródłem biogenów są kawałki skał. Oczywiście w morskiej Antarktyce i w wysokogórskich lodowcach są one również ważnym źródłem biogenów, ale nie jedynym. Obecność w lodzie drobin skały to szansa na uwolnienie biogenów. Może to oczywiście za-



Fot. 7. Biogeny uwolnione z okruszków skalnych przez zamieszkujące lodowiec mikroorganizmy trafiają, wraz z wodą spływającą z lodowca, do morza (A) lub w przypadku lodowców lądowych na ich przedpola (B)



Fot. 8. Konsorcja mikrobialne w postaci biofilmów powstają również w strumieniach niosących wodę z topniejących lodowców

chodzić spontanicznie, jednak wtedy proces jest niezwykle powolny. Na szczęście istnieją mikroby, np. z rodzaju *Polaromonas*, potrafiące ługować skały. Jednym słowem, wspólnie w zespole jedne mikroby ługują skały, uwalniając z nich biogeny, inne – korzystając z tego – prowadzą foto- lub chemosyntezę, dostarczając związków organicznych heterotrofom. Aby zwiększyć skuteczność przechwytywania cennych metabolitów wytwarzanych przez inne lodowe mikroby, najlepiej jest żyć z nimi w bezpośrednim sąsiedztwie. To właśnie dzieje się w konsorcjach.

Konsorcja powstają nie tylko w lodowcach (zarówno w lodzie, a właściwie na powierzchni kryształów lodu, jak i w kriokonitach),

ale również wszędzie tam, gdzie do przetrwania nie wystarcza plastyczność biochemiczna pojedynczego mikroorganizmu, np. w miejscach, gdzie zachodzą intensywne procesy oczyszczania biologicznego, takich jak ścieki, strumienie szlamu czy odpady komunalne.

W konsorcjach procesy metaboliczne zachodzą przy ciągłym przepływie materii, w niestabilnych warunkach, z udziałem wielu czynników biogeochemicznych. Ich wydajność zależy od stopnia pobudzenia konsorcjów, rodzaju głównych czynników powodujących, że warunki, w jakich żyje mikroorganizm, są zmienne.

Niestety, do dziś niewiele wiemy o procesach związanych z powstawaniem i funkcjonowaniem kon-

sorcjów mikrobialnych. Największym problemem w charakterystyce tych specyficznych związków organizmów jest niedostatek danych na temat fizjologii mikroorganizmów i sposobu, w jaki wiążą się i kontaktują ze sobą.

Wiemy jednak, że zazwyczaj wydajność procesów zachodzących w konsorcjach mikrobialnych jest wyższa niż w przypadku monokultur. Dotyczy to również procesów zachodzących w konsorcjach lodowcowych psychrofilii. W warunkach ekstremalnych, a więc również w niskiej temperaturze, tworzą się pary lub grupy organizmów, które są wyraźnie od siebie zależne ze względu na cechy, jakie każda z nich posiada. Konsorcjum jest rozwiązaniem zapewniającym ochronę przed czynnikami środowiskowymi, które mogą potencjalnie hamować procesy metaboliczne, którymi są np. niekorzystne stężenia tlenu, pH, zbyt szybkie wysychanie czy promieniowanie UV. Trzeba podkreślić, że konsorcjum jako całość jest funkcjonalnie bardziej sprawne niż wszystkie tworzące je organizmy działające niezależnie od siebie.

Co ciekawe, wydaje się, że mikroorganizmy tworzące konsorcjum mogą się ze sobą komunikować.

Quorum sensing

Wiemy, że mikroorganizmy potrafią się ze sobą porozumiewać. System komunikacji między drobnoustrojami, polegający na sygnalizacji za pomocą wytwarza-



Fot. 9. Szczególne bogactwo mikroorganizmów obserwuje się w lodowcach sąsiadujących z koloniami lęgowymi ptaków. W prawym górnym rogu (A) widać skały w cieniu których pingwiny od wielu lat mają kolonię lęgową. O wysokiej zawartości lotnych związków azotu (głównie amoniaku) w powietrzu wokół kolonii lęgowej pingwinów świadczą azotolubne, pomarańczowe, porosty bujnie rosnące na bazaltowych skałach koło kolonii (B)

nych i wydzielanych do środowiska związków chemicznych, nazywamy *quorum sensing* (QS), co w dosłownym tłumaczeniu oznacza poczucie obecności.

Wysyłane cząsteczki sygnałowe, które stanowią podstawowy element komunikacji, zwane są autoinduktorami lub feromonami. Wykazano, że stężenie cząsteczek sygnalizacyjnych zależy od liczebności rozwijającej się populacji bakterii, a o ich budowie i właściwościach decydują czynniki środowiskowe, np. pH środowiska. Przekroczenie progowego stężenia autoinduktorów świadczy o osiągnięciu przez daną populację odpowiedniej liczebności (kworum). Dochodzi wtedy do skoordynowanych zmian w ekspresji genów, co jest niezbędne do efektywnego współdziałania całej populacji.

Wykazano, że komunikacja między bakteriami Gram-dodatnimi i Gram-ujemnymi jest różna, co wynika z odmiennej struktury chemicznej ich ścian komórkowych.

U bakterii Gram-dodatnich funkcje autoinduktorów pełnią arylowane laktony seryny, natomiast u Gram-ujemnych – specyficzne oligopeptydy. Najlepiej udało się poznać zjawisko *quorum sensing* u bakterii: *Vibro fischeri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora*.

Mikroorganizmy występujące w różnych, często niesprzyjających środowiskach wykształciły mechanizmy osiadania na powierzchniach biotycznych i abiotycznych. Taka umiejętność pozwala im na łatwiejszy dostęp do składników odżywczych, jak również jest ochroną komórek przed niekorzystnym działaniem szkodliwych czynników środowiskowych. Przykładem tego mogą być biofilmy powstające w wyniku występowania zjawiska *quorum sensing* i przyczyniające się do rozkładu toksycznych związków występujących w środowisku naturalnym.

Przypuszczalnie podobnie dzieje się w przypadku konsorcjów mi-

krobialnych tworzących się na drobinach skalnych w lodowcach, np. w kriokonitach. Czy jest tak naprawdę i co sobie „opowiadają” lodowcowe bakterie w długie noce polarne, pozostaje tajemnicą. Wydaje się jednak, że podobne historie usłyszy badacz badający zbiorowiska mikrobów na lodowcach całego świata, ponieważ wiele bakterii, np. *Polaromonas*, *Rodofera*, *Psychrobacter*, można spotkać na wszystkich lodowcach. A to, dlaczego w tybetańskich lodowcach znajduje się bakterie bardzo, bardzo podobne do tych z lodowców andyjskich, antarktycznych czy kanadyjskich, jest jedną z wielu nierozwiązanych zagadek, jakie kryje przed nami życie zamknięte (?) w wielkich polarnych lodówkach.

mgr Anna Znój

Instytut Biochemii i Biofizyki PAN

dr Piotr Borsuk

Instytut Genetyki i Biotechnologii,

Wydział Biologii UW

KONKURS!

Podaj prawidłową odpowiedź

Ile rodzajów kodu genetycznego wykorzystują diploidalne komórki naszego ciała?

- a) 1; b) 2; c) 4; d) 23.

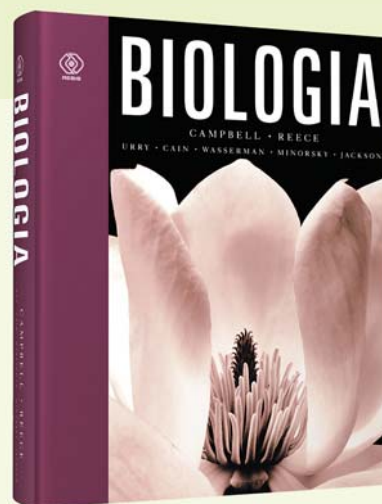
Zasady konkursu

- Można podać tylko jedną odpowiedź.
- W konkursie mogą uczestniczyć wszyscy czytelnicy „Biologii w Szkole”.

Odpowiedzi należy nadsyłać do końca stycznia 2013 r. na adres redakcji:

Redakcja „Biologii w Szkole”

Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Sp. z o.o.
Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa
z dopiskiem na kopercie: **Konkurs**.



Wśród osób, które nadeślą prawidłową odpowiedź na zadane pytanie, rozlosujemy książki *Biologia* Neila A. Campbella i Jane B. Reece. Fundatorem nagród jest Dom Wydawniczy REBIS.

Morfologiczny chaos?

W XVIII wieku Karol Linneusz w dziele *Systema naturae* opisał 7,7 tysiąca gatunków roślin oraz ponad 4 tysiące gatunków zwierząt, stosując po raz pierwszy binominalne nazewnictwo i tworząc tym samym podwaliny współczesnej taksonomii. Mimo iż w ciągu kolejnych 230 lat sklasyfikowano 1,7 miliona gatunków eukariontów, naukowcy wciąż mają przed sobą nie lada wyzwanie – szacuje się, że na świecie znaleźć można ponad 10 milionów organizmów!

Każdy taksonom musi zatem zmierzyć się z niesamowitą bioróżnorodnością, opierając się na specjalistycznych kluczach do oznaczania. Podczas identyfikacji gatunku przy użyciu takiego klucza brane są pod uwagę różne cechy morfologiczne, zarówno w budowie zewnętrznej, jak i wewnętrznej, często bardzo subtelne. W zależności od identyfikowanego osobnika analizuje się np. budowę liści, barwę czy wielkość ciała.

Klucze do oznaczania działają na zasadzie kolejnych zawężeń zbioru wynikowego – należy zapoznać się z następującymi po sobie stwierdzeniami, wybierając z dwóch możliwych opcji tę poprawną. Wybór odsyła użytkownika do kolejnego zestawu cech ze zbioru z odpowiednio zawężonymi informacjami, przy czym z każdym krokiem maleje liczba gatunków stanowiących wynik identyfikacji. Szczegółowe informacje i opis gatunku pojawiają się po zakończeniu analizy i dopiero wtedy jednoznacznie można stwierdzić, czy nigdzie po drodze nie została popełniona żadna pomyłka, a wynik oznaczenia faktycznie jest poprawny.

Niestety, oznaczanie gatunków metodą tradycyjną nadal pozostaje bardzo trudne w przypadku posiadania jedynie fragmentu organizmu lub jego formy młodocianej czy larwalnej.

Linneusz idzie w odstawkę?

Identyfikacja gatunków na podstawie cech morfologicznych często

Barkoding DNA – ideał czy idea?

Poprawna identyfikacja gatunkowa jest podstawą wszelkich badań biologicznych, ekologicznych i biogeograficznych. Umiejętność dokładnego oznaczenia przynależności organizmu do gatunku oraz znajomość biologii i ekologii znacznie ułatwiają badania aplikacyjne np. nad bakteriami (u których jednak termin gatunek stosowany musi być z niezwykłą ostrożnością), szybką diagnostykę użytej podczas ataków terrorystycznych broni biologicznej czy zwalczanie gospodarczo i ekonomicznie niebezpiecznych szkodników upraw. Rozwój biologii molekularnej, zwłaszcza badania nad rozszyfrowaniem kodu genetycznego i wyjaśnianiem mechanizmów dziedziczenia, dostarczył nowych metod identyfikacji gatunków, dzięki którym można w sposób pewny je zidentyfikować i to w bardzo krótkim czasie. Czy aby jednak na pewno?

jest zadaniem żmudnym i skomplikowanym, co może utrudnić nie tylko prowadzenie badań naukowych, ale także podejmowanie dalszych działań (np. w przypadku niepoprawnej identyfikacji groźnych patogenów opóźnione jest postawienie trafnej diagnozy i szybkie rozpoczęcie leczenia). Ułatwienie identyfikacji gatunkowej uznano zatem za kwestię priorytetową, angażując także inne dziedziny, w tym najprężniej rozwijającą się biologię molekularną.

Badania molekularne wykorzystują tzw. markery molekularne, czyli fragmenty DNA, stanowiące swoistą „metkę” specyficzną dla danego gatunku. Metodę identyfikacji gatunków z wykorzystaniem sekwencji markerowych po raz pierwszy wykorzystał w 2003 roku Paul Hebert z Instytutu Bioróżnorodności Uniwersytetu Guelph w Kanadzie. Umożliwiło mu to zbadanie setek dorosłych osobników motyli z gatunku *Astrartes fulgerator*, żyjących w Kostaryce. Motyle te okazały się bardzo do siebie podobne jedynie morfologicznie, w rzeczywistości stanowiąc kompleks dziesięciu różnych gatunków. Sekwencje markerowe mogą

pełnić funkcję swoistych „kodów paskowych” (ang. *barcodes*) ułatwiających szybką identyfikację osobników. Pomysł tworzenia katalogów genetycznych „metek” dla wszystkich organizmów żywych, kierowany obecnie przez konsorcjum CBOL (ang. *Consortium for the Barcode of Life*), okazał się początkiem prawdziwej rewolucji opartej na trzech podstawowych technikach biologii molekularnej: izolacji DNA, łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR) i sekwencjonowaniu (tab. 1).

Zaskakujące rozwiązania

Początkiem szybkiego opracowywania „kodów paskowych” DNA było powstanie w 2004 roku konsorcjum zmierzającego do stworzenia baz danych unikatowych sekwencji DNA, jednoznacznie określających poszczególne gatunki. Równocześnie podjęto próbę stworzenia prostego, najlepiej przenośnego, przyrządu do identyfikacji „kodu paskowego” badanej próbki materiału biologicznego (tzw. barkodera).

Konsorcjum (<http://moc.barcodeoflife.net/>) zrzesza ponad 170 organizacji z 50 krajów (muzea, uni-

Tabela 1. Techniki biologii molekularnej

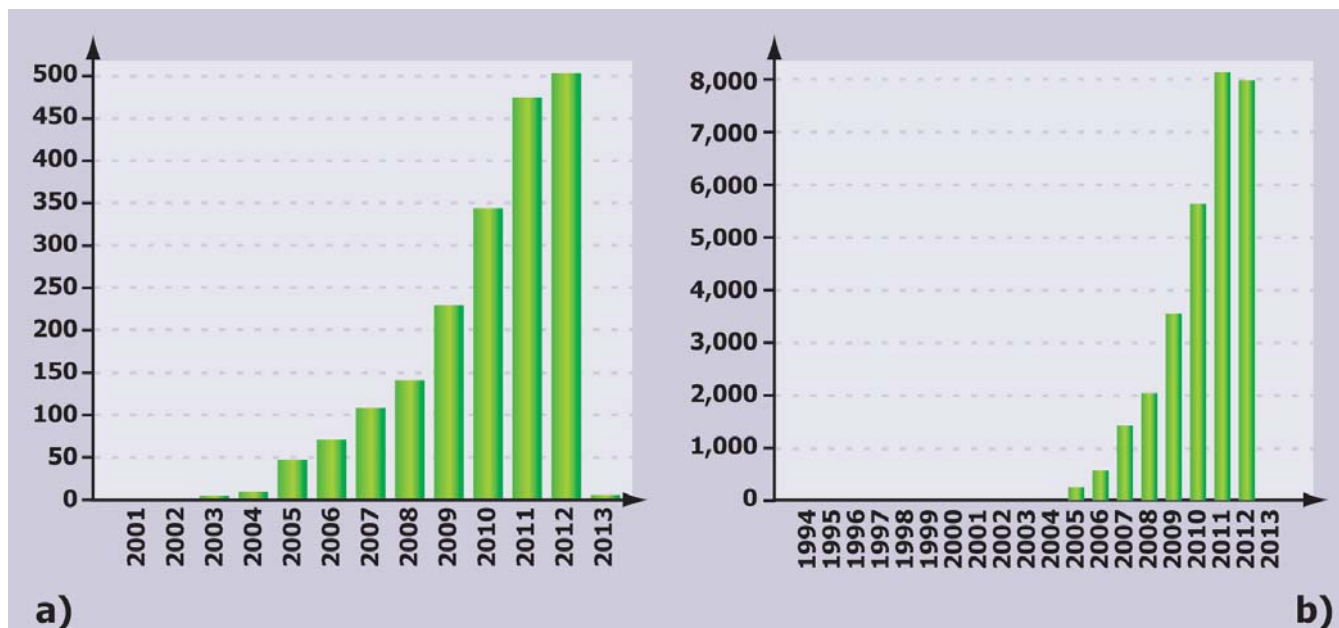
Izolacja DNA
<p>Izolacja DNA jest niezwykle istotnym etapem pracy biologa molekularnego. Celem izolacji jest dostarczenie jak największej ilości DNA o wysokiej jakości. Procedura musi zostać dopasowana do typu komórki, z której izolowany jest DNA, np. w przypadku komórek zwierzęcych należy usunąć z materiału duże ilości białka, np. stosując enzym proteinazę K. Obecnie zazwyczaj podczas izolacji wykorzystuje się zestawy znacznie ułatwiające procedurę, przygotowane przez firmy biotechnologiczne.</p>
Łańcuchowa reakcja polimerazy (PCR)
<p>To metoda służąca do powielania fragmentów DNA w warunkach laboratoryjnych, prowadząca do uzyskania 2n cząsteczek dwuniciowego DNA, gdzie n stanowi liczbę przeprowadzonych cykli. Do reakcji wymagane są odpowiednio zaprojektowane, krótkie fragmenty DNA (tzw. startery), komplementarne do fragmentów nici znajdujących się na obu końcach powielanego fragmentu (tzw. forward i reverse), polimeraza DNA i przyłączane przez nią trifosforany deoksyrybonukleozydów, a także bufor o optymalnym stężeniu jonów Mg²⁺ niezbędnych dla polimerazy DNA. Najpopularniejszą stosowaną polimerazą jest Taq polimeraza zastępowana czasem przez inne polimerazy, np. Pwo lub Pfu, które mają zdolność natychmiastowego redagowania wprowadzonych przez siebie błędów (tzw. proof-reading). Reakcja zwykle przebiega w trzech etapach powtarzanych kilkadziesiąt razy: denaturacja dwuniciowego DNA, annealing (przyłączenie starterów) i elongacja nici.</p>
Sekwencjonowanie
<p>W 1980 roku trzech naukowców (Allan Maxam, Walter Gilbert i Frederick Sanger) otrzymało Nagrodę Nobla za wynalezienie metod umożliwiających odczytanie kolejności par nukleotydowych w cząsteczce DNA. Metoda Maxama–Gilberta wykorzystuje chemiczną degradację DNA wyznakowanych na 5'-końcu radioaktywnym izotopem fosforu ³²P. Degradacja przebiega w czterech oddzielnych reakcjach wykorzystujących odmienne zestawy związków chemicznych. W pierwszym etapie procesu następuje modyfikacja specyficznych dla danego odczynnika zasad azotowych nukleotydów oraz ich selektywne oderwanie od reszt cukrowych. Następnie nić DNA ulega przecięciu. Ponieważ modyfikacje, a w konsekwencji również cięcia DNA są tylko częściowe, w mieszaninie poreakcyjnej znajduje się zbiór wielu fragmentów DNA o różnej długości, zależnej od miejsca modyfikacji i cięcia DNA. Fragmenty te rozdziela się elektroforetycznie i uwidacznia, stosując autoradiografię.</p>
Metoda dideoksy – metoda Sangera
<p>Pierwotnie polegała ona na dodaniu do reakcji syntezy nowych, komplementarnych nici DNA niewielkiej ilości określonego trifosforanu dideoksynukleozydu (ddNTP). Reakcję prowadzono równocześnie w czterech oddzielnych probówkach. Do każdej probówki dodawano tylko jeden rodzaj dideoksynukleotydu, którego wbudowanie zatrzymuje syntezę DNA. Ponieważ w probówkach znajdowały się równocześnie dezoksynukleotydy, w tym jeden wyznakowany ³²P, otrzymane, radioaktywne fragmenty DNA, o różnej długości, rozdzielane są elektroforetycznie (segregowane według wielkości). Sekwencję nukleotydową badanego fragmentu DNA odczytywano na podstawie otrzymanego autoradiogramu. Obecnie odczyt Sangera został zautomatyzowany dzięki wykorzystaniu fluorescencyjnie znakowanych trifosforanów dideoksynukleozydów.</p>
Sekwencjonowanie wysokoprzepustowe
<p>Obecnie stosowane są najnowocześniejsze metody sekwencjonowania wysokoprzepustowego (ang. deep sequencing), tzw. sekwencjonowanie następnego pokolenia (ang. <i>next generation sequencing</i>), m.in. pirosekwencjonowanie, sekwencjonowanie z ligacją czy sekwencjonowanie „mostkowe”.</p> <p>Pirosekwencjonowanie polega na przyłączeniu cząsteczek DNA do nośnika (np. kulek) i – po ich namnożeniu – umieszczeniu „kompleksów” w studzienkach. Do studzienek dodaje się kolejno cztery nukleotydy, z których jeden, komplementarny, przyłącza się do nici, uwalniając pirofosforan i powodując reakcję z wydzieleniem kwantu światła, który jest rejestrowany (sekwencjonowanie przez syntezę, około 800 000 odczytów po 250–500 pz).</p> <p>Sekwencjonowanie z ligacją wykorzystuje do identyfikacji nukleotydu w określonym miejscu w analizowanej sekwencji enzym ligazę DNA i wrażliwość katalizowanej przez nią reakcji na błędne parowanie zasad (metoda ta nie wymaga polimerazy DNA i tworzenia drugiej nici).</p> <p>Sekwencjonowanie „mostkowe” zaczyna się od losowego pofragmentowania DNA i przyłączenia, do obu końców otrzymanych fragmentów, elementu „przejściowego” (ang. adapter). Po denaturacji cząsteczki ssDNA przyłączane są do stałej powierzchni, na której znajdują się odpowiednie startery. Po dodaniu nieznakowanych nukleotydów i enzymu nić ugina się, tworząc „mostek” mający oba końce przyłączone do powierzchni i dobudowując drugą komplementarną nić. Nici ulegają rozszczepieniu po zakończeniu syntezy i „wyprostowaniu się”, każda w przeciwną stronę. Sekwencjonowanie zaczyna się dopiero po zakończeniu namnażania wielu takich pojedynczych nici. Sekwencjonowanie składa się z wielu cykli, z których każdy rozpoczyna się dodaniem czterech znakowanych, odwracalnych terminatorów, starterów i polimerazy DNA oraz umożliwia identyfikację jednej zasady (po wzbudzeniu laserem wbudowanego terminatora).</p>

wersytety, ośrodki rządowe, prywatne firmy), które gromadzą sekwencje barkodowe charakterystyczne dla wszystkich gatunków motyli (*All-Leps*), ryb (*Fish Barcode of Life*), ptaków (*All Birds Barcoding Initiative*) oraz organizmów zamieszkujących regiony polarne (*Polar Barcode of Live Initiative*). Natomiast tworzona na Uniwersytecie w Guelph baza danych *The Bar-*

code of Life (BOLD) (www.barcodeoflife.org) służy nie tylko do archiwizacji uzyskanych w wyniku analiz markerowych sekwencji DNA. Dane molekularne połączone są z opisem morfologicznym i anatomicznym gatunku, informacjami o rozmieszczeniu oraz odnośnikami do literatury o nim traktującej.

W Polsce analizą z wykorzystaniem markerowych sekwencji

DNA (od 2006 roku) zajmuje się Krajowy Bank DNA Roślin, Grzybów i Zwierząt (www.bankdna.pl), będący inicjatywą kilku krajowych instytucji naukowych (Muzeum i Instytutu Zoologii PAN w Warszawie, Instytutu Botaniki PAN w Krakowie, Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie oraz Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Ja-



Rys. 1. Statystyki przedstawiające rosnącą popularność barkodingu DNA w latach 2003–2012: (a) liczba publikacji prezentujących przeprowadzone analizy barkodowe oraz (b) częstość cytowania tych publikacji (według webofknowledge.com)

strzębcu). Jego celem jest powiększenie posiadanej wiedzy na temat różnych gatunków roślin, grzybów i zwierząt poprzez gromadzenie materiału biologicznego i przeprowadzanie licznych badań taksonomicznych z zastosowaniem „kodów paskowych” DNA.

Obserwując działalność naukową największych ośrodków badawczych na świecie oraz analizując statystyki publikacji (rys. 1), można odnieść wrażenie, że naukowcy wręcz zachłystnęli się nową metodą, uznając ją za antidotum na wszelkie problemy z identyfikacją gatunkową. Powstaje jednak kluczowe pytanie – czy istotnie metoda ta ma szanse na zastąpienie metod tradycyjnych?

Potencjał barkodingu DNA umożliwia klasyfikację gatunków już znanych nauce oraz stanowi doskonałe narzędzie w odkrywaniu gatunków bliźniaczych. W przeciwieństwie do metod tradycyjnych identyfikacja możliwa jest także w przypadku fragmentów organizmu (np. pióra, kości) czy stadiów trudnych w oznaczaniu (np. larwy, nasiona). Również analiza gatunków kryptycznych, które morfologicznie różnią się nieznacznie, tak że ich określenie jest prawie niemożliwe, stała się łatwiejsza.

Barkodingu DNA okazuje się użyteczny w badaniu antropopresji

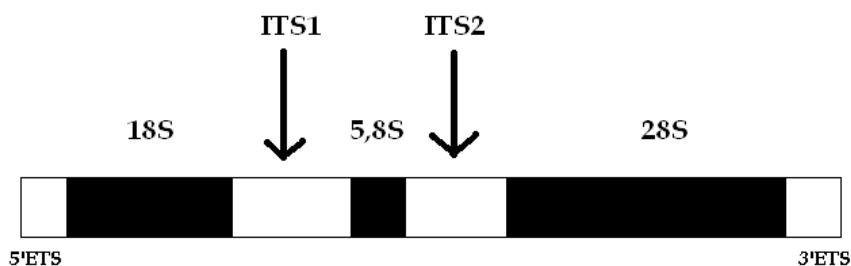
na bioróżnorodność, zarówno w skali regionalnej, jak i globalnej, znacznie ułatwiając monitoring środowiska. Niektórzy twierdzą, że może być przydatny przy odtwarzaniu filogenetycznych zależności oraz skutecznym prognozowaniu i zapobieganiu inwazji obcych gatunków. Diagnostyka z wykorzystaniem barkodingu DNA z powodzeniem stosowana jest w medycynie do badań alergologicznych oraz przez nauki sądowe do identyfikacji gatunków istotnych w określaniu czasu, przyczyny czy miejsca zgonu. Ideal?

Genetyczne „kody paskowe”

Potencjalna sekwencja „kodu paskowego” DNA powinna charakteryzować się niską zmiennością w obrębie gatunku (ok. 2%) i równocześnie wysoką zmiennością między gatunkami (ok. 10%). Projektowanie starterów do reakcji

PCR oraz późniejszą standaryzacją ułatwiają także duża liczba powtórzeń w genomie i oflankowanie konserwatywnymi domenami. Istotna jest również długość sekwencji „kodu paskowego” – krótkie fragmenty, z małą liczbą insercji/delecji, znacznie przyspieszają i ułatwiają identyfikację.

W przypadku identyfikacji gatunków zwierząt główną sekwencją barkodową jest 648-nukleotydowy fragment 5”-końca mitochondrialnego genu podjednostki I oksydazy cytochromowej (ang. *cytochrome c oxidase subunit I*, COI). Geny mitochondrialne zwierząt nie zawierają intronów, a kolista cząsteczka mitochondrialnego DNA (mtDNA) jest mniej podatna na degradację niż jądro DNA. Specyficzny sposób replikacji (bez rekombinacji seksualnej, dziedziczenie matczyne) zapewnia mniejszą liczbę insercji/delecji. Sekwencję COI łatwo powie-



Rys. 2. Fragment rDNA z sekwencjami kodującymi 18S, 5,8S i 28S rRNA oraz transkrybowane przez rybniki ITS1, ITS2 i ETS (5' i 3')

lić, jednak nie umożliwi ona identyfikacji i analizy hybryd, ponieważ wymaga to dodatkowych analiz. W tym przypadku wykorzystuje się bardziej informatywny genom jądrowy – sekwencje kodujące rRNA (18S, 5,8S oraz 28S zawierające wysoce konserwatywne domeny) oraz rozdzielające je transkrybowane przekładki ITS1 i ITS2 (ang. *Internal Transcribed Spacer*) (rys. 2). Obecnie ITS stosowane są jednak częściej jako sekwencje bar kodowe u grzybów.

Identyfikacja roślin opiera się na sekwencjach genów chloroplastowych, gdyż mitochondrialna sekwencja COI cechuje się niewystarczającą zmiennością, natomiast DNA genomu jądrowego (nuDNA) jest bardzo podatny na degradację. Co więcej, częste rearanżacje w mtDNA i wymiana genów z nuDNA oznaczają brak stabiliza-

cji i tym samym trudności w standaryzacji. Z kolei roślinne domeny ITS mogą występować u jednego organizmu w różnych kopiach (paralogi). Chloroplastowy DNA (cpDNA) charakteryzuje mała zmienność sekwencji kodujących i wysoka niekodujących. Stworzono dwa zestawy sekwencji markerowych stosowanych w barkodingu DNA. Pierwszy zestaw składa się tylko z sekwencji kodujących (rpoC1, matK, rpoB), drugi wykorzystuje sekwencje dwóch genów i jednej domeny niekodującej (rpoC1, matK, trnH-psbA). Genom chloroplastowy, podobnie jak mtDNA, dziedziczony jest w linii matczynej i analiza z jego wykorzystaniem nie umożliwi rozpoznania gatunków mieszańcowych i introgresantów.

Świetlana przyszłość?

Wzmoczona praca naukowców na całym świecie dostarcza coraz większej ilości informacji, wzbogacając bazy danych o sekwencje bar kodowe kolejnych gatunków, przybliżając nas z każdym dniem do celu przedsięwzięcia. Przenośny barkoder będący – zdawać by się mogło – narzędziem na miarę filmów science fiction być może nie jest osiągnięciem aż tak odległym i w niedalekiej przyszłości każdy z nas będzie mógł za jego pomocą identyfikować gatunki na spacerze po parku.

Barkodowanie DNA zasługuje na miano pełnoprawnego narzędzia taksonomicznego, wymagającego wprawdzie dopracowania, jednak stanowiącego potencjalne rozwiązanie konfliktu pomiędzy komercyjnym a naukowym wykorzystaniem w identyfikacji metod biologii molekularnej. Badacze udowadniają przecież, że analiza taka może być łatwa, tania i szybka przy uzyskaniu w większości przypadków wyników dokładnych i pewnych.

Niestety, nie można pominąć faktu, iż metoda ta posiada także ciemne strony. W dobie szybkiego rozwoju technik sekwencjonowania, gdy poznanie sekwencji całego organizmu staje się coraz tańsze, grozi metodzie barkodingu DNA „zestarczenie technologiczne”. Prace nad bazą sekwencji bar kodowych

wszystkich organizmów żywych zajmą naukowcom wiele lat i dopóki nie zostaną sfinalizowane, analiza danego fragmentu DNA w próbce biologicznej pozwoli jedynie na wysnucie wniosku, że organizm ten najprawdopodobniej jest wskazanym przez bazę gatunkiem lub niestety innym z setek pozostałych, niezbar kodowanych do tej pory.

Co więcej, jak wykazano wyżej, „unikatowość” sekwencji również stanowi problem. Już na początku drogi stwierdzono, iż zastosowanie w barkodingu DNA jednej standardowej dla wszystkich organizmów żywych sekwencji DNA jest niemożliwe, a faktyczną „unikatowość” wybranych fragmentów będzie można potwierdzić dopiero po zakończeniu całego projektu identyfikowania sekwencji... unikatowych.

Plany na przyszłość

Koszt sekwencjonowania w ciągu 10 lat obniżył się 14 tysięcy razy przy wzroście prędkości odczytu sekwencji aż o 50 tysięcy razy! Jest to możliwe dzięki prawidłowości, według której im więcej jest znanych sekwencji danego organizmu, tym łatwiej poznać kolejne. Nic dziwnego zatem, że naukowcy i firmy komercyjne twierdzą, iż w ciągu kilku lat uda się im sekwencjonować genomy pojedynczych osób za 1000 dolarów.

Sekwencjonowanie wysokoprzepustowe (ang. *deep sequencing*) umożliwia generowanie w jednym przebiegu milionów niezależnych krótkich odczytów (po 25–400 pz), znajdując zastosowanie m.in. w metagenomice (analiza sekwencji całości DNA wyizolowanego ze zbiorowiska organizmów, stanowiąca jedyny sposób badania mikroorganizmów, które nie dają się hodować).

Ostateczny wynik przesądzający o dalszym losie barkodingu DNA poznamy na pewno już niedługo. Obecnie trudno jednoznacznie stwierdzić, czy metodę tę czeka świetlana przyszłość, czy brutalne odesłanie do lamusa.

mgr Joanna Stojak
IBS PAN Białowieża

Barkodowanie DNA jest techniką, która wśród systematyków, a dokładniej – filogenetyków stosujących metody analizy DNA, znajduje tyłuż gorących zwolenników, co zajadłych przeciwników. Ci ostatni zarzucają, że nie jest to metoda dostarczająca informacji dostatecznie precyzyjnych, by mogła być stosowana na poziomie gatunku. Jednak nie można zaprzeczyć, że poza etapem opracowania odpowiednich markerów jest to technika powtarzalna, wiarygodna, tania i wymagająca śladowych ilości materiału genetycznego z badanego organizmu. Niestety zwykle stosowanej w tego typu badaniach sekwencji obszaru COI mitochondrialnego DNA (mtDNA) nie da się wykorzystać w przypadku większości zwierząt, choć w przypadku kręgowców jest ona niezwykle użyteczna. Wiąże się to z polifiletycznym charakterem mtDNA wielu zwierząt. Autorka ma rację, twierdząc, że nie uda się znaleźć jednej, uniwersalnej sekwencji bar kodowej dla wszystkich znanych i nieznanych organizmów. Nie zmienia to faktu, że barkodowanie może być jeszcze bardzo długo użyteczne przykładowo do wstępnego klasyfikowania badanych, np. nowo odkrytych zwierząt. Jak widać, kody paskowe (kreskowe) znajdują zastosowanie zarówno w sklepach, jak i w biologii i to nie tylko przy katalogowaniu prób, np. przechowywanych w kriobankach, ale również do tworzenia swoistych etykiet na podstawie sekwencji nukleotydowej DNA, a w konsekwencji do identyfikacji przynależności gatunkowej badanych organizmów.

<red>

ZOO – za i przeciw



Fot. 1. Spotkanie, nawet bardzo krótkie, ze zwierciem w jego środowisku naturalnym to zupełnie inne, zdecydowanie bardziej autentyczne, przeżycie niż nawet wielogodzinna obserwacja zwierzęcia w klatce lub na wybiegu.

Agnieszka M. Kulpa

Kolekcje żywych zwierząt istniały od czasów antycznych, czego dowodem są znaleziska na dworach chińskich, azteckich i egipskich władców. W czasach nowożytnych zbieranie i trzymanie dużych zbiorów zwierząt praktykowano w wielu krajach od XVIII wieku. W Polsce nawet wcześniej – swój zwierzyniec miał na Wawelu już Władysław Jagiełło, a półtora wieku później za Jana III Sobieskiego zaistniał zwierzyniec w Wilanowie. Najstarsze z przetrwałych ogrodów zoologicznych (pierwotnie niedostępnych dla publiczności) to m.in. wiedeński [1752], Jardin des Plantes w Paryżu [1795], Royal Zoological Society w Londynie [1828], Zoo Antwerpia [1843], Tierpark Berlin [1844], Zoo Melbourne [1857], Zoo Kair [1890] są kontynuacją królewskich kolekcji.

Ogrody publiczne zaczęto tworzyć w połowie XIX wieku. Były produktem epoki kolonialno-imperialnej i nie jest przypadkiem, że pierwszy publiczny ogród otworzono w londyńskim Regent's Park [1847] w największej wówczas miejskiej aglomeracji na świecie, w sercu największego imperium.

Zwierzyńce były wizytówką egzotycznych zdobyczy kolonializmu. Do końca pierwszego ćwierćwiecza XX wieku ogrody były jednym z niewielu miejsc masowej rekreacji. W ostatnich latach zoo utraciło swój status jedynej instytucji, w której można zobaczyć egzotyczne zwierzęta. Mimo to odwiedza je rocznie ok. 600 mln osób.

Dziś działalnością ok. 10 tys. licencjonowanych ogrodów zoologicznych na świecie sterują regionalne organizacje zoologiczne. Ponad 300 ogrodów w 35 krajach Europy zrzesza EAZA (European Association of Zoos and Aquaria), a ponad 6 tys. działająca na terenie Ameryki Północnej AZA (Association of Zoos and Aquariums).

W Polsce istnieje 15 licencjonowanych ogrodów zoologicznych, będących członkami Rady Dyrektorów Polskich Ogródów Zoologicznych i Akwariów (lista w układzie chronologicznym): Ogród Zoobotaniczny Toruń (1797), Zoo Wrocław (1865), Zoo Poznań (1874), Zoo Zamość (1918), Zoo Warszawa (1928), Zoo Kraków (1929), Zoo Łódź (1938), Zoo Płock (1952), Zoo Opole (1953), Zoo Gdańsk-Oliwa (1954), Zoo Chorzów (1958), Akwarium w Gdyni (1971), Zoo Bydgoszcz (1976), Park Dzikich Zwierząt

Kadziłowo (1992), Zoo Safari Świerkocin (1996).

Kryzys finansowy, który dotknął londyńskie zoo na początku lat 90. ubiegłego stulecia, spowodował długotrwałą debatę między zwolennikami i przeciwnikami ogrodów zoologicznych.

Za i przeciw

Głównymi argumentami przedstawianymi na poparcie ogrodów zoologicznych jest ich *kluczowa rola w ochronie zagrożonych gatunków* i ich *ważna funkcja edukacyjna*.

Według Światowej Strategii Ochroniarskiej Ogródów Zoologicznych ogrody zoologiczne, utrzymując zwierzęta z dala od ich naturalnych środowisk (*ex situ*), włączają się w ochronę poszczególnych gatunków zwierząt. W kolekcjach zoo znajduje się wiele gatunków silnie zagrożonych i niektóre, jak np. marmozeta lwia, są dziś liczniejsze w ogrodach zoologicznych niż na wolności, a np. jeleni milu, gnu brunatne, uszak brunatny przetrwały już tylko w ogrodach zoologicznych. Okazy trzymane są w niewoli dla zachowania zasobów genetycznych, które w przyszłości mogą być wykorzystane do *uzupełnienia/wzmocnienia populacji na wolności lub do budowania nowej populacji*.

Zwolennicy ogrodów na poparcie swej idei podają przykłady zagrożonych gatunków, które ocalało przed wymarciem. W ostatnich kilkudziesięciu latach z różnym skutkiem wykorzystywano populacje *ex situ* przy próbach reintrodukcji i zasiedlania około 120 gatunków zwierząt. Większość zakończyła się całkowitą klęską, ale w 14 przypadkach doprowadzono do powstania nowych, samoodtwarzających się populacji na wolności.

Niektóre dobrze znane projekty reintrodukcji zwierząt urodzonych w ogrodach zoologicznych:

- żubr europejski (*Bison bonasus*) w Polsce i na Białorusi;
- bizon amerykański (*Bison bison*) w USA i Kanadzie;
- koziorożec alpejski (*Capra ibex*) w różnych krajach alpejskich;
- oryks arabski (*Oryx leucoryx*) w Omanie;
- koń Przewalskiego (*Equus przewalskii*) w Mongolii;
- jeleń milu (*Elaphurus davidianus*) w Chinach;
- marmozeta lwia (*Leontopithecus rosalia*) w Brazylii;
- norka czarnonoga (*Mustela nigripes*) w USA;
- nene – gęś hawajska (*Branta sandvicensis*) na Hawajach;
- pustułka z Mauritiusu (*Falco punctatus*) na wyspie Mauritius;
- kondor kalifornijski (*Gymnogyps californianus*) w USA;
- puchacz (*Bubo bubo*) w różnych krajach europejskich;
- szpak balijski (*Leucopsar rothschildi*) na wyspie Bali;
- pętówka z Majorki (*Alytes muletensis*) na Majorce.

Realizacja takich projektów jest bardzo kosztowna i nie zawsze kończy się takim sukcesem jak w przypadku antylopy oryks. Reintrodukcję oryksa rozpoczęto, zanim wyginął w wyniku nadmiernych polowań, co stało się w 1972 roku. Z Półwyspu Arabskiego sprowadzono go do Phoenix Zoo w Arizonie 10 lat wcześniej i wspólnie z innymi ogrodami rozpoczęto program reintrodukcji. Po 20 latach nieobecności oryks został ponownie wprowadzony na tereny Jordanii w naturalne środowisko.



Fot. 2. Dostrzeżenie królika ukrytego w wysokiej trawie na łące daje nam satysfakcję większą niż obserwowanie zwierząt, nawet z Czerwonej Księgi, w klatce

Gęś hawajska, żyjąca na zboczach hawajskich wulkanów, znalazła się na skraju wyginięcia z podobnego powodu co antylopa oryks. W latach 50. XX wieku 200 ptaków rozmnożonych w ogrodach zoologicznych Wielkiej Brytanii wypuszczono na hawajskiej wyspie Maui.

Uznając niewątpliwy wkład ogrodów w ocalenie pewnych gatunków, a jednocześnie biorąc pod uwagę ogrom zadań, uważa się jednak, że jest to kropla w morzu potrzeb. Na funkcjonowanie ogrodów zoologicznych na świecie wydaje się co roku 500 mln dolarów. Nie jest to dużo, zważywszy na to, że koszt ocalenia tylko jednego gatunku oryksa zamknął się kwotą 25 mln funtów (w 1985 roku za funta można było otrzymać tylko 1,05 dolara!), tymczasem w 1986 roku na czerwonych listach były 2422 zagrożone gatunki.

Ostatnia edycja Czerwonej Księgi (rok 2011) zawiera spis 59 508 gatunków (ponad 45 tys. gatunków zwierząt, ponad 14 tys. gatunków roślin oraz 18 tys. gatunków grzybów), z których 19 265 jest zagrożonych wyginięciem.

Przeciwnicy ochroniarskiej funkcji ogrodów zoologicznych podkreślają, że takie kwoty nie mogą być przeznaczone na ratowanie każdego zagrożonego gatunku, gdyż kosztowny program rozmnażania kilku gatunków w warunkach niewoli pochłonięłyby środki finansowe, które powinny być raczej wydane na ochronę siedlisk

zamieszkiwanych przez zagrożone gatunki. W przeciwnym razie naturalne siedliska, do których będzie można reintrodukować ocalony gatunek, mogą przestać istnieć.

W nadchodzących latach wielu ekspertów przewiduje wyginięcie miliona lub więcej gatunków, ale zagrożone wyginięciem są też całe biotopy i ekosystemy. Rodzi się więc pytanie o sens ratowania jednego lub kilku gatunków kosztem dużej ilości czasu, pracy i pieniędzy. Czy wysiłki nie powinny być kierowane raczej na ochronę środowiska? W ten sposób można by ocalić nie pojedyncze gatunki, ale całe spektrum często niemożliwych do zastąpienia, wzajemnie zależnych form biologicznych, włączając w to niezwracające niczyjej uwagi, niezliczone ilości roślin i bezkręgowców.

Trzeba też pamiętać, że ochrona danego gatunku ma sens tylko wtedy, gdy istnieje zdrowe środowisko, do którego można go przywrócić. Przykładem jest choćby nieudana próba reintrodukcji bociana białego na obszarze Niemiec, gdyż środowisko typowe dla bociana zostało tam zniszczone – melioracja łąk spowodowała utratę odpowiednich miejsc żerowania i wyprowadzania piskląt.

Ochroniarska funkcja ogrodów zoologicznych słabnie w oczach przeciwników z uwagi na znikomą liczbę zagrożonych zwierząt w stosunku do wszystkich eksponowanych w kolekcjach ogrodów zoologicznych. W ogrodach zoologicz-



Fot. 3. Coraz mniej jest miejsc na Ziemi gdzie duże ptaki można oglądać w ich naturalnym środowisku. Nie usprawiedliwia to jednak ich więzienia w klatkach, lub woliarach, w których nie mogą realizować swojej podstawowej potrzeby – lotu

nych na świecie można obejrzyć ok. 3000 gatunków, z czego zaledwie 66 jest częścią programów ratowania zagrożonych gatunków.

Naturalna zmienność genetyczna istniejąca w naturalnej populacji umożliwia jej przeżycie w środowisku o ciągle zmieniających się warunkach. Zmienność puli genowej populacji prowadzi również do adaptacji, które umożliwiają długo- i krótkoterminowe przeżycie. Zmiany klimatyczne oraz wiele innych czynników mogą stopniowo wzmacniać siły selekcyjne. Na niekorzyść ogrodów zoologicznych przemawia szereg faktów. Poniżej podaję najważniejsze z nich.

- W ogrodach zoologicznych zwierzęta nie wybierają same partnerów do rozrodu, narzucając wybór przywodzi na myśl praktyki stosowane w procesie doboru sztucznego.
- Zwierzęta w zoo żyją w sztucznie stworzonych warunkach wiatryjnych, które różnią się od naturalnych. Istnieje w związku z tym ryzyko działania na zwierzęta nienaturalnych czynników selekcyjnych. Obawą budzi fakt, że zwierzęta, które przetrwają w niewoli, czyli te, które najłatwiej się przystosowują do warunków stworzonych przez człowieka w ogrodach zoologicznych, różnią się pod wieloma względami od dzikich przedstawicieli tego samego gatunku żyjących w warunkach stworzonych przez naturalne środowisko.

Barbara Sieradzan w magazynie „Kocie Sprawy” tak wspomina swoje spotkania z królem zwierząt w warszawskim zoo: *Między lwimi braćmi występuje niewielka różnica wieku. To kolejny dowód na to, że warunki wiatryjne, w jakich przebywają zwierzęta w ogrodzie zoologicznym, wpływają na zachowania, które w stanie dzikim byłyby niemożliwe. W naturze lwica potrzebowałaby co najmniej roku, by odchowić młode i nauczyć je samodzielności. Uproszczone życie w zoo, brak potrzeby zdobywania pożywienia, brak zagrożenia spowodowały szybką kolejną ruję i gotowość do rozrodu.*

- Małe populacje w ogrodach zoologicznych są wrażliwe na procesy prowadzące do utraty zmienności genetycznej. Niedod-

statecznie duża różnorodność genetyczna wśród osobników, które przystępują do rozrodu poprzez kojarzenie krewniacze, może przyczynić się do zubożenia puli genetycznej. Małe rozmiary oraz podziały populacji w zoo, wraz z ryzykiem nienaturalnej selekcji, mogą prowadzić do utraty genetycznej zmienności, powodując ujawnianie się wad genetycznych, a także wypuklenie takich szlaków genetycznych, które nie pojawiłyby się w naturalnym środowisku.

- W populacji *ex situ* mogą pojawiać się symptomy genetycznej degeneracji i udomowienia. Takie zdegenerowane, często udomowione populacje niestanowiące właściwego odwzorowania natury nie spełniają swej funkcji edukacyjnej, nie mogą też przyczynić się do wzmocnienia bądź zakładania populacji w ich naturalnym środowisku. Zwierzęta dotknięte skutkami osłabienia genetycznego i degeneracji mają mniejsze szanse przeżycia w warunkach naturalnych.
- Faktem jest, że gatunek, który przestaje istnieć w ekosystemie, nie pozostawia po sobie pustej przestrzeni. Opuszczone nisze ekologiczne zostają zajęte przez inne gatunki i ustala się nowa równowaga w ekosystemie. Powtórne zasiedlenie obszaru powoduje ponowne zakłócenie no-



Fot. 4. Większość zwierząt ma poważne problemy z dobieraniem się w pary w warunkach ogrodów zoologicznych. Nie mają takich problemów na wolności, w swoim środowisku naturalnym

wo powstałej równowagi. Co więcej, reintrodukcje powodują wprowadzenie nowych chorób, które mogą mieć katastroficzny wpływ na populację.

- Korzystając z doświadczeń zdobytych podczas prowadzenia programów rozrodu, zauważa się, że niektóre zwierzęta nie przystępują do rozrodu w warunkach niewoli. Najczęściej podawanym przykładem jest tu słoń afrykański.
- Krytycy ogrodów zoologicznych są przekonani, że nie jest w pełni możliwe łączenie funkcji prowadzenia programów rozrodu zwierząt, edukacyjnej i rozrywkowej. Funkcja wystawiennicza i popularyzatorska ogrodów nie idzie w parze z ochroną zwierząt pokazywanych publiczności.

Zwolennicy ogrodów zoologicznych uważają, że odgrywają one rolę edukacyjną. Ogrody zoologiczne przyciągają o wiele więcej zwiedzających niż większość muzeów przyrodniczych, ogrodów botanicznych i tym podobnych instytucji. Miliony dzieci, zwiedzając co roku ogrody zoologiczne, mają możliwość bezpośredniego spotkania ze zwierzętami z całego świata. Wiele ogrodów, jak twierdzą ich zwolennicy, dysponuje świetnymi działami edukacyjnymi, wykwalifikowanym personelem oraz odgrywa ważną rolę polegającą na rozbudzaniu w młodym pokoleniu troski o stan przyrody. Pracownicy działów dydaktycznych ogrodów zoologicznych mogliby jednak spełniać dobrze swą funkcję, jeśli nawet nie lepiej, bez uwięzionych zwierząt.

Oponenci przyznają, że ogrody zoologiczne były zrozumiałym fenomenem w czasach, gdy nie było nowoczesnych mediów i systemów komunikacji. Nie jest edukacją na miarę XXI wieku obserwowanie zwierząt zachowujących się nienormalnie, wykazujących zachowania neurotyczne z powodu długotrwałej niewoli i całkowitego odseparowania od naturalnych warunków życia. Do tych zachowań należy kołysanie się w miejscu, przestępowanie z łapy na łapę, odrzucanie głowy w tył, żucie prętów lub własnego ciała.



Fot. 5. Można dyskutować nad wartością dydaktyczną odwiedzin w zoo. Nie mamy żadnych wątpliwości, dotyczących dużej wartości obserwacji dokonanych w naturze, nawet jeśli, tak jak na zdjęciu, jest to spacer wyznaczonymi ścieżkami przez kolonię lęgową pingwina Magellana. Ważne, żeby nie płoszyć zwierząt!



Fot. 6. Choć guanako, podobnie jak inne wielbłądowate, zostało oswojone i dobrze czuje się w towarzystwie człowieka, więc zapewne cierpi na dużym wybiegu w ogrodzie zoologicznym, to czyż nie piękniej wygląda na wiosennej łące w swoich rodzinnych Andach?

Jeden z ekspertów współpracujących z World Society for the Protection of Animals (WSPA), dr Desmond Morris, jako zachowanie nienaturalne wymienia zebranie zwierząt. Według niego zebranie to przykład swego rodzaju terapii, która np. u niedźwiedzi miałyby zastąpić wrodzoną aktywność. Dr Morris opisuje również podejmowane przez zwierzęta próby radzenia sobie z narzuconą im przez człowieka monotonością: (...) *młody szimpans (...) nie ma nic do zabawy oprócz własnego ciała. Wynajduje nowe sposoby poruszania się – toczenie się, wirowanie, staczenie się z dachu. Wpycha sobie do oczu słomki, rozmazuje swój kał po ścianach klatki i nakreśla*

na nim bezładne wzory, robi miny, klaszcze i wymachuje rękoma. Ale bez współtowarzyszy i w nudnym otoczeniu, pomimo śmiałych wysiłków i pomysłowości, stanie się otepiętym, głupim klaunem, zamiast jednym z najbardziej rozumnych zwierząt na Ziemi.

Alternatywą dla typowego zoo są parki safari, które zapewniły dużym ssakom wielkie przestrzenie, ale sama przestrzeń nie tworzy przecież warunków zbliżonych do tych, jakie panują w ich naturalnym środowisku. No bo czy w Zoo Safari w Świerkocinie panuje klimat charakterystyczny dla równin Afryki?

Przeciwnicy mają nadzieję, że w nowoczesnym świecie zwierzęć nie wytrzymają próby czasu, po-

nieważ jest coś biologicznie niemoralnego w trzymaniu zwierząt w zamknięciu, gdzie ich wzorce zachowań, które kształtowały się przez miliony lat, nie znajdują żadnej możliwości wyrazu (WSPA).

Ogrody czy więzienia?

Kwintesencją debaty jest pytanie, czy zamykanie dzikich zwierząt w niewoli jest okrutne. Ogrody zoologiczne przypominały więzienia jeszcze przez większość ubiegłego wieku, kiedy to zwierzęta spędzały życie w ciasnych klatkach, a w najlepszym wypadku – na byle jakich wybiegach. Małpy czy niedźwiedzie ledwo mieściły się w swoich celach, orły tkwiły na żerdziach bez możliwości choćby porządnego rozprostowania skrzydeł. Te nawet nie dwudziesto-, ale wręcz dziewiętnastowieczne standardy nadal obowiązują w niektórych placówkach na świecie: w Kابلu, Phenianie, Gizie czy Bombaju i niestety wciąż jeszcze ponury jest los wielu zwierząt w Polsce. Smutne były dla mnie wizyty w ogrodzie zoologicznym we Wrocławiu, gdzie osioł siedzi w rogu klatki, lub w Gdyni, gdzie krokodyl przeżywa życie w zbiorniku wielkości dużej wanny. Smutny jest los ptaków w warszawskim zoo – choćby orła w dziewiętnastowiecznej woliery, niewiele większej od niego. Zainwestowano



Fot. 7. Pingwin Magellana, podobnie jak i inne ptaki i ssaki w środowisku naturalnym nigdy nie będzie ujawniał objawów, np. choroby sierocy. Dlatego obserwacja dokonana, np. w lesie, na łące czy na ścieżce wyznaczonej nieinwazyjnie przez kolonię legowia pingwinów ma dużą wartość. Obserwacje dużych ssaków i ptaków dokonywane w zoo są wiarygodne jedynie jako opisujące zachowanie zwierząt w niewoli

w rabaty kwiatowe, natomiast wiele zwierząt żyje, jakby czas się zatrzymał.

Ogród zoologiczny trochę starszym bywalcom kojarzy się oczywiście ze zwierzętami i z watą cukrową, trochę młodszym – przede wszystkim z parkiem rozrywki. Rozwinęła się sieć drobnych lokali

gastronomicznych, cukierni, bufek z frytkami, lodami, pocztówkami i maskotkami. Powstały wspinaczkowe parki linowe, „parki dinozaurów”, wesołe miasteczka, tandetne dmuchane zjeżdżalnie, wesołe minikolejki, które mogą nas zawieźć od klatki do klatki. Wydaje się, że takie sąsiedztwo nieuchronnie sprzyja utożsamianiu zwierząt z rozrywką i zabawą. Czy tego właśnie uczą się tysiące dzieci przyciągane do zwierzyńca na wszelkie możliwe sposoby?

mgr Agnieszka M. Kulpa

Piśmiennictwo:

- Grandy J.W., *Zoos: a critical reevaluation*, Humane Society of the United States News, 1992, tom 37, nr 3. News from Project of the Born Free Foundation.
- *Światowa Strategia Ochroniarska Ogrodów Zoologicznych. Rola Ogrodów Zoologicznych i Akwariów Świata w Globalnej Ochronie Przyrody*. Opracowane przez Międzynarodową Unię Dyrektorów Ogrodów Zoologicznych (IUDZG – Światowa Organizacja Ogrodów Zoologicznych), CBSG z Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody (IUCN/SSC), 1993.
- *The European ZOO directive and ZOO closures*, Briefing notes for supportive Members of Parliament. The Born Free Foundation, 1992.
- WSPA: newslettery z lat 2008–2012.

AD VOCEM

Autorka powyższego artykułu podejmuje temat nie tylko aktualny, ale i z wielu względów niezwykle ważny – miejsce ogrodów zoologicznych we współczesnym świecie. Ponieważ mam wrażenie, że nie wszystko zostało powiedziane, więc pozwolę sobie wtrącić swoje trzy grosze.

To, że człowiek powinien, i to jak najwięcej, obcować z przyrodą, jest dla mnie aksjomatem. Problem w tym, jak to czynić, co z tego powinniśmy wynosić i czy ogrody zoologiczne w ogóle, a w szczególności we współczesnej postaci, mogą w tym procesie

uczestniczyć. Czy są w stanie zaoferować przekaz, który będzie akceptowany przez odbiorcę? To zaś zależy nie tylko od „nadajnika” przygotowanego do emisji informacji w sposób potencjalnie dostępny dla odbiorcy, ale również od odbiorcy, który może, ale nie musi dostrajać się do sposobu działania „nadajnika”. Rzec w tym, że zarówno odbiorcy (w tym przypadku my wszyscy), jak i „nadajnik” (ogrody zoologiczne) niechętnie dostosowują się do wymagań drugiej strony. Jeśli chodzi o odbiorcę, to sprawa jest zrozumiała. Chcemy jak najlepiej wykorzystać czas, którego

mamy coraz mniej, i środki, których zwykle nam nie zbywa. Oczywiście *jak najlepiej* jest tu określeniem bardzo subiektywnym, a może raczej „obiektywnym” w naszym odczuciu. Z drugiej strony ogrody zoologiczne funkcjonują w określonej przestrzeni ekonomicznej i muszą się liczyć z tym, że każde działanie stwarza ryzyko porażki. Dlatego może się wydawać, że najlepiej, bo najmniej ryzykownie, jest działać zgodnie ze starym, dobrze sprawdzonym schematem – wieszają tylko nowe, „nowoczesne” hasła. Tu dobrze jest używać określeń takich jak *edukacja przyrodni-*

cza i zachowanie gatunków. Ponadto cały czas w modzie są banki genów. Zapewne dlatego ogrody zoologiczne, choć zmieniają się, to jednak nie dokonują tego w sposób rewolucyjny, ale raczej ewoluują, doskonaląc starą „sprawdzoną” formułę: zwierzę = klatka/wybieg. Pozornie nową formą jest ogród safari. Pozornie, dlatego że jedynie zmienia się wielkość klatki (wybiegu). Oczywiście zawsze to coś, ale tak jak podkreśla autorka, zwierzę (oczywiście jeśli jest to zwierzę egzotyczne) znajduje się w całkowicie anormalnym kontekście przyrodniczym, a więc i jego zachowania są anormalne. Zapewne taka sytuacja mogła być akceptowana jeszcze 70–80 lat temu, w czasach, kiedy przeciętny człowiek nie miał szansy oglądać egzotycznych zwierząt na wolności, a i jakość obrazu filmowego również budziła wiele zastrzeżeń. Dziś jest zupełnie inaczej. Zarówno nasza wiedza, jak i opatrzenie są zupełnie inne. Więcej podróżujemy, a przecież podróże kształcą. Poza tym filmów przyrodniczych, czasem naprawdę wybitnej jakości, jest coraz więcej i są one ogólnie dostępne. Dlatego śmiem twierdzić, że wchodząc do zoo, czujemy fałsz i anormalność sytuacji, w jakiej się znaleźliśmy. W szczególności dotyczy to dużych ssaków, a zwłaszcza drapieżników. Dlaczego zwłaszcza ssaków? Postawię być może odważną tezę, że dlatego, iż wydaje nam się, że najlepiej je rozumiemy i potrafimy się wczuć w ich sytuację. Podkreślam, nasze uczucia mogą być, i zapewne są, bardzo, bardzo subiektywne. Tylko nie ma to najmniejszego znaczenia! Ważne jest, jak się czujemy, widząc wilka maszerującego tam i z powrotem wzdłuż klatki, małpę kołyszącą się w rogu klatki albo żebrzącą o przysłowiowego banana czy kondora, który ma problemy nie tylko z tym, żeby polecieć, ale także z tym, by dobrze rozprostować skrzydła. Takie widoki budzą w nas zdecydowany sprzeciw! A przecież jeszcze niedawno powszechnie akceptowany był widok psa przykutego do budy cię-



Fot. 8. Być może, że w ogrodach zoologicznych zamiast dużych ssaków na większą skalę powinny być prezentowane owady, które są nie tylko piękne i bardzo ciekawe, ale często łatwo odtworzyć ich środowisko naturalne w zamkniętej przestrzeni

żkim, żelaznym łańcuchem. Czasy się zmieniły, my się zmieniliśmy, i to bardzo, a ogrody zoologiczne pozostały ogrodami zoologicznymi. Niby nie tak podłymi jak dawniej, ale jak pisałem wyżej, zasadniczych zmian nie widać. Co prawda klatki są większe, jest czysto, no może nie zawsze, a i zwierzęta wydają się bardziej zadbane, tylko że to nadal są klatki i wybiegi, które – jakkolwiek by patrzeć – są dla nas symbolem zniewolenia. Zdecydowanie mniejszy protest budzi duże terrarium z patyczakami, a zachwyt może wzbudzić tysiąclitrowe akwarium środowiskowe z kilkoma małymi pielęgniczkami, które np. opiekują się potomstwem.

Czy naprawdę w ogrodzie zoologicznym muszą być duże ssaki? Czy nie lepiej rolę edukacyjną odgrywałby np. ogród pełen tropikalnych motyli, a jeśli ssaków, to drobnych, którym naprawdę można zapewnić w miarę naturalne warunki środowiskowe? Oczywiście nie wielkość zwierzęcia powinna być czynnikiem decydującym, ale możliwość zapewnienia mu naturalnych warunków i wła-

ściwej opieki oraz oczywiście to, czy może być obserwowany w sposób nieinwazyjny przez ludzi odwiedzających zoo.

Nie jestem specjalistą od ogrodów zoologicznych, ale jestem biologiem z długą praktyką dydaktyczną i wiem, że dawno już minęły czasy, gdy w cyrkach pokazywano np. bliźnięta syjamskie, a pojawienie się w zoo pandy było sensacją na skalę światową (bynajmniej nie z przyczyn przyrodniczych). To, że do łóżek włączą nam nasze pupile, psy i koty, przestało kogokolwiek gorszyć, za to zdecydowanie z potępieniem społecznym spotyka się złe traktowanie wszelkich zwierząt. Myślę, że o tym szczególnie powinien pamiętać każdy dydaktyk, gdy z klasą udaje się do ogrodu zoologicznego uczyć przyrody, a nie bioetyki. Zaś o tym, że świat się zmienił, i to bardzo, powinny pamiętać osoby decydujące o losach popularnych zoologów, inaczej w niesławie przejdą one do historii lub będą egzystowały na marginesie cywilizacji.

<red>

TRANSPLANTACJA Jestem na TAK!



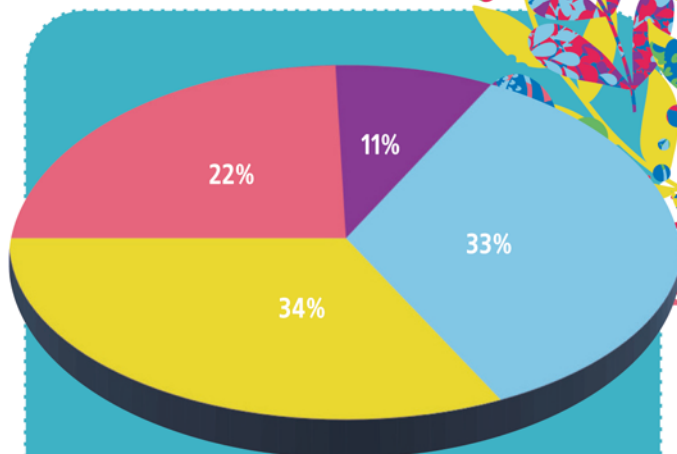
program edukacyjny na temat dawstwa i transplantacji narządów

Założeniem projektu jest przedstawienie informacji niezbędnych do zrozumienia idei transplantacji narządów.

Program został opracowany na podstawie materiałów zespołu edukacyjnego Ministerstwa Zdrowia Stanów Zjednoczonych Ameryki. W wersji polskiej wykorzystano jego podstawowe założenia i stworzono interdyscyplinarny materiał na temat dawstwa narządów i transplantacji, zapraszając do współpracy nauczycieli kilku przedmiotów. Program daje możliwość przeprowadzenia programu w wersji podstawowej i rozszerzonej. Zawiera propozycje lekcji w ramach: godziny wychowawczej, religii, biologii języka polskiego i WOS. Składowymi programu są: przewodnik dla nauczyciela, książeczka dla ucznia oraz materiały audiowizualne dostępne na stronie internetowej programu.

Przygotowane materiały w sposób przejrzysty i fachowy dostarczają niezbędnych informacji, pozwalających na omówienie tematu transplantacji. Informacje zawarte w programie dają podstawy dla świadomego wyboru i akceptacji lub sprzeciwu na oddanie narządów po śmierci. Głównym adresatem programu jest młodzież wchodząca w dorosłe życie. Dlatego kierujemy ten program do Państwa - wychowawców i autorytetów kształtujących postawy młodzieży.

Jeżeli poświęćcie państwo czas na omówienie zawartych w programie zagadnień, możecie być pewni, że pewnego dnia uratuje to komuś życie.



Kiedy rozpocząć program edukacyjny?

- przedszkole 11%
- szkoła podstawowa 34%
- gimnazjum 33%
- szkoła ponadgimnazjalna 22%

grupa respondentów = 405

źródło: www.przeszczep.pl/edukacja

W kwestii dawstwa organów i transplantacji jesteśmy na TAK!

My nauczyciele staramy się podejmować takie oddziaływania na naszych podopiecznych, aby kształtowały one ich młodą osobowość. Chcemy, aby ich postawy wyrażały się twórczym i odpowiedzialnym działaniem w szczególności na rzecz drugiego człowieka oraz jego potrzeby. Dlatego realizujemy z ich udziałem takie akcje, które dają im możliwość odkrywania mocnych i słabych stron swojej osobowości oraz wartości życia. Poznają różne formy niesienia pomocy potrzebującym. Zdajemy sobie sprawę, iż decyzja oddania własnego narządu, np. nerki, czy zgoda na pobranie organów z ciała zmarłej bliskiej osoby nie jest łatwa, ale właśnie od niej często zależy uratowanie czyjś życie. Dlatego głównym założeniem było dotarcie do jak największej liczby osób naszej dzielnicy, poprzez rozpropagowanie idei dawstwa organów i transplantacji wśród uczniów, ich rodziców, nauczycieli oraz mieszkańców dzielnicy.

Realizację programu „Transplantacja Jestem na TAK! Podziel się swoją decyzją” rozpoczęliśmy w naszym gimnazjum w maju 2012. Zestaw materiałów składających się na program „Transplantacja-jestem na tak.” pomógł nam, nauczycielom przygotować lekcje

w sposób ciekawy, a zarazem bardzo profesjonalny. Zajęciom towarzyszyły również konkursy: plastyczny, na najlepszy plakat lub projekt koszulki (powstała wystawa prac, która wzbudziła spore zaciekawienie); biologiczny – z wiedzy nt. transplantacji; literacki (zgodnie z propozycją programu) na esej lub list. Cały projekt związany z realizacją programu edukacyjnego „Transplantacja Jestem na TAK! Podziel się swoją decyzją” zakończyliśmy podczas trwania Festiwalu Nauki. W tym dniu przedstawiono wyniki ankiety, konkursów – wręczono nagrody dla wyróżnionych oraz przeczytano najlepsze prace literackie.

Podsumowując, należy stwierdzić, że cały projekt wypadł naprawdę wspaniale. Udało nam się osiągnąć założony cel. Uczniowie nie tylko sami wynieśli dużo nowych wiadomości i umiejętności, ale rozpoczęli dyskusję w domach rodzinnych. I o to przecież chodziło. Dlatego możemy stwierdzić, że w kwestii dawstwa organów i transplantacji zarówno my, jak i nasi uczniowie jesteśmy na TAK! W następnych latach nadal będziemy kontynuować realizację programu „Transplantacja Jestem na TAK!”, bo widzimy sens i efekty naszych działań.

Beata Sagan – pedagog szkolny
Zespół Szkół Nr 13 Szczecin - Wielgowo

Zimą każdy ogrodnik myśli o wiosnie. Trzeba zaplanować nowe grządki i nowe nasadzenia tak, żeby od wiosny do jesieni nie tylko cieszyły oczy, ale także by można było się nimi łatwo i skutecznie opiekować. Tylko wtedy nasz ogród będzie budził zachwyty. Zwykle szukamy czegoś nowego, wyjątkowego, kwiatów, których nie mają sąsiedzi, albo roślin cennych dla naszej kuchni. Czasem przypominamy sobie o roślinach sprawdzonych, ale niestety zbyt często traktujemy je jako zapchajdziury. Takimi wszechobecnymi ogródkowymi zapchajdziurami bywają aksamitki, a zasługują na więcej... na znacznie więcej!

Aksamitka (*Tagetes sp.*)

Rodzaj *Tagetes* obejmuje 56 gatunków roślin, zwykle jedno- lub dwuletних, które należą do rodziny astrowatych (*Asteraceae*) i w większości są roślinami zielnymi.

Ojczyzną aksamitek jest Ameryka, lecz obecnie niektóre z nich występują na całym świecie. Zawdzięczają to zarówno swojej urodzie, jak i łatwości uprawy i hodowli. Jeden z gatunków, *T. minuta*, tak łatwo rośnie i rozmnaża się, że w niektórych stanach USA jest uznawany za gatunek inwazyjny.

Aksamitki bardzo różnią się wielkością. Są wśród nich zaledwie 10-centymetrowe liliputy, jak i ponad 2-metrowe giganty. Ich kwiaty, osiągające średnicę nawet 6 cm (choć znane są również rośliny o średnicy kwiatów poniżej 1 cm), są złote, pomarańczowe, żółte, białe lub dwukolorowe. W zależności od odmiany kwiaty aksamitek mogą być pojedyncze, półpełne lub pełne.

Zwykle są uprawiane jednoroczne aksamitki, choć coraz częściej (lecz nie w naszym klimacie) ogrodnicy sięgają po rośliny dwuletnie i bylinowe.

Większość hodowanych w ogrodach odmian aksamitek pochodzi od dwóch gatunków: *T. erecta* i *T. patula*. Do celów przemysłowych, do produkcji oleju, używane są odmiany *T. minuta*.

Aksamitki są roślinami łatwymi do uprawy. Praktycznie wszystkim ich gatunkom i odmianom wystarcza średnio zasobna, lecz, co ważne, przepuszczalna ziemia. Rosną bardzo dobrze w pełnym słońcu, znosząc nawet jaskrawe oświetlenie upalnego lata, ale kwitną również, choć nieco słabiej, w półcieniu. Ponadto bardzo dobrze znoszą suszę, przesadzanie i kwitną aż do mrozów. Wszystko to czyni je doskonałymi roślinami ozdobnymi dla początkujących ogrodników.

Uwaga! Aksamitki kwitną zdecydowanie bujniej, gdy usuwa się ich przekwitnięte kwiaty.

Aksamitki rozmnaża się przez wysiew nasion. Młode rośliny mogą być pikowane do pojemników, a następnie w stosownym momencie wysadzone na grządki. Dzięki temu można je wykorzystywać w ogrodzie do wypełnienia miejsc np. po przekwitniętych roślinach cebulowych.

W polskich ogrodach uprawia się głównie odmiany pochodzące od trzech



gatunków: aksamitki rozpięchłej (*T. patula*), aksamitki wąskolistnej (*T. tenuifolia*) i aksamitki wzniesionej (*T. erecta*).

Najczęściej sadzone są niskie odmiany aksamitki rozpięchłej (*T. patula*) o kwiatach pełnych, rzadziej pojedynczych. Można wśród nich spotkać odmiany o kwiatach brzoskwińowych, złotopomarańczowych, purpurowobrązowych lub dwubarwnych, najczęściej brązowych z żółtymi przebarwieniami. Aksamitki rozpięchłe mają zazwyczaj mocną budowę i dorastają do 15–60 cm. Ich koszyczki kwiatowe są średniej wielkości (4–6 cm), pojedynczo osadzone na szypułkach.

Odmiany aksamitek pochodzące od aksamitki rozpięchłej nazywamy aksamitkami francuskimi.

Polscy hodowcy otrzymali bardzo wartościowe odmiany o pojedynczych koszyczkach kwiatowych: **Stefi** – słomkowożółta, **Gabi** i **Zuza** – złotomiodowa oraz dwubarwna **Ania** i **Beata** – obie karminowo-miodowe. Otrzymali również karłowate odmiany (rośliny nie przekraczają 20 cm wysokości) o kwiatkach pełnych: **Topaz** – brzoskwińowo-miodowa, **Laura** i **Parys** – pomarańczowo-mahoniowe oraz **Pirat** – orzechowo-ceglasto-kasztanowa.

Odmiany aksamitek pochodzące od aksamitki wąskolistnej nazywamy aksamitkami Signeta.

Odmiany aksamitki wąskolistnej (*T. tenuifolia*) można łatwo rozpoznać



po charakterystycznych, wąskich liściach. Najczęściej ich kwiaty są stosunkowo niewielkie i pojedyncze – żółte lub pomarańczowe. Co ciekawe, u odmian tego gatunku koszyczki kwiatowe są zebrane w baldachogrona. Warto zwrócić uwagę na odmiany: **Gnom** – mocno złotożółta, **Ornament** – czerwono-brązowa, **Ursula** – złoto-żółta z pomarańczową plamą u nasady oraz wielobarwną mieszankę **Starfire Mix**.

W ostatnich latach coraz mniej popularne (a szkoda) są wysokie odmiany aksamitek, zwykle pochodzące od aksamitki wzniesionej (*T. erecta*). Odmiany aksamitki wzniesionej nie tylko są zwykle wysokie (nawet ponad 1 m), ale także mają duże, pełne, złotożółte lub pomarańczowe kwiaty i doskonale nadają się zarówno na sezonowe żywopłoty i wysokie obwódki dużych grządek, jak i na kwiat cięty. Niestety aksamitki wyniosłe i ich odmiany kwitną krócej niż wyżej opisane aksamitki. Z uwagi na budowę kwiatów odmiany aksamitki wzniesionej dzieli się na odmiany o kwiatkach: goździkowych – koszyczki zbudowane są w większości z kwiatów języczkowatych, kwiaty rurkowate są małe i przykryte kwiatami języczkowymi, oraz chryzantemowych – koszyczki wypełnione wyłącznie kwiatami rurkowymi.

Odmiany aksamitek pochodzące od aksamitki wyniosłej (*T. erecta*) nazywane są aksamitkami afrykańskimi.

Aksamitki afrofrancuskie to mieszańce aksamitki wyniosłej i aksamitki rozpierzchłej. Większość z nich nie wiąże nasion.

Hodowcy otrzymali również karłowate odmiany aksamitki wzniesionej, na które warto zwrócić uwagę. Wśród nich jest odmiana **Antigua** niewrażliwa na długość dnia (!). Trzeba jednak pamiętać, że wiele odmian z tej grupy to odmiany heterozyjne (F1), nie ma więc sensu zbieranie ich nasion, bo potomstwo nie tylko nie powtórzy cech rodziców, ale również będzie bardzo heterogenne.

Osoby nieprzepadające za zapachem aksamitek powinny zwrócić uwagę na bezwoną odmianę **Hawaii** o pomarańczowych kwiatkach. Inne wartościowe odmiany aksamitki wyniosłej to prawie biała, co wyjątkowe u aksamitek, **Vanila**, pomarańczowa **Kupido**, żółta **Mary Helen** i cytrynowa **Alaska**.

W odróżnieniu od innych aksamitek aksamitki wyniosłe nie najlepiej znoszą przesadzanie, o czym trzeba pamiętać, kupując sadzonki – należy raczej unikać kupowania roślin już kwitnących.

Aksamitki znane są z tego, że odstraszały niektóre szkodliwe owady, a szczególnie nicienie. Dlatego zaleca się sadzenie aksamitek jako naturalnych środków ochrony roślin wraz z pomidorami, bakłażanami, papryką, tytoniem i ziemniakami. Tak więc aksamitki w ogrodzie nie są tylko rośliną ozdobną, ale również naturalnym środkiem ochrony roślin.

Korzenie aksamitek wydzielają tiofeny, które mają silne właściwości antybakteryjne, dlatego nie należy ich sadzić w pobliżu roślin żyjących w symbiozie z bakteriami, np. łubinu.

Chyba nie ma roślin doskonałych, a na pewno nie są nimi aksamitki, szczególnie dla osób, które nie przepadają za ich charakterystycznym, ostrym zapachem. Zapach ten wabi jednak wiele motyli, dla których aksamitki są doskonałym źródłem nektaru. Dlatego organizując ogród dla motyli, trzeba pamiętać o posadzeniu w nim aksamitek.

Aksamitki nie są wyłącznie roślinami ogrodowymi. Pochodzące z Ameryki Południowej odmiany *T. minuta* są wykorzy-

stywane jako źródło olejku używanego do wytwarzania perfum oraz jako substancja zapachowa w przemyśle spożywczym i tytoniowym. Z płatków kwiatów aksamitki wyniosłej izolowana jest luteina powszechnie stosowana do barwienia produktów spożywczych, np. majonezu.

Aksamitki znajdują zastosowanie również w kuchni. Można je użyć do przyprawiania potraw. W tym celu należy posłużyć się świeżymi lub suszonymi liśćmi. Nadają one potrawie charakterystyczny gorzkawy smak z nutką cytrusową. Liście aksamitki można dodawać, lecz tylko odrobinę, do zup, sosów, tłustych pieczonych mięs oraz twarogów. W swojej ojczyźnie, Meksyku, aksamitki z gatunku *T. lucida* używane są do wytwarzania słodkiego naparu. W krajach Ameryki Południowej (Boliwii, Peru, Ekwadorze i Chile) aksamitki z gatunku *T. minuta*, nazywane przez potomków Inków huacatay, są używane do przygotowania popularnej potrawy z ziemniaków zwanej *ocopa* (<http://lavidadomida.com/recipes/ocopa/>).

Aksamitki znajdują również zastosowanie w medycynie ludowej. Uważa się, że przygotowane z nich herbatki są dobre na dolegliwości żołądka i jelit, działając korzystnie na błony śluzowe. Napary z aksamitek można stosować zewnętrznie do leczenia ran oraz na blizny, zapalenie żył, hemoroidy i choroby skóry. Ponadto stosowane bywają na brodawki, owrzodzenia, trądzik, egzemę i odmrożenia.

Łatwość uprawy, mnogość odmian i małe wymagania aksamitek czynią je częstymi gośćmi w naszych ogrodach. Może jednak warto staranniej przemyśleć dobór gatunków i odmian, które posadzimy na wiosnę?

<red>



Dzieci bez seksu

Zwykle gdy mówimy o rozmnażaniu się zwierząt, przychodzi nam do głowy rozmnażanie płciowe. Jednak nie tylko temu procesowi zwierzęta zawdzięczają potomstwo. Niektóre, co prawda bardzo nieliczne, wprost nie potrafią rozmnażać się płciowo. Zdaje się, że zapomniały, co to seks, który przecież znany jest nawet organizmom jednokomórkowym, np. drożdżom (*Saccharomyces cerevisiae*). Czy jednak życie na Ziemi może istnieć bez rozmnażania płciowego? Wydaje się, że nie, bo choć partenogenezę można wywołać w laboratorium nawet u ssaków (wymaga to jednak „dłubania” w genach), a i hodowla zwierząt, np. indyki i zwierzęta w ogrodach zoologicznych, zwiększa jej prawdopodobieństwo, to w warunkach naturalnych u kręgowców jest to wyjątkowo mało popularny sposób rozmnażania się. Są jednak organizmy, które dziełowództwo przedkładaają nad stary, dobry seks.

Partenogeneza (z greckiego *παρθενος* – dziewica oraz *γενεσις* – narodziny) – szczególny rodzaj rozmnażania płciowego (uczestniczą w nim komórki płciowe, a nie somatyczne), w którym uczestniczą jedynie samice. Ze złożonych przez nie i niezapłodnionych przez samca komórek jajowych rozwijają się osobniki potomne, często samice. Ponieważ w procesie uczestniczy tylko jedna aktywowana komórka rozrodcza, niektórzy badacze uważają partenogenezę za szczególny rodzaj rozmnażania bezpłciowego. Odpowiednikiem partenogenezy jest u roślin apomiksja.

Gdy myślimy o partenogenezie, przychodzi nam do głowy pszczoły miodne (*Apis mellifera*), u których efektem partenogenezy są haploidalne, a mimo to płodne samce. Z jaj zapłodnionych rozwijają się, w zależności od sposobu karmienia, bezpłodne samice lub płodne królowe. Zupełnie inaczej rozmnażają się jej południowoafrykańskie kuzynki z gatunku *Apis mellifera capensis*. U gatunku tego występuje **telitokia**.

Telitokia – szczególny rodzaj partenogenezy (dziełowództwa) polegający na tym, że z niezapłodnionych jaj rozwijają się płodne samice.

Partenogeneza jest typem rozmnażania stosunkowo często występującym u bezkręgowców, a wyjątkowo u kręgowców. Ponieważ często występuje w korzyst-

nych warunkach środowiskowych, szczególnie gdy zasoby środowiska są tak duże, że nie ograniczają zwiększania liczebności populacji, uważane bywa za cechę przystosowawczą. Z reguły, choć nie zawsze, partenogeneza prowadzi do zwiększenia jednorodności genetycznej populacji, dlatego nie jest korzystna w zmiennym środowisku, szczególnie gdy zmiany warunków środowiskowych są gwałtowne i nie mają charakteru cyklicznego. Wydaje się, że w takich warunkach korzystniejszą strategią jest rozmnażanie płciowe zwiększające rekombinacyjnie różnorodność genetyczną osobników w obrębie danej populacji.

Stosunkowo rzadko partenogeneza jest jedynym sposobem rozmnażania się zwierzęcia. Jeśli tak jest, mówimy o **partenogenezie stałej**. W takim przypadku w populacji występują jedynie samice. Przykładem organizmu, u którego występuje stała partenogeneza, są patyczaki. Dobrze znanym przykładem, szczególnie przez akwarystów, tego typu partenogenezy jest północnoamerykański rak marmurkowy (*Procambarus fallax*). Po raz pierwszy tę szczególną umiejętność raka marmurkowego odkrył w roku 2003, a więc stosunkowo niedawno, niemiecki akwarysta. W niektórych stacjach USA posiadanie tych raków jest zabronione z uwagi na to, że w przypadku wydostania się na wolność jednego osobnika (oczywiście wszystkie są samicami) może on założyć populację szybko zwiększającą swoją liczebność, a tym samym zagrażającą środowisku naturalnemu.

Bardzo ciekawym przykładem stałej partenogenezy są wrotki. Takson ten obejmuje zwierzęta rozmnażające się zarówno płciowo, jak i partenogenetycznie, przy czym wrotki z rodzaju *Bdelloidea* rozmnażają się wyłącznie partenogenetycznie i to od bardzo dawna, ponieważ formy odpowiadające współcześnie żyjącym przedstawicielom tego rodzaju znaleziono w bursztynie, którego wiek oszacowano na 35 mln lat. Analiza filogenetyczna oparta na sekwencjonowaniu



genomów wrotków sugeruje, że jest to przypuszczalnie znacznie starszy takson. Zagadką pozostaje fakt, dzięki czemu rozmnażające się partenogenetycznie organizmy przetrwały tak długi czas i co umożliwiło im specjację. Trzeba zauważyć, że rodzaj *Bdelloidea* obejmuje ponad 300 gatunków, co w przypadku grupy rozmnażającej się wyłącznie partenogenetycznie jest zaskakującym polimorfizmem. Istnieją sugestie, że może być on efektem horyzontalnego transferu genów wynikającego z integracji do genomów fragmentów DNA obecnych w środowisku i pobranych przez wrotki wraz z ich pokarmem.

Jeśli w obrębie jednego gatunku mamy do czynienia z izolowanymi geograficznie populacjami rozmnażającymi się typowo płciowo, lecz z których jedna rozmnaża się przez partenogenezę, to mówimy wówczas o **partenogenezie geograficznej**.

Ciekawym rodzajem partenogenezy jest partenogeneza cykliczna, charakteryzująca się przemianym występowaniem pokoleń rozmnażających się płciowo i partenogenetycznie. Z powszechnie występujących w naszym kraju zwierząt partenogeneza cykliczna występuje u wioślarek, np. rozwielitki i mszyc, jak również pasożyta, motyli wątrobowej.

Rozwielitka (*Daphnia magna*) od wiosny do jesieni rozmnaża się partenogenetycznie, przy czym wiosną i latem z delikatnych jaj rozwijają się jedynie samice, natomiast jesienią również płodne samce. Pojawienie się w populacji samców stwarza możliwość rozmnażania płciowego, a w konsekwencji powstania tzw. jaj zimowych charakteryzujących się grubszą osłonką, co zapewnia im przetrwanie aż do wiosny.

W wyniku partenogenezy mogą powstać osobniki haploidalne (**partenogeneza hemozygoidalna**). Jeśli są to samce, np. błonkówki, to mówimy o arrhenotokii. Często, a praktycznie zawsze u kręgowców, potomstwo partenogenetyczne jest diploidalne (**partenogeneza zygotoidalna**). Jednak u kręgowców partenogeneza jest zjawiskiem wyjątkowym. Stosunkowo najczęstszym u ryb.

U ryb chrzęstnoszkieletowych partenogenezę zaobserwowano u rekina głowomłota z gatunku *Sphyrna tiburo*. Odkrycia dokonano w 2001 roku w ogrodzie zoologicznym, gdzie na świat przyszło kilka z pozoru normalnie rozwiniętych samic. Niestety ryby te po kilku dniach padły. Ponieważ matka nie miała kontaktu z samcami przez ponad 3 lata, zbadano DNA śniętych ryb, potwierdzając, że jest on identyczny z DNA matki, co dowodzi partenogenetycznego pochodzenia narybku.

Ciekawym przykładem rozmnażania wyłącznie partenogenetycznego są występujące w Ameryce Północnej jaszczurki z gatunku *Aspidoscelis neomexicana*. Gatunek ten powstał jako naturalna krzyżówka *A. inornata* i *A. tigris*. Niestety męskie potomstwo takiej krzyżówki jest nieżywotne i ginie po kilku dniach po wykluciu się z jaj. Z niezapłodnionych jaj *A. neomexicana* rodzą się samice, które tworzą populację tego niezwykłego gatunku jaszczurki.

Partenogenetycznie rozmnażają się również blisko spokrewnione z *A. neomexicana* jaszczurki z gatunku *A. uniparens*. Co ciekawe, u tego gatunku owulacja indukowana jest przez zachowania godowe samic, u których po owulacji gwałtownie obniża się poziom estradiolu, co koreluje ze wzrostem poziomu progesteronu, a w konsekwencji prowadzi do skłonności do zachowywania się jako samiec.

W niewoli partenogenezę obserwowano również u warana z Komodo (*Varanus komodoensis*) i boa dusiciela (*Boa constrictor*).

W niewoli dzieworództwo obserwowano u indyków, a naukowcy potrafią spowodować rozwój partenogenetyczny oocytów wielu gatunków ptaków, a co ciekawe – również ssaków. W tym ostatnim przypadku wydaje się, że konieczne jest usunięcie lub inaktywacja pewnego genu, a konkretnie jego kopii dostarczanej z genomem męskim, ale o tym przeczytajcie Państwo w kolejnym numerze „Biologii w Szkole”.

<red>



NADMORSKIE WARSZTATY PRZYRODNICZE

Nie tylko dla przyrodników!

NADMORSKIE WARSZTATY PRZYRODNICZE

to interdyscyplinarna edukacja terenowa połączona z wypoczynkiem. Zajęcia prowadzą profesjonaliści, którzy na co dzień pracują w zawodach związanych z przyrodą. Tematy zajęć dobrano tak, by młodzież poszerzyła wiedzę i umiejętności objęte szkolnymi programami nauczania. Oferujemy 14 godzin zajęć edukacyjnych, dużo zabawy i wypoczynek na świeżym powietrzu.



Na nasze Warsztaty można uzyskać dofinansowanie!

OFERTA SPECJALNA!
w dniach
02.04-05.04.2013
29.04-03.05.2013
27.05-31.05.2013
24.06-28.06.2013
02.09-06.09.2013

CENY 20% NIŻSZE

Oferta weekendowa:
informacje na naszej
stronie internetowej.

NADMORSKIE WARSZTATY PRZYRODNICZE
Przemysław Jujka
www.warsztatyprzyrodnicze.com
nadmorskie@warsztatyprzyrodnicze.com
tel. kom. 602 25 18 63



www.warsztatyprzyrodnicze.com

Sekwencjonowanie prawdę ci powie

Na podstawie: **Epigenome-wide association study in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Turin) identifies novel genetic loci associated with smoking**

Shenker N.S., Polidoro S., van Veldhoven K., Sacerdote C., Ricceri F., Birrell M.A., Belvisi M.G., Brown R., Vineis P., Flanagan J.M.

Hum. Mol. Genet. (2012), doi: 10.1093/hmg/dds48.8, publikacja on-line: 21 listopada 2012

Wysokoprzepustowe sekwencjonowanie (ang. *next generation sequencing*) genomów palaczy i osób niepalących wykazało obniżony poziom metylacji powtarzających się, dwunukleotydowych sekwencji CpG (tzw. wyspy CpG) w niektórych genach osób palących. U palaczy hipometylowana jest pojedyncza wyspa CpG w genie kodującym białko typu receptora II czynnika krzepnięcia (trombiny) – *locus F2RL3*. Analiza obejmowała zarówno palaczy, jak i osoby niepalące, z których połowa dotknięta była nowotworami piersi i jelita grubego.

W przypadku sześciu *loci* wykazano związek hipometylacji z paleniem papierosów, a ponadto w przypadku jednego genu, *AHRR* (locus 2q37.1), wykazano związek z nowotworami.

Uzyskane wyniki potwierdzono w badaniach przeprowadzonych na myszach, które biernie wdychały dym tytoniowy. Analiza DNA komórek płuc wykazała, że hipometylacja, w konsekwencji ekspozycji na dym tytoniowy, w locus 2q37.1 ma związek z nowotworem płuc. Związku takiego nie wykazano dla innych hipometylowanych u palaczy *loci*. Co ważne, badacze wykazali, że dym tytoniowy powoduje modyfikacje epigenetyczne w DNA komórek płuc, które można wykryć, badając DNA komórek krwi obwodowej.

<red>

Na tropach skamieniałych tajemnic

Na podstawie: **Archaeopteryx feathers and bone chemistry fully revealed via synchrotron imaging**

Bergmann U., Morton R.W., Manning P.L., Sellers W.I., Farrar S., Huntley K.G., Wogelius R.A., Larson P.

Proceedings of the National Academy of Sciences (2010), doi: 10.1073/pnas.1001569107, publikacja on-line: 11 maja 2010

W praktyce można postawić znak równości między rozwojem techniki a rozwojem nauki, w której znajdują zastosowanie nowinki techniczne. Archeologia i paleontologia nie są wyjątkami od tej reguły. Należy przypuszczać, że w najbliższej przyszłości usłyszymy o wielu niezwykłych odkryciach dokonanych dzięki technice szybkiego skanowania synchrotronowego fluorescencji wzbudzonej promieniowaniem rentgenowskim (SRS-XRF).

Metoda ta pozwala na wysokorozdzielcze obrazowanie zachowanych w materiale kopalnym śladów po delikatnych strukturach, takich jak np. skóra i pióra, oraz możliwość szczegółowej, nieinwazyjnej analizy chemicznej badanej skamieniałości. Dzięki zastosowaniu techniki SRS-XRF naukowcom udało się ustalić, że odciski, które otaczają skamieniałe kości archeopteryksa, to rzeczywiście ślady po piórach. Korzystając z SRS-XRF, odkryto w odciskach piór archeopteryksa ślady siarki i fosforu. Siarka występuje w keratynie – twardym, włóknistym białku strukturalnym – i jest obecna we współczesnych ptasich piórach wraz z fosforem. Ponadto wykazano, że stężenie siarki i fosforu w badanych próbkach archeopteryksa odpowiada temu obserwowanemu w piórach.

Dr Bergmann i wsp. zbadali również zawartość cynku i miedzi w zachowanej kości praptaka, dzięki czemu wykazali, że metabolizm archeopteryksa i jego potrzeby w zakresie miedzi i cynku są bardzo podobne do tych obserwowanych u współczesnych ptaków, co oznacza, że archeopteryks był ptakiem nawet bardziej, niż się nam do tej pory wydawało.

O doskonałości metody świadczą wyniki badań uzyskanych przez Edwardsa i wsp., którzy w liżącej 150 mln lat skamielinie maleńkiej jaszczurki odkryli ślady po zębach, które nie mogły się zachować, ponieważ do fosylizacji doszło w warunkach beztlenowych w środowisku kwaśnym, a więc niesprzyjającym zachowaniu tego typu szczątków.

<red>



NOWOCZESNE TECHNOLOGIE POZWALAJĄ BADACZOM ZOBACZYĆ TO, CO JESZCZE NIEDAWNO BYŁO POZA ZASIĘGIEM ICH POSTRZEGANIA...

Dorzecze Mekongu

– świat nie do końca poznany

Na podstawie:

Opracowano na podstawie raportu WWF Extra Terrestrial.



Fot. 1. Niewielki nietoperz z gatunku *Murina belzebub* odkryty w dorzeczu Mekongu, na terenie Wietnamu
© Gabor Csorba/Hungarian Natural History Museum



Fot. 2. Czy nowo odkryta, maleńka żabka z gatunku *Gracixalus quangi* ukrywa tajemnicę komunikacji werbalnej zwierząt?
© Jodi J.L. Rowley/Australian Museum



Fot. 3. Żaba z gatunku *Leptobranchium leucops* zamieszkuje górskie, wiecznie zielone, mgliste lasy Wietnamu – niezwykle delikatny ekosystem zagrożony działalnością człowieka
© Jodi J. L. Rowley/Australian Museum

Fot. 4. Odkryta w Tajlandii, w rzece Tapi (dorzecze Mekongu), maleńka rybka z gatunku *Boraras naevus* już obecnie, od czasu do czasu, trafia do sklepów akwarystycznych pod błędną nazwą *truskawkowa razbora*. Można tylko mieć nadzieję, że nie będzie ona modna na tyle, aby jej odłowcy mogły zagrozić naturalnej populacji

Międzynarodowa organizacja ekologiczna WWF sporządziła raport *Extra Terrestrial* podsumowujący wyniki badań przeprowadzonych w dorzeczu Mekongu przez naukowców, których celem było opisanie bioróżnorodności tego jeszcze w znacznym stopniu dziewiczego, lecz bardzo zagrożonego miejsca na Ziemi. Wśród 126 nowo opisanych gatunków jest 5 ssaków: 4 nietoperze i maleńka ryjówka.

Trzy nowo odkryte nietoperze należą do rodzaju *Murina*. Najbardziej „urodzivym” z nich jest zapewne *Murina belzebub* (Fot. 1) nazwany tak, ponieważ naukowcom nieodparcie kojarzył się z władcą ciemności. Czwartego nowo opisanego nietoperza nazwano *Glischropus bucephalus*.

Co ciekawe, przygotowany przez WWF raport obejmuje jedynie rośliny (82 gatunki) i kręgowce (44 gatunki, w tym – poza 5 gatunkami ssaków – 13 gatunków ryb, 5 gatunków płazów i 21 gatunków gadów. Zaskakujące jest, że nie odkryto żadnego nowego bezkręgowca. Przypuszczalnie nie dlatego, że ich tam nie ma, tylko dlatego, że w 2012 roku nie prowadzono badań nad bioróżnorodnością bezkręgowców w dorzeczu Mekongu.

Bardzo ciekawym, nowo opisanym gatunkiem płaza jest nadrzewna żaba z gatunku *Gracixalus quangi* (Fot. 2). Można ją nazwać żabą muzyczną, ponieważ samce, wabiąc samice, postępują się bardzo bogatą gamą gwizdów, przypominając pod tym względem bardziej śpiewające ptaki niż kuzynów. Można powiedzieć, że nawet przewyższają pierzastych śpiewaków, bo nigdy nie powtarzają swoich pieśni, które ponadto są różne w przypadku różnych śpiewaków. Co ciekawe, żaba ta należy do rodziny *Rhacophoridae* obejmującej ponad 300 gatunków. Niektórzy jej przedstawiciele również rozwinęli złożoną komunikację werbalną, choć zdecydowanie nie tak skomplikowaną jak *Gracixalus quangi*.

Bez odpowiedzi pozostaje pytanie, dlaczego małe żabki są takie gadatliwe i czemu postępują się tak wieloma dźwiękami.

Innym ciekawym gatunkiem płaza odkrytym ostatnio w delcie Mekongu jest żaba z gatunku *Leptobranchium leucops*. Ten niewielki, bo mierzący 3,8–4,5 cm płaz żyje w wiecznie zielonych, mglistych lasach na wysokości 1558–1900 m n.p.m. Spośród żab z rodzaju *Leptobranchium* wyróżniają go oczy, które w połowie (górnej) są białe, a w połowie czarne (Fot. 3).

Odkrycia naukowców potwierdzają, że dorzecze Mekongu tętni życiem i że różnorodność biologiczna w tym rejonie jest bardzo wysoka – mówi Nick Cox z międzynarodowej organizacji ekologicznej WWF. Jednak wiele gatunków już teraz musi walczyć o przetrwanie w obliczu wycinania lasów tropikalnych i zanikania naturalnych siedlisk. W ciągu ostatnich 40 lat wycięte zostało ponad 30% lasów w dorzeczu Mekongu – dodaje.

Rzeka Mekong słynie z bogactwa zamieszkujących ją ryb. Do tej pory opisano 850 gatunków żyjących w jej dorzeczu. W 2011 roku odkryto nowy gatunek – *Clarias gracilentus*. Ryba ta, wykorzystując płetwy piersiowe, potrafi wędrować ruchem węzowym po łądzie.

W tajlandzkim odcinku rzeki odkryto niewielką, bo zaledwie dwucentymetrową rybę, którą nazwano *Boraras naevus* (Fot. 4). Zapewne zainteresuje ona akwarystów. Miejmy jednak nadzieję, że nie zawocuje to nadmiernym odłowem tej pięknej rybki.

W grotach znajdujących się na terenie Laosu odkryto rybę z rodziny sumowatych (*Bangana museae*). Podobnie jak inne ryby jaskiniowe jest ona ślepa, a jej skóra nie zawiera pigmentu, w konsekwencji jest perłoworóżowa.

Niezwykła bioróżnorodność żyjących w Mekongu ryb jest zagrożona przez budowaną w Laosie zapórę Xayaburi. Co gorsza, planowana jest budowa kolejnych 10 tam. Nie trzeba chyba dodawać, czym są tego typu konstrukcje dla ichtiofauny, w szczególności dla ryb wędrownych. Niestety wizja rozwoju „cywilizacyjnego” krajów leżących w dorzeczu Mekongu powoduje, że apele organizacji pozarządowych, takich jak np. WWF, pozostają bez echa. Co prawda w 2011 roku komisja do spraw Mekongu, utworzona przez Kambodżę, Laos, Tajlandię i Wietnam, postanowiła, że należy kontynuować badania nad wpływem tam na środowisko, lecz niczego to nie zmieniło. Wydaje się, że postanowienia komisji to jedynie puste słowa nieprowadzące do żadnych konkretnych działań, mimo że ryby z Mekongu i jego dopływów są podstawą egzystencji prawie 50 mln ludzi zamieszkujących dolinę tej rzeki i nie tylko.

Powstaje pytanie, czy uda nam się poznać wszystkie gatunki żyjące w tym szczególnym zakątku świata, zanim odedą w niebyt w wyniku naszych nierozważnych działań.

W ciągu ostatnich 15 lat w dorzeczu Mekongu odkryto aż 1710 nowych gatunków roślin i zwierząt!



<red>

Półwysep Antarktyczny



Wpływ czynników środowiskowych na przebieg procesu fotosyntezy i fermentacji

Treści zapisywane w zeszycie wydodrębniono kolorem niebieskim

Irena Nicińska

Podstawa programowa: cele kształcenia – II. Znajomość metodyki badań.

Treści nauczania – I. Związki chemiczne budujące organizmy oraz pozyskiwanie i wykorzystanie energii (zagadnienie 1.4).

Zalecane doświadczenia i obserwacje (zagadnienie 1. a).

Czas – 2 godziny lekcyjne

Grupa – 16 uczniów

Pomoce:

- 4 zestawy zawierające:
- 3 probówki,
- zlewkę z wodą,
- 3 jednakowe fragmenty moczarki kanadyjskiej,
- 3 stojaki na probówki,
- 2 termometry,
- ciepłą wodę (czajnik bezprzewodowy),
- 10 dag (paczka) drożdży świeżych,
- cukier,
- 2 butelki plastikowe,
- 2 rurki fermentacyjne,
- wodę wapienną,
- łyżkę,
- 2 plastikowe miski (zastąpią łaźnię wodną),
- zapałki,
- alkohol (denaturat, ewentualnie spirytus),
- woda,
- 2 tygielki porcelanowe.

Przebieg zajęć

1. Nauczyciel nawiązuje do poprzedniej lekcji, na której omawiano czynności życiowe organizmów. Uczniowie w szkole podstawowej omawiali odżywanie samożywnie (podstawa programowa: „wskazuje organizmy samożywnie i cudzożywnie oraz podaje podstawowe różnice w sposobie ich odżywiania”).

Lekcja dotyczy nauki prawidłowego formułowania problemu badawczego, stawiania hipotez i dokumentowania przebiegu doświadczenia. Uczniowie w szkole podstawowej przeprowadzali obserwacje i doświadczenia według instrukcji (podstawa programowa: „stawianie hipotez na temat zjawisk i procesów zachodzących w przyrodzie i ich weryfikacja”).

2. Omówienie przebiegu doświadczenia. Na podstawie opisu uczniowie mają za zadanie sformułować problem badawczy, czyli postawić pytanie, po co wykonujemy to doświadczenie.

Zadanie to nie jest dla nich łatwe, ale przy pomocy nauczyciela są w stanie to zrobić. Należy zaznaczyć, że problem badawczy może być sformułowany w postaci zdania pytającego lub równoważnika zdania. Po sformułowaniu problemu uczniowie uczą się stawiania hipotez. Uczniowie formułują hipotezy, które będą potem weryfikować w grupach.

Kolejno omawiana jest próba kontrolna i badawcza. Trzeba wyjaśnić, dlaczego próba kontrolna jest ważna w czasie doświadczenia. Następnie należy przedstawić sposób dokumentowania przebiegu doświadczenia i stopniowo przystąpić do jego realizacji.

Praca w grupach

Każda z grup przygotowuje następujące doświadczenia.

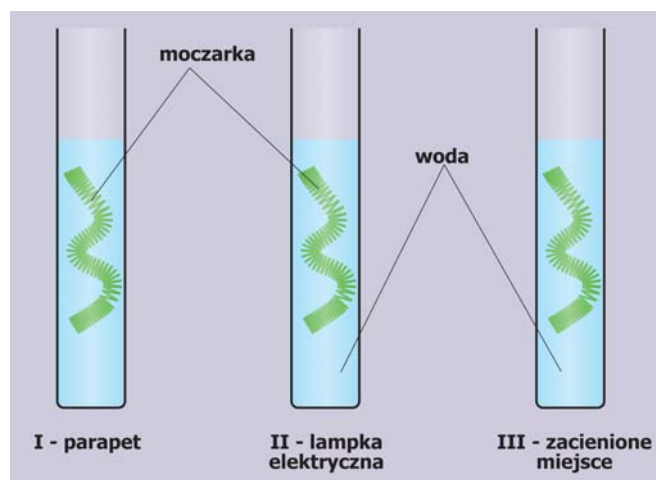
Doświadczenie 1

W każdej grupie wyznaczona jest jedna osoba do obserwacji (liczenia pęcherzyków gazu) każdej z 3 probówek oraz jedna osoba notująca wyniki obserwacji.

Uczniowie wykonują zapis w zeszycie:

■ Problem badawczy: Wpływ natężenia światła na przebieg fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej

H i p o t e z a: Większe natężenie światła przyspiesza proces fotosyntezy



Opis doświadczenia: do 3 probówek nalewamy wodę, następnie wkładamy po jednakowym kawałku moczarki kanadyjskiej.

	Parapet	Lampka elektryczna	Zacienione miejsce
I grupa			
II grupa			
III grupa			
IV grupa			

Próba kontrolna

Probówki odstawiamy na 5 minut: pierwszą na parapecie (próba kontrolna), drugą pod lampką elektryczną, trzecią w miejscu zacienionym. Dokonujemy obserwacji każdej z probówek, licząc pęcherzyki wydzielane przez fragmenty moczarki.

Wyniki obserwacji we wszystkich grupach:

Liczba pęcherzyków gazu obserwowanych na moczarce kanadyjskiej

Po dyskusji wyników otrzymanych we wszystkich grupach uczniowie zapisują poniższy wniosek.

Wniosek: Hipoteza została potwierdzona, dodatkowe źródło światła przyspiesza proces fotosyntezy.

Doświadczenie 2

Analogicznie do pierwszego doświadczenia nauczyciel przedstawia uczniom kolejne doświadczenie, ustalając problem badawczy. Wraz z uczniami stawia hipotezę i ustala próbę kontrolną.

Ucniowie wykonują zapis w zeszytach:

T

■ Problem badawczy: Wpływ temperatury na przebieg fermentacji u drożdży

H i p o t e z a: W temperaturze 40°C fermentacja przebiega szybciej niż w 20°C

Opis doświadczenia: do 2 plastikowych butelek (0,5 l) wkładamy po pół paczki (5 dag) świeżych drożdży, dodajemy 2 łyżki cukru i uzupełniamy wodą do jednej trzeciej wysokości butelki.

Ważne, aby w obu butelkach były jednakowe ilości składników.

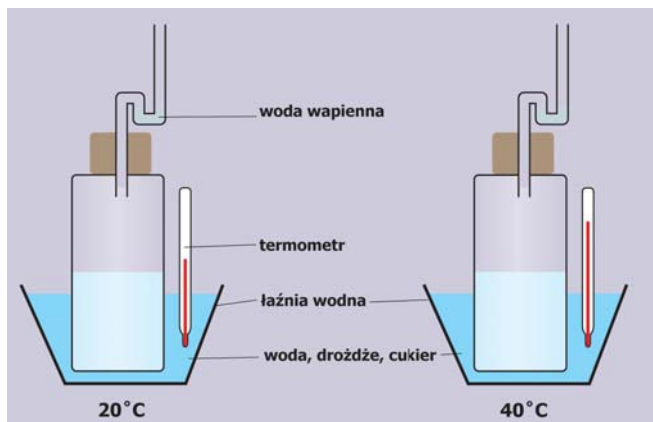
Przygotowujemy 2 łaźnie o temperaturze wody 40°C i 20°C. Na butelki nakładamy rurki fermentacyjne zalane wodą wapienną.

Obserwujemy doświadczenie, mieszając zawartość w butelkach co kilka minut.

Ucniowie, po zapisaniu powyższego opisu, przystępują do przeprowadzenia doświadczenia.

Należy pilnować, aby w łaźniach-miseczkach była odpowiednia temperatura. Gdy temperatura spada, wystarczy dolać ciepłej wody. W celu obniżenia temperatury, wystarczy dodać zimnej wody.

Ucniowie obserwują, jak drożdże zaczynają fermentować i gaz uchodzi przez rurkę fermentacyjną. Uczniowie obserwują szybkość uchodzenia gazu oraz zmiany zachodzące w wyglądzie wody wapiennej.



Wyniki: W obu próbach uchodzi gaz, ale szybciej w butelce znajdującej się w łaźni o temperaturze 40°C. Woda wapienna mętnieje w obu próbach.

Nauczyciel omawia z uczniami, jaką rolę w tym doświadczeniu odgrywa woda wapienna, i po dyskusji wyników formułuje wniosek.

Wnioski: Hipoteza została potwierdzona, w temperaturze 40°C szybciej przebiega proces fermentacji niż w temperaturze 20°C. Powstający gaz to dwutlenek węgla, o czym świadczy mętnienie wody wapiennej.

■ Proponuję przeprowadzić pokaz doświadczenia związanego z fermentacją. Uczniom jest trudno zrozumieć, że w trakcie oddychania beztlenowego (fermentacji) wyzwala się mniej energii niż podczas oddychania tlenowego. W wyniku fermentacji wydzielają się energia, dwutlenek węgla i alkohol, podczas gdy w wyniku oddychania tlenowego wydzielają się energia i dwutlenek węgla oraz woda. W tym celu wlewam do jednego tygielka porcelanowego trochę alkoholu (może to być denaturat lub spirytus), a do drugiego wodę (próba kontrolna) i podpalam je. Uczniowie dostrzegają, że alkohol pali się i wydzielana jest energia w postaci ciepła, podczas gdy woda się nie pali.

■ Podsumowanie lekcji według punktów:

- Jakich procesów dotyczyły przeprowadzone doświadczenia?
- Dlaczego wykonujemy próbę kontrolną?
- Sformułuj problem badawczy i postaw hipotezę w następującym doświadczeniu. Nauczyciel czyta lub odkrywa tekst wcześniej napisany na tablicy: „Ania przygotowała cztery spodeczki. Wyłożyła je zwilżoną watą. Na tak przygotowane podłoże wysiała po 50 nasion rzeżuchy. Spodeczki ustawiła na parapecie, jeden obok drugiego, i pilnowała, aby nasiona miały wilgotne podłoże. W pierwszy i drugi spodeczek wlewała wodę kranową, w trzeci i czwarty roztwór wody z solą kuchenną. Obserwacje prowadziła przez dwa tygodnie”.

Ucniowie, którzy poprawnie udzielili odpowiedzi, otrzymują oceny.

mgr Irena Nicińska

Nauczycielka biologii o wieloletnim doświadczeniu, Gimnazjum nr 1 w Józefowie

E-lekcja – lekcja z wykorzystaniem internetu

Scenariusz lekcji biologii lub zajęć na koło biologiczne (zakres rozszerzony i/lub podstawowy)

Joanna Pilipczuk

Budowa i funkcje błon plazmatycznych

1. Cele edukacyjne:

- uczeń wymienia składniki chemiczne budujące błonę komórki oraz poszczególne organelle komórki eukariotycznej;
- uczeń wymienia funkcje organeli komórkowych;
- uczeń potrafi narysować schemat błony komórkowej i analizuje model „płynnej mozaiki”;
- uczeń wymienia funkcje błon plazmatycznych;
- uczeń porównuje budowę i funkcję błony komórkowej z budową i funkcją błon wewnątrzkomórkowych;
- uczeń wyjaśnia mechanizm transportu biernego, wspomaganego i aktywnego oraz porównuje ze sobą wymienione rodzaje transportu;
- uczeń wyjaśnia pojęcie egzocytozy i endocytozy (pinocytozy i fagocytozy) oraz potrafi wskazać, w jakich komórkach/organizmach te procesy zachodzą.

2. Metody:

- miniwykład;
- pogadanka;
- praca indywidualna;
- praca przy komputerze;
- obserwacja;
- pokaz filmowy;
- quiz.

3. Środki dydaktyczne:

Komputery, gra dydaktyczna z biologii dostępna na stronie internetowej (darmowy materiał edukacyjny): <http://www.biomanbio.com/GamesandLabs/Cellgames/Cells.html>

(Cell Defense: The Plasma Membrane – wersja anglojęzyczna), filmy (anglojęzyczne), plansze lub foliogramy: budowa komórki zwierzęcej, rodzaje białek błonowych, rodzaje lipidów występujących w błonach plazmatycznych.

4. Tok zajęć:

a) Wprowadzenie.

Nauczyciel omawia krótko definicję organizmu, organu, tkanki i komórki. Następnie – wykorzystując planszę dotyczącą budowy komórki eukariotycznej – przedstawia uczniom funkcję organeli komórkowych. Uczniowie próbują na podstawie funkcji uzupełnić krzyżówkę i wpisać odpowiednie organelle komórkowe (powtórka materiału z gimnazjum). Nauczyciel na planszy wskazuje wymieniane struktury (Załączniki 1, 2 i 3). Rozwiązanie hasła – PLAZMALEMMA – wprowadza uczniów do tematu bieżącej lekcji. Nauczyciel podaje temat lekcji i wyjaśnia znaczenia słowa *plazmalemma*. **Plazmalemma** (*plazma* + gr. *lémma* „skórka”) – biol. błona komórkowa, cytoplazmatyczna; źródło: <http://portalwiedzy.onet.pl/112865,haslo.html>. Nauczyciel podkreśla, że wewnątrz komórki to skomplikowany system błon plazmatycznych tworzących przedziały, czyli kompartmenty i organelle komórkowe.

Polecenia do krzyżówki:

1. Umożliwiają wymianę substancji pomiędzy jądrem a cytoplazmą. (pory)
2. Jego funkcją jest przede wszystkim przebudowa, pakowanie i przekazywanie zagęszczonych substancji w obrębie komórki i poza nią. (AG – aparat Golgiego)

3. Między innymi z niego zbudowane są rybosomy. (białko)
4. Wypełnia komórkę, stanowi środowisko dla wielu reakcji chemicznych. (cytoplazma)
5. Dostarczają komórce energii w postaci ATP. (mitochondria)
6. Otacza jądro komórkowe. (otoczka)
7. Biorą udział w trawieniu wewnątrzkomórkowym, przebudowie struktur komórkowych i usuwaniu zużytych lub uszkodzonych organeli komórkowych, produkowane przez AG – aparat Golgiego. (lizosomy)
8. Jej powierzchnia pokryta jest rybosomami, odpowiedzialna za biosyntezę białka i tłuszczów. (ER, retikulum endoplazmatyczne)
9. Wyglądem przypomina grzybek, bierze udział w biosyntezie białka. (rybosom)
10. Ośrodek decyzyjny komórki, steruje przemianami biochemicznymi komórki. (jądro komórkowe)
11. Nasze DNA występuje w jądrze komórkowym w postaci... (chromatyny)

b) Część główna lekcji – budowa błony cytoplazmatycznej (plazmalemmy) – miniwykład.

Nauczyciel, wykorzystując plansze: budowa błony cytoplazmatycznej, rodzaje białek i rodzaje tłuszczów (Załączniki 4, 5, 6), wyjaśnia „model płynnej mozaiki”, omawia właściwości i funkcje błony komórkowej. Przedstawia również rodzaje białek występujących w błonie, sposób ich zakotwiczenia oraz omawia rodzaje i budowę chemiczną tłuszczów.

c) Budowanie błony cytoplazmatycznej – praca przy komputerze.

Nauczyciel prosi uczniów, aby postępowali według instrukcji, którą otrzymali przed lekcją. Uczniowie wykonują punkt pierwszy i drugi instrukcji. Nauczyciel omawia rycinę widoczną na ekranie monitora. Następnie prosi o wykonanie kolejnego punktu i wyjaśnia budowę podwójnej warstwy lipidowej. Przy wykonywaniu punktu czwartego nauczyciel przypomina budowę fosfolipidu i zachowanie się tłuszczów w wodzie (Ryc. 1). Uczniowie wykonują punkt piąty. Nauczyciel omawia rolę cholesterolu, który usztywnia i stabilizuje błony komórkowe. Uczniowie wykonują punkt szósty. Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie ćwiczenia. Ich zadaniem jest naprawienie błony cytoplazmatycznej (Ryc. 2). Następnie postępują według wskazówek nauczyciela. Uczniowie obserwują dyfuzję. Nauczyciel wyjaśnia,

na czym polega dyfuzja (transport bierny). Kolejnym zadaniem uczniów jest umieszczenie w błonie cytoplazmatycznej dwóch rodzajów białek (kanały białkowe i białka przenośnikowe) i zaobserwowanie transportu wspomaganego oraz transportu aktywnego (Ryc. 3 i 4). Na zakończenie uczniowie umieszczają na powierzchni błony reszty cukrowcowe, które tworzą glikokaliks. Nauczyciel wyjaśnia funkcję tej struktury.

d) Transport z fragmentami błony – pogadanka i pokaz filmowy.

Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: W jaki sposób mogą przechodzić przez błonę duże cząsteczki, większe niż białka czy cukry? Uczniowie oglądają krótkie filmy. Podczas filmu nauczyciel wyjaśnia, na czym polega egzocytoza, fagocytoza i pinocytoza. Pyta uczniów, kiedy komórki/organizmy wykonywują tego typu transport.

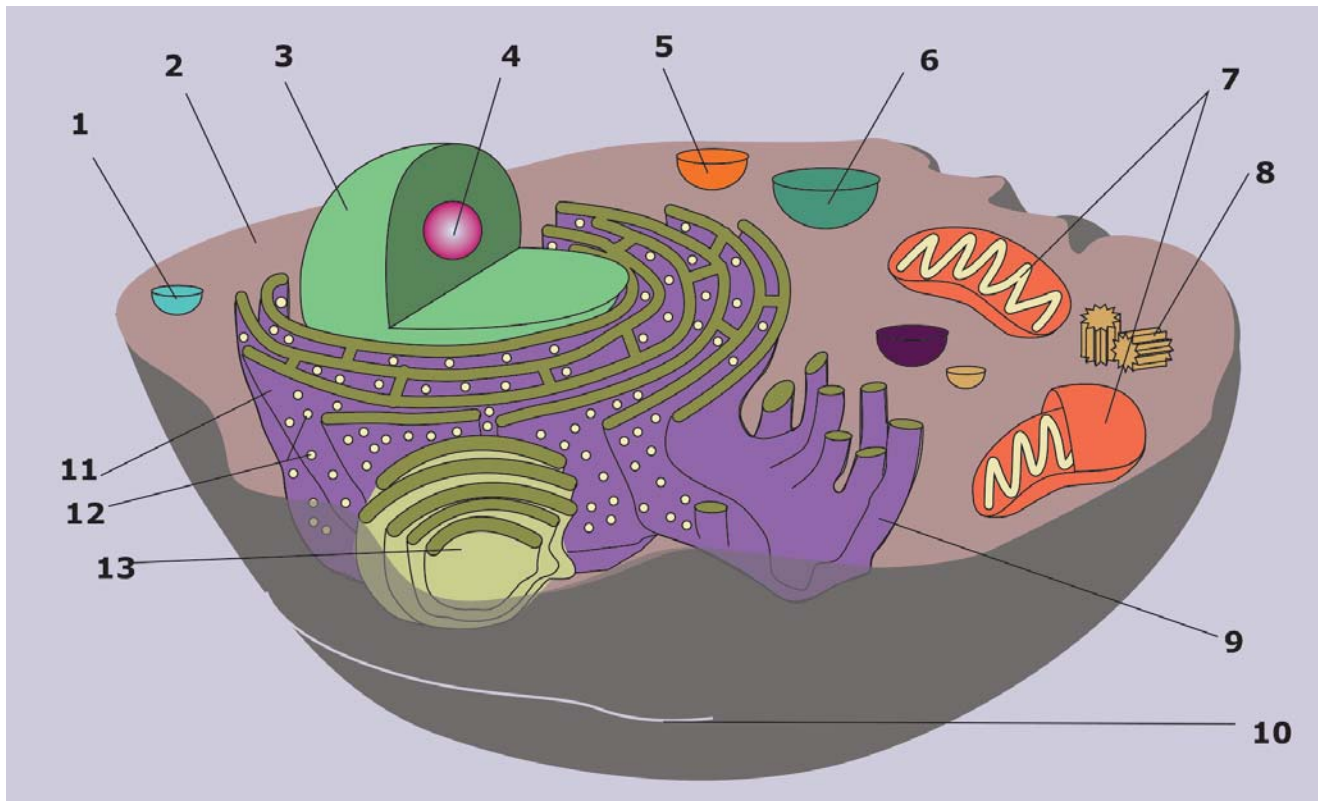
- Film: <http://www.youtube.com/watch?v=K7yku3sa4Y8> – egzocytoza (1 min).
- Film: http://www.youtube.com/watch?v=lgHJUKGPBqs_ – pinocytoza (2 min, film pochodzi z Biomedical Animation, University of Sheffield).
- Film: http://www.youtube.com/watch?v=7VQU28itVVw_ – fagocytoza (1 min).

(Źródło: wszystkie filmy można odtworzyć z serwisu YouTube, należy wyłączyć głos, ponieważ filmy są w wersji anglojęzycznej. W serwisie można znaleźć także inne filmy dotyczące egzocytozy i endocytozy).

e) Podsumowanie – quiz.

Nauczyciel prosi uczniów, aby wrócili do rozpoczętej gry edukacyjnej i spróbowali rozwiązać quiz. Quiz sprawdzi wiedzę zapamiętaną przez uczniów. Po wykonaniu zadania nauczyciel prosi uczniów o wyjaśnienie terminów: *egzocytoza*, *pinocytoza* i *fagocytoza*.

Załącznik 1

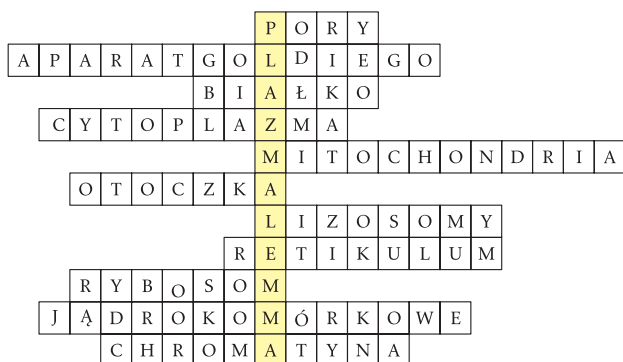


Budowa komórki zwierzęcej – schemat

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/>

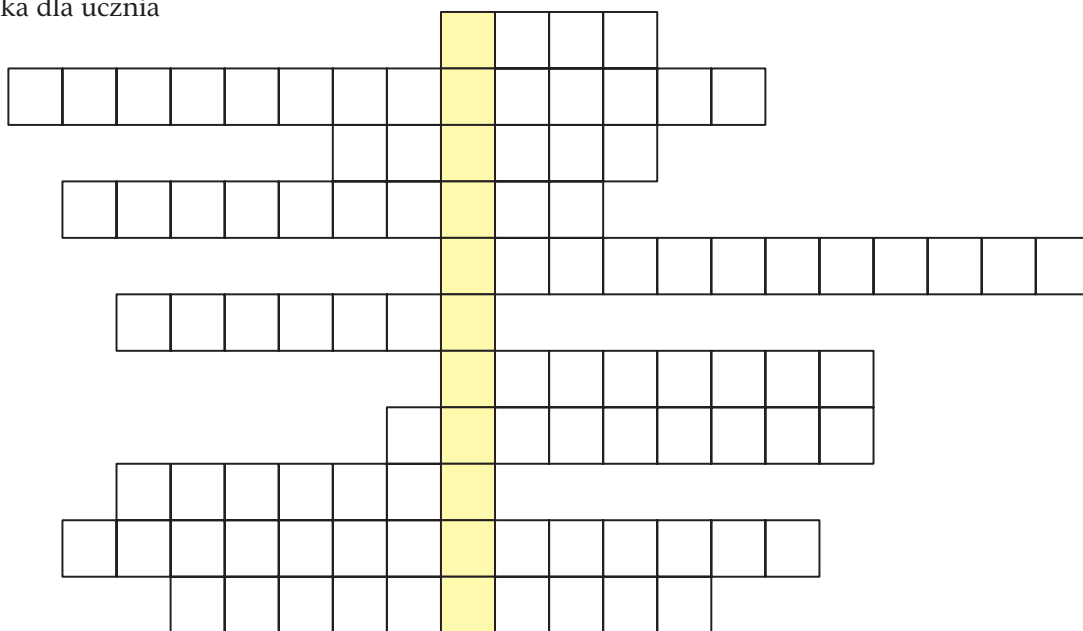
Załącznik 2

Krzyżówka z rozwiązaniem

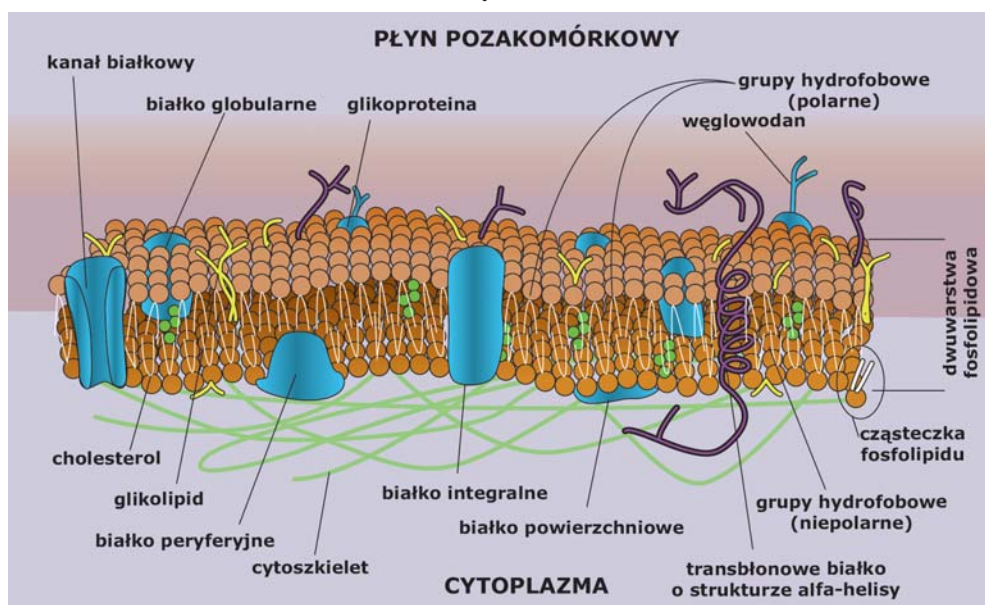


Załącznik 3

Krzyżówka dla ucznia



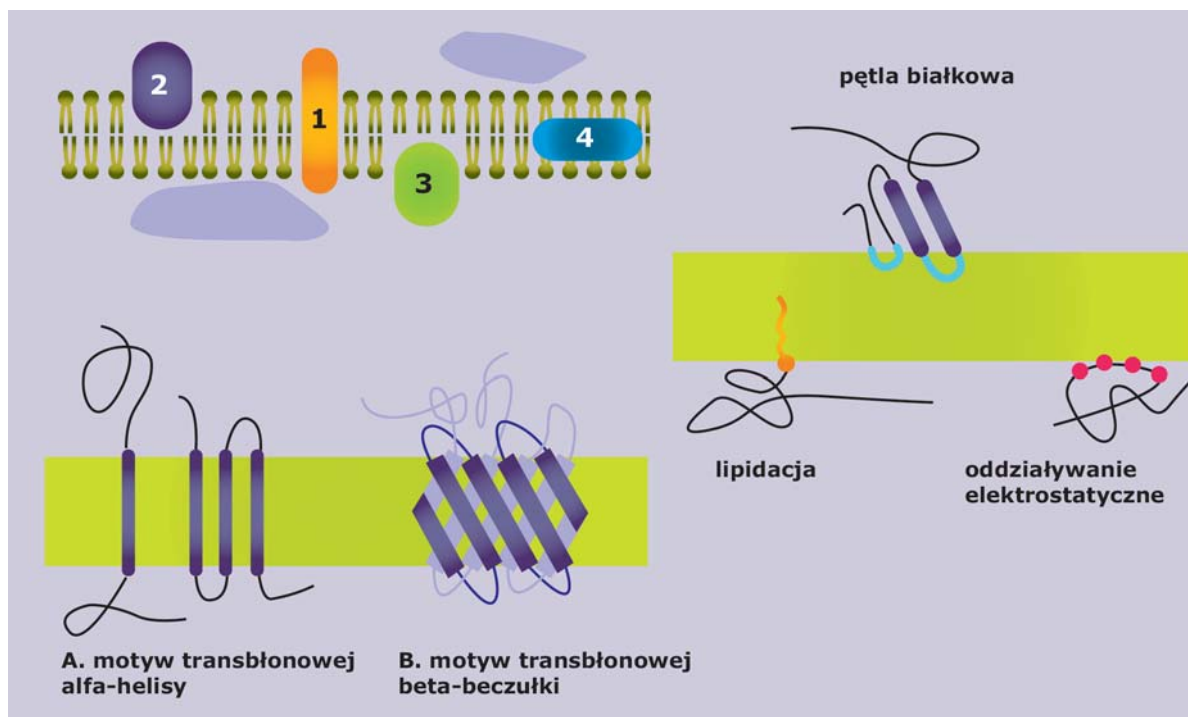
Załącznik 4



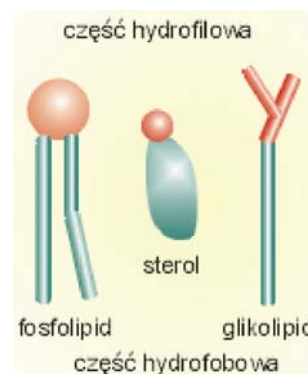
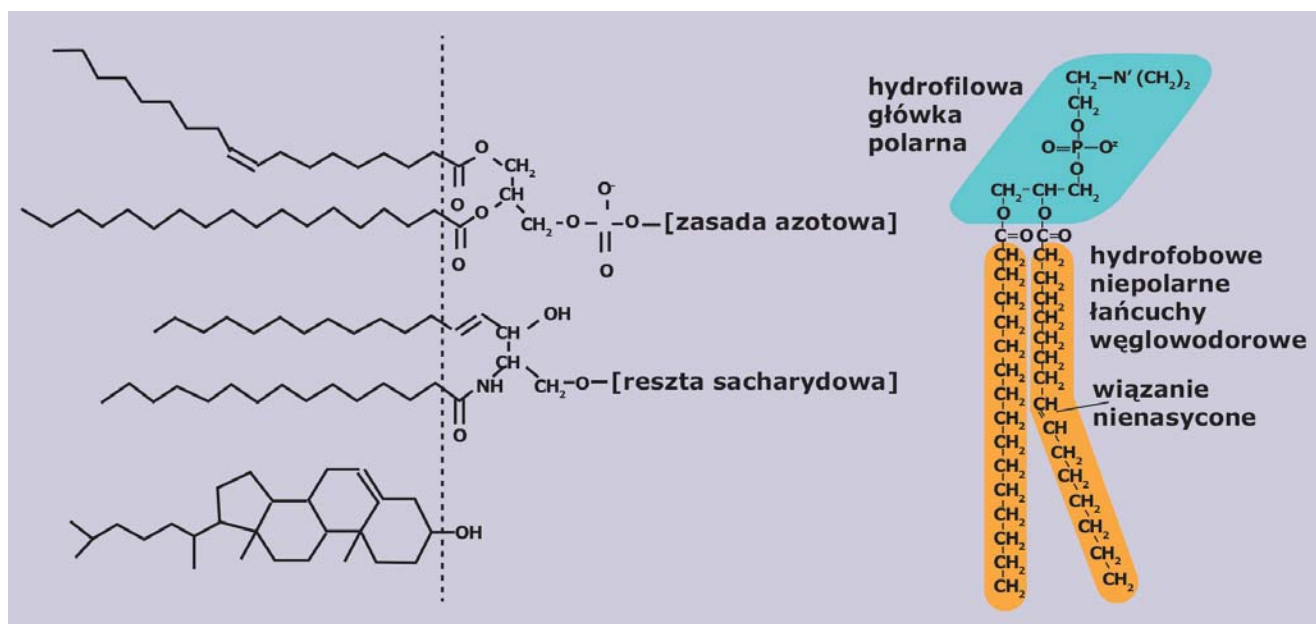
Schemat budowy błony plazmatycznej

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/>

Załącznik 5



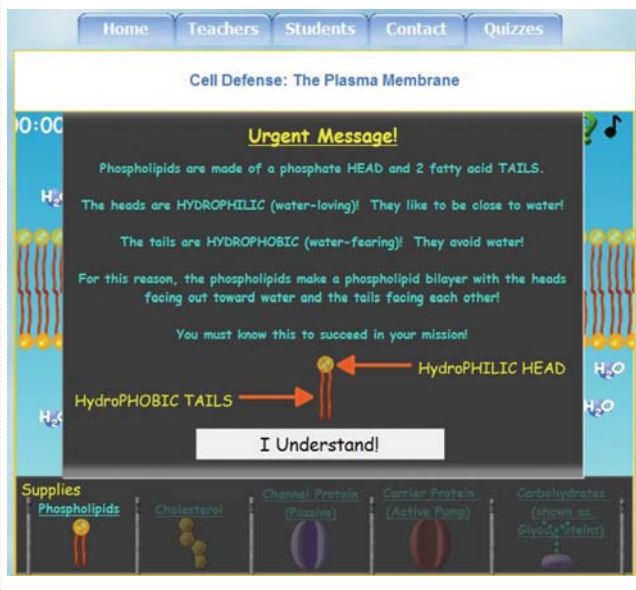
Załącznik 6



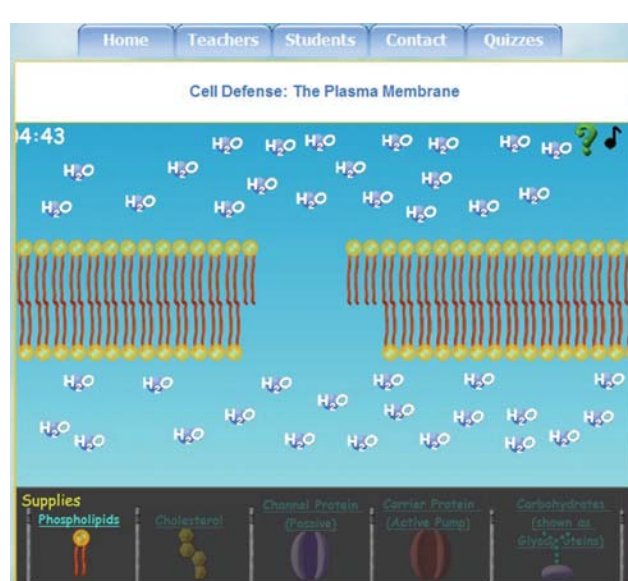
Lipidy występujące w błonach: 1) fosfolipidy, 2) glikolipidy, 3) cholesterol

Źródło: <http://www.uwm.edu.pl/kchem/badania/blm/lipidy/sklad.html> oraz <http://www.biofiz.am.wroc.pl/dydaktyka/inne/bfstr63.html> T

Ryc. 1.



Ryc. 2.



INSTRUKCJA DLA UCZNI

1. Włącz komputer, połącz się z internetem, wejdź na stronę: <http://www.biomanbio.com/GamesandLabs/Cellgames/Cells.html> (strona znajduje się w folderze Gra).
2. Kliknij na link: **Cell Defense: The Plasma Membrane**. Odczekaj, aż gra się załaduje. W prawym dolnym rogu kliknij na:



3. Następnie kliknij na:

Press Spacebar or Click Here to Continue!

4. Ponownie kliknij na:

Press Spacebar or Click Here to Continue!

Po czym kliknij jeszcze dwa razy na:

Press Spacebar or Click Here to Continue!

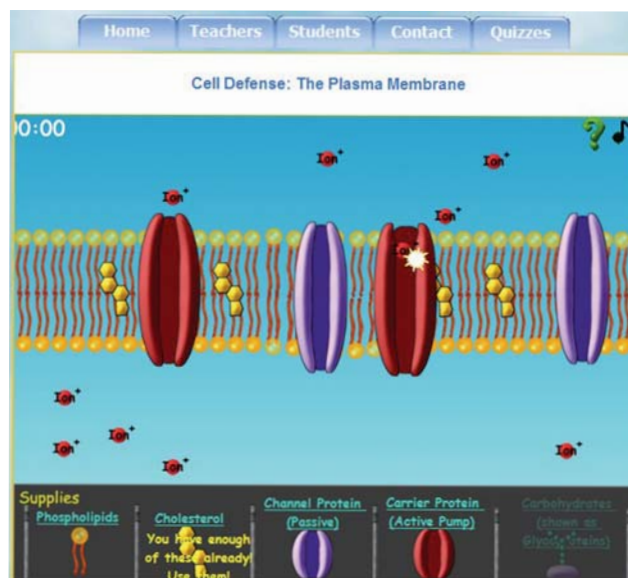
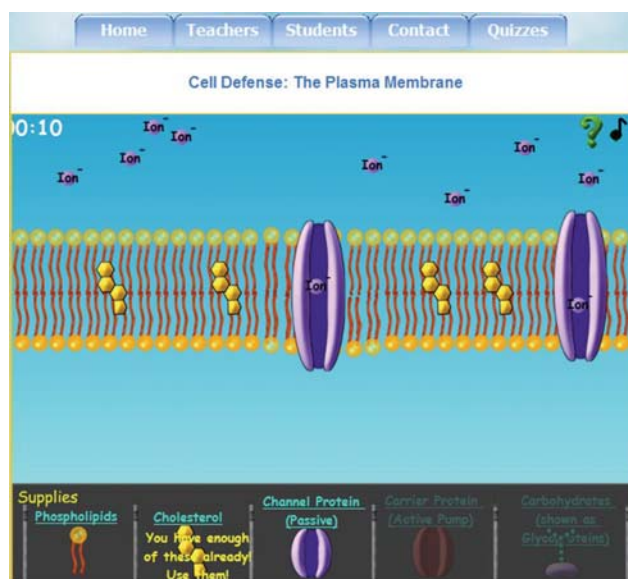
5. Jeśli wiesz już, jaka jest budowa fosfolipidu, kliknij na:

I Understand!

I ponownie dwa razy na:

I Understand!

6. Napraw błonę cytoplazmatyczną. Kliknij na fosfolipidy, wtedy one wyskoczą na ekranie gry, następnie przenieś je myszką (lewy przycisk myszy) we właściwe miejsce.





← Tu kliknij

Kliknij na pomarańczowe kółeczko, a następnie na główkę fosfolipidu, żeby go obrócić. Upewnij się, że wszystkie lipidy są prawidłowo ułożone. Po zakończeniu zadania kliknij na:

My Membrane is Ready!

a następnie:

I Understand!

7. Kliknij na cholesterol poniżej, a następnie na

I Understand!

Umieść cztery cząsteczki cholesterolu w błonie lipidowej. Ponownie kliknij na cholesterol, a pojawi się na ekranie gry. Przenieś myszką cząsteczkę cholesterolu w odpowiednie miejsce. Na koniec zadania kliknij na



← Tu kliknij

8. Obserwacja. Zaobserwuj, które cząsteczki przenikają przez błonę swobodnie, a które nie przenikają w ogóle. Po zakończeniu obserwacji kliknij na:

My Observation is Complete!

Następnie odpowiedz na pytania:

- Które związki swobodnie dyfundują przez błonę? Zaznacz te związki na ekranie.
- Które związki nie przechodzą przez błonę? Zaznacz te związki na ekranie.

Jeśli zakończyłeś odpowiedź, kliknij na:

I Understand!

9. Umieść cztery kanały białkowe w błonie cytoplazmatycznej. Obserwuj transport wspomagany. Po wykonaniu zadania kliknij na:

I Understand!

10. Umieść cztery białka błonowe w błonie cytoplazmatycznej. Następnie kliknij na ATP, żeby zaobserwować transport aktywny. Po wykonaniu zadania kliknij na:

I Understand!

11. Umieść na powierzchni błony cztery reszty cukrowe. Po zakończeniu zadania kliknij na:

I Understand!

12. Program sprawdza, czy opanowałeś budowę błony. Wykonaj polecenia programu.

QUIZ

a) Kliknij na zewnętrzną warstwę fosfolipidów. Jeśli odpowiedziałeś źle, spróbuj jeszcze raz. Jeżeli odpowiedziałeś poprawnie, kliknij na

Next Challenge!

b) Kliknij na hydrofilową część fosfolipidu. Jeśli odpowiedziałeś źle, spróbuj jeszcze raz. Jeżeli odpowiedziałeś poprawnie, kliknij na

Next Challenge!

c) Kliknij na hydrofobową część fosfolipidu. Jeśli odpowiedziałeś źle, spróbuj jeszcze raz. Jeżeli odpowiedziałeś poprawnie, kliknij na

Next Challenge!

d) Kliknij na kanał białkowy, który umożliwia transport bierny, a następnie na

Next Challenge!

e) Kliknij na białko przenoszące cząsteczki za pomocą transportu aktywnego, a następnie na

Next Challenge!

f) Kliknij na cholesterol, a następnie na

Next Challenge!

g) Kliknij na resztę cukrową na powierzchni błony, a następnie na

Next Challenge!

h) Kliknij na molekułę, która przechodzi przez błonę na zasadzie transportu wspomaganego, a następnie na

Next Challenge!

i) Kliknij na substancję, która przechodzi przez błonę na zasadzie transportu aktywnego, a następnie na

Next Challenge!

- j) Kliknij na związek, który stabilizuje błonę cytoplazmatyczną, a następnie na

Next Challenge!

- k) Przenieś cząsteczki tlenu i dwutlenku węgla, tak aby zaczął zachodzić transport bierny, a następnie kliknij na

Next Challenge!

- l) Zaznacz prawidłową odpowiedź na ekranie monitora. Przeszczepianie się cząsteczek od stężenia większego do stężenia mniejszego nazywamy:

- A. dyfuzją;
B. transportem aktywnym;
C. osmozą;
D. selektywną przepuszczalnością.
Następnie kliknij na

Next Challenge!

- m) Zaznacz prawidłową odpowiedź na ekranie monitora.

Jeśli stężenie tlenu w komórkach ciała wynosi 5%, a we krwi stężenie tlenu wynosi 10%, to dyfuzja będzie zachodzić w następującym kierunku:

- A. tlen będzie dyfundował z komórek tkanki do krwi;
B. tlen będzie dyfundował z krwi do komórek tkanki;
C. tlen nie będzie dyfundował; to jest dynamiczna równowaga;
D. tlen dyfunduje tylko w grze edukacyjnej, a nie w realnym życiu.

Następnie zaznacz

Next Challenge!

- n) Wybierz odpowiednie białko, dzięki któremu cząsteczki cukru będą mogły przemieścić się przez błonę. Naciśnij ATP, tak by białko przeniosło cząsteczkę na drugą stronę błony.

dr Joanna Pilipczuk

WWW. biomanbio.com

Strona internetowa, do której odwołuje się autorka scenariusza lekcji, zawiera prawdziwe skarby. Niestety jest to strona anglojęzyczna, ale może to dobra okazja, żeby połączyć lekcje angielskiego i biologii. Tak jak dawniej językiem nauki była łacina, a później niemiecki i w pewnym stopniu również francuski, tak obecnie jest nim angielski. W szczególności dotyczy to nauk przyrodniczych. Mam nadzieję, że korzyści dydaktyczne wynikające z korzystania z tej bardzo ciekawej i w sumie prostej do zrozumienia i używania strony nagrodzą Państwu wysiłek lingwistyczny.

Strona zawiera wiele gier dydaktycznych skonstruowanych tak, aby przez zabawę przekazać uczniom wiedzę dotyczącą podstawowych pojęć z zakresu fizjologii, cytologii, ekologii, ewolucjonizmu, genetyki. Oddzielna zakładka poświęcona jest fotosyntezie i oddychaniu oraz, co moim zdaniem jest szczególnie ważne, metodzie naukowej, która w polskich szkołach jest, w moim odczuciu, potraktowana bardzo po macoszemu. Zamiast tego kwitnie wkuwanie i nauka rozwiązywania testów. Wielka szkoda!

Jak pokazała Pani dr Joanna Pilipczuk, stronę Bioman Biology można wykorzystać do przeprowadzenia interesującej lekcji lub może raczej zajęć pozalekcyjnych, bo mam wrażenie, że gry mogą okazać się na tyle fascynujące dla młodzieży, że trudno będzie oderwać uczniów od komputerów. Dotyczy to szczególnie gimnazjalistów, dla których wiele problemów będzie nowych i ciekawych. W ich przypadku szczególnie namawiałbym do prezentacji interaktywnego programu demonstrującego mitozę. Zapewne konieczne będzie przygotowanie kart z tłumaczeniem pojawiających się na monitorze tekstów i choć to kłopot, to bez wątpienia w kolejnych latach wysiłek zaowocuje ciekawymi zajęciami.

Wyobrażam sobie, że dysponując więcej niż jednym komputerem z dostępem do internetu, można przeprowadzić zawody polegające na jak najszybszym rozwiązaniu problemów *in silico*. Odrobina adrenaliny na pewno nie zaszkodzi procesowi dydaktycznemu, a z pewnością uatrakcyjni zajęcia. Oczywiście można zawody wcześniej zapowiedzieć, tak żeby drużyny się do nich przygotowały. Idę o zakład, że uczestnicy poświęcą znacznie więcej czasu na przygotowanie się do lekcji-zawodów lub zajęć pozalekcyjnych, niż zwykli to robić.

Mam cichą nadzieję, że w kolejnych numerach „Biologii w Szkole” będę mógł zaprezentować Państwu ciekawe propozycje zajęć z Bioman Biology, opracowanych przez Panią dr Joannę Pilipczuk.

Przyjemne z pożytecznym, czyli zajęcia pozalekcyjne

Język angielski, niemiecki, balet, tenis, kółko teatralne, robotyka, gra na gitarze, plastyka, basen. To tylko kilka propozycji zajęć pozalekcyjnych oferowanych dzieciom. Coraz więcej rodziców decyduje się na posłanie swojej pociechy na dodatkowe kółka czy warsztaty. Trzeba jednak uważać, aby nie przeciążyć ucznia nadmiernymi obowiązkami. Nasi eksperci podpowiadają, jakie zajęcia najlepiej wybrać z całego wachlarza możliwości.

Magda Assaf

Rok szkolny ruszył już pełną parą, ale nauka nie powinna ograniczać się wyłącznie do zajęć w szkolnych murach. Poza lekcjami uczniom zostaje jeszcze całkiem sporo czasu, który warto wykorzystać z pożytkiem dla ich rozwoju. Dlatego też każdego roku rodzice głowią się, jak pożytecznie zorganizować wolny czas swoim pociechom. Jak podaje CBOS, aż 42% rodziców w 2011 roku zadeklarowało posłanie swojego dziecka na zajęcia dodatkowe.

Oferta zajęć pozalekcyjnych jest bardzo bogata. Warto więc z niej skorzystać, aby pomóc dziecku rozwijać hobby, wykształcić potrzebne umiejętności lub nadrobić szkolne zaległości. Trzeba jednak pamiętać, aby nie obciążać zанаdto swojej pociechy. Uczeń powinien mieć czas na szkołę, zajęcia dokształcające, ale także na zabawę czy spotkania z przyjaciółmi. Eksperci ostrzegają, że zmęczone dziecko szybko się zniechęci i straci zapał do dalszego rozwoju. Według nich najbardziej optymalny czas to 2–3 godzinny różnorodnych lekcji dodatkowych w tygodniu. Dlatego zamiast zarzucać ucznia całą masą zajęć, lepiej zastanowić się, które z nich są dla niego najbardziej pożyteczne, interesujące, i wspólnie ze swoją pociechą podjąć decyzję o wyborze najważniejszych.

Języków nigdy dość

O tym, jak ważna jest znajomość języków obcych, nie trzeba nikogo przekonywać. Umiejętność posłu-

giwania się nimi umożliwia nawiązywanie międzynarodowych znajomości, pozwala łatwiej odnaleźć się za granicą, a w przyszłości zwiększa szanse na rynku pracy. Dlatego zdobywanie wiedzy w zakresie języków obcych najlepiej zacząć jak najwcześniej. Obecnie nauka pierwszego języka jest obowiązkowa od I klasy szkoły podstawowej, a drugiego od I klasy szkoły gimnazjalnej. Jednak wymiar godzin tego przedmiotu w szkole dalej pozostawia wiele do życzenia.

Nauczanie języka obcego to trudna sztuka. Wymaga dużego wkładu pracy ucznia i nadzoru nauczyciela. A w szkolnym programie dalej jest zbyt mało godzin, aby skutecznie przekazać wiedzę z tego przedmiotu, dlatego jeśli tylko uczeń ma możliwość uczęszczania na dodatkowe kursy, powinien z niej skorzystać. Przy nauce języka najważniejszy jest stały kontakt ze słownictwem zarówno pisanim, mówionym, jak i słyszanim. Dlatego im częstszy kontakt z zagranicznymi zwrotami, tym lepiej. Poza tym nauka języków obcych rozwija wiele umiejętności. Może sprawić, że dzieci będą się uczyć szybciej, lepiej władać językiem ojczystym i osiągać lepsze wyniki w nauce różnych przedmiotów – opowiada Katarzyna Sroka, nauczycielka języka niemieckiego i ekspert Wydawnictwa Klett, które wydaje m.in. podręczniki do nauki języków obcych.

Nauka języków obcych na szczęście nie ogranicza się do szkolnych zajęć. Obecnie większość uczniów uczęszcza na dodatkowe lekcje tego przedmiotu. Jak podaje CBOS, w 2011 roku co czwarty rodzic wy-

słał swoje dziecko na zajęcia z języka obcego. Na prywatnych kursach oferowane są zajęcia w małych grupach, co sprawia, że nauczyciel może podejść do dziecka bardziej indywidualnie. Praktyka języka na lekcjach dodatkowych daje uczniowi większą pewność siebie w szkole, dzięki czemu nauczycielowi łatwiej z nim pracować, a dziecko osiąga lepsze wyniki w nauce.

Szkolne zajęcia w wolnym czasie

Dobrym pomysłem jest rozwijanie u dziecka zainteresowania tematami, które poznało w szkole. Jeśli uczeń lubi historię, zapiszmy go na zajęcia kółka historycznego, upodobał sobie przyrodę – niech zacznie uczęszczać na dodatkowe zajęcia z tego przedmiotu. Tym bardziej że pogłębianie wiedzy z danej tematyki wspomaga ogólny rozwój ucznia, służy rozbudzeniu jego zamiłowań i szlifowaniu talentu.

Według Ewy Szeleckiej, nauczycielki matematyki i eksperta Wydawnictwa Klett, koła zainteresowań w znaczny sposób przyczyniają się do rozwoju dzieci, którym nie wystarcza wiedza zdobyta podczas lekcji. *Matematyki uczą się wszystkie dzieci, także te uzdolnione humanistycznie. Ze względu na różnice w predyspozycjach indywidualnych uczniów często muszą wypośredkować program, aby cała klasa mogła zrozumieć temat. Dlatego nauczając w klasie 25-osobowej, nie zawsze mogą optymalnie wykorzystać możliwości ucznia. Dzięki kołom zainteresowań uczeń może zaspokoić potrzebę rozwoju własnych zainteresowań i pasji. Oczywiście może zgłębiać temat indywidualnie, ale*

zorganizowane zajęcia dodatkowe pod okiem nauczyciela pozwalają nadać odpowiedni kierunek zdolnościom ucznia.

Warto również dodać, że takie zajęcia ułatwiają socjalizację dziecka. Uczeń poznaje swoich rówieśników, którzy podobnie jak on interesują się konkretnym tematem. Sprzyja to nawiązaniu nowych znajomości, które mogą zaowocować kreatywną wymianą poglądów oraz pożytecznym spędzeniem wolnego czasu, co ogranicza czynności takie jak bezrefleksyjne wpatrywanie się w telewizor.

Nauczycielka zwraca również uwagę na to, jak ważne są zajęcia dodatkowe podczas nadawania uczniowi kierunku nauki odpowiedniego do jego predyspozycji.

Rozszerzenie zagadnień poznanych na lekcjach może okazać się bardzo pożyteczne. Zwłaszcza wtedy, gdy np. uczeń wchodzący na średni szczebel nauczania będzie musiał określić, jaki profil nauczania wybrać. Uczęszczenie na zajęcia dodatkowe z ulubionego przedmiotu pomaga mu w podjęciu tej decyzji. Pamiętać należy jednak, aby nie zmuszać dzieci do działań, których nie lubią. Jeśli uczeń nie odnajduje się na zajęciach z matematyki, warto, aby spróbował swych sił w kółku literackim. Czas szkolny powinien być momentem poszukiwań. Często zdarza się, że w trakcie rozwoju zdolności dziecka ulegają transformacji. Dlatego pozwólmy dziecku eksperymentować i nie ograniczajmy go do wąskiej specjalności, jeśli nie wykazuje ono chęci – kontynuuje Ewa Szelecka.

W zdrowym ciele zdrowy duch

Oprócz zajęć intelektualnych warto zadbać także o kondycję fizyczną dziecka. Rozwijający się organizm potrzebuje ruchu, szczególnie teraz, kiedy młodzież większość swojego wolnego czasu spędza przed komputerem. Na szczęście oferta zajęć fizycznych jest niezwykle bogata. Bardzo popularne są w ostatnim czasie lekcje tańca. Dla dzieci z problemami postawy polecana jest joga lub ponadczasowy basen. Cały czas wzięcie mają też sekcje sportów grupowych lub indywidualnych. Nie trzeba od razu zakładać, że pociecha będzie sławnym piłkarzem lub uznaną tenisistką, ale zajęcia ruchowe raz w tygodniu na pewno poprawią kondycję i urozmaicą szkolny tydzień.

Nauczyciele chcą e-podręczników

Z gorącym tematem darmowych e-podręczników, które mają powstać w ramach programu „Cyfrowa szkoła”, wciąż wiąże się wiele kontrowersji. Wiadomo już, kiedy do szkół trafią pierwsze próbne e-podręczniki, ale do tej pory nie było pewne, czy nauczyciele będą chcieli z nich skorzystać. Jednak jak wynika z sondażu Wydawnictwa Klett, pedagodzy już teraz je zaakceptowali. Prawie 80% ankietowanych uważa je za potrzebne, a blisko 90% deklaruje, że będzie wykorzystywać je w pracy z uczniami. Wątpliwości dotyczą natomiast przygotowania szkół do pracy z e-podręcznikami pod względem wyposażenia w odpowiedni sprzęt. Źle lub średnio ocenia je prawie 80% pytanych pedagogów.

Agata Zarębska

Wydawnictwo Klett, drugi pod względem wielkości wydawca edukacyjny w Europie, postanowiło poznać opinię nauczycieli o jednym z głównych założeń programu „Cyfrowa szkoła”, którym jest stworzenie oraz wprowadzenie do szkół darmowych e-podręczników. Wraz z naukowcami z Uniwersytetu Łódzkiego wydawnictwo przeprowadziło w październiku sondaż

w postaci ankiety elektronicznej, którą wypełniło 838 nauczycieli różnych przedmiotów i z rozmaitych poziomów oraz typów szkół z całej Polski.

Nauczyciele będą chcieli korzystać z e-podręczników?

Z programem cyfryzacji szkół wiąże się wiele niewiadomych. Jedną z nich jest ostateczny kształt e-podręczników oraz opinia i stosunek do nich jednej z najważniejszych grup, która będzie je wykorzystywała w codziennej pracy, czyli nauczycieli.

Co prawda MEN rozpoczął konsultacje społeczne w sprawie e-podręczników, ale ich efekty nie są jeszcze znane. Z sondażu przeprowadzonego przez Wydawnictwo Klett wynika jednak, że zapytani nauczyciele są nastawieni pozytywnie do e-podręczników. 77% badanych uznało je za potrzebne (w tym 30% za bardzo potrzebne). Sceptyczni nauczyciele należeli natomiast do mniejszości. Negatywnie e-podręczniki oceniło zaledwie 8% ankietowanych.

Nauczyciele są otwarci na rozwiązania wykorzystujące nowe technologie, ponieważ tak jak uczniowie korzystają z nich na co dzień. Ponadto wiele podręczników papierowych jest uzupełnianych o dodatkowe materiały elektroniczne, z którymi nauczyciele stykają się od lat. Ewentualne obawy mogą natomiast wiązać się ze słabym przygotowaniem sprzętowym szkół lub jeszcze niesprawdzoną przez pedagogów wartością merytoryczną e-podręczników – komentuje Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett.

Tradycyjne e-podręczniki nie znikną ze szkół

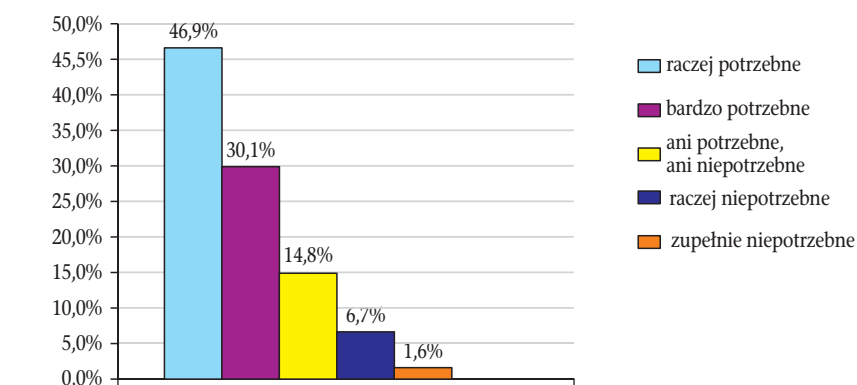
Projekt przygotowania e-podręczników, wart 45 mln zł, okazałby się kląpą, gdyby nauczyciele nie chcieli skorzystać z darmowych zasobów edukacyjnych. MEN nie musi mieć jednak powodów do obaw,

bo pozytywne nastawienie nauczycieli do e-podręczników przekłada się na deklarację wykorzystania ich w szkole. Spokojni powinni być również wydawcy, ponieważ tradycyjne podręczniki nie znikną ze szkół. Jak wynika z sondażu Wydawnictwa Klett, ankietowani nauczyciele chcą korzystać z e-podręczników, ale nie zamierzają rezygnować z tradycyjnej książki. Jako uzupełnienie dla papierowego podręcznika chce stosować je na lekcjach ponad 43% badanych. *Wprowadzenie e-podręczników jest naturalnym etapem ewolucji w edukacji. Nie możemy spodziewać się, że będą one przełomem lub za ich sprawą nastąpi rewolucja, w trakcie której tradycyjne podręczniki znikną z rynku. Nauczyciele z pewnością wykorzystają nowe narzędzia, jeśli będą one dostępne, ale jednocześnie nie zrezygnują z tradycyjnej książki, której jakość merytoryczna jest sprawdzona. Takiej pewności nie będzie natomiast w przypadku e-podręcznika opartego na otwartej licencji. Umożliwi ona bowiem każdemu dowolne modyfikowanie treści e-podręczników, co może wpłynąć na obniżenie ich jakości oraz wartości merytorycznej* – mówi Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett.

Wielu badanych nauczycieli uważa również, że e-podręcznik będzie wybawieniem dla uczniów dźwigających ciężkie tornistry. Aż 45% ankietowanych zalecałoby uczniom pozostawianie książek w domu lub w szkole, a korzystanie z e-podręcznika jedynie w trakcie lekcji lub nauki w domu. Zaledwie 3,6% nauczycieli nie będzie się starało nawet korzystać z darmowego e-podręcznika i pozostanie wyłącznie przy książce drukowanej.

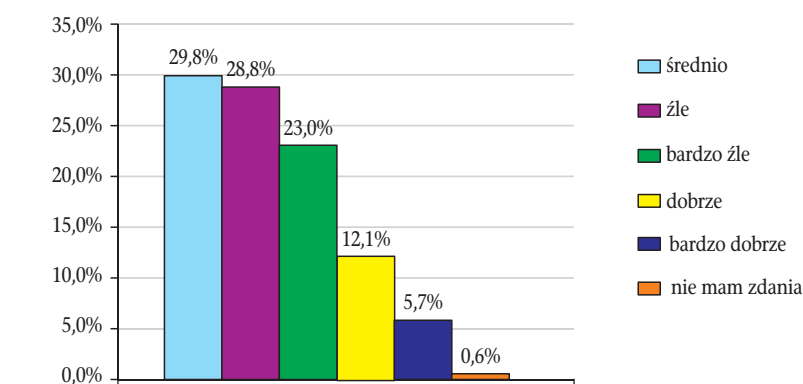
Szkoły nie są gotowe na e-podręczniki, ale nauczyciele tak

Mimo ogólnego entuzjazmu badani nauczyciele źle oceniają stopień wyposażenia szkół w sprzęt, który umożliwiłby korzystanie z e-podręczników. Średnio, źle lub bardzo źle ocenia je prawie 82% ankietowanych. Bardzo dobrze lub dobrze oceniło je zaledwie 18% badanych. *Nauczyciele zapewne obawiają się, że do czasu wprowadzenia e-podręczników szkoły nie zostaną wyposażone w sprzęt*



Wykres 1. Uważa Pan/Pani e-podręczniki za

Źródło: sondaż przeprowadzony wśród nauczycieli przez Wydawnictwo Klett we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Łódzkiego



Wykres 2. Jak ocenia Pan/Pani stan przygotowania szkoły do korzystania z e-podręczników pod względem wyposażenia w odpowiedni sprzęt

Źródło: sondaż przeprowadzony wśród nauczycieli przez Wydawnictwo Klett we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Łódzkiego

do ich optymalnego wykorzystania. Najprawdopodobniej do tego celu w szkołach zostaną przeznaczone laptopy, a nie e-czytniki lub tablety, które są prawdopodobnie bardziej odpowiednim sprzętem do odczytywania e-booków – komentuje Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett.

Znacznie lepiej przedstawia się natomiast przygotowanie nauczycieli do korzystania e-podręczników. Aż 85% czuje się na siłach, by z nich korzystać – bardzo dobrze swoje przygotowanie oceniło prawie 9% badanych, dobrze 35%, a średnio 42%. Do braków przynajmniej 15% badanych. MEN planuje jednak szkolenia dla pedagogów, na które zamierza przeznaczyć kolejne 20 mln zł.

Wszystko wskazuje więc na to, że nie tylko MEN, ale również środowisko oświaty, w tym jedna z jego najważniejszych grup – nauczyciele, pokładają w projekcie e-podręczników głębokie nadzieje. Zapewne niebawem przekonamy się więc,

czy zostaną one spełnione, ponieważ jak do tej pory w sprawie projektu pojawia się więcej niewiadomych niż pewników, które gwarantowałyby sukces projektu. *Procesu stopniowej cyfryzacji polskiego systemu szkolnego, w tym podręczników, nic nie powstrzyma. Powinien on jednak postępować w rozsądnym tempie. A miarą tego rozsądku winno być wypracowanie odpowiedniego do cyfrowego świata modelu kształcenia, potem dobranie odpowiedniej dla realizacji tego modelu konfiguracji sprzętu, wreszcie stworzenie wysokiej jakości cyfrowych materiałów edukacyjnych. W przypadku e-podręczników nic nie usprawiedliwia nadmiernego pośpiechu. Kolejne wybory odbędą się dopiero za trzy lata, a jeżeli zamierzamy dokonać „skoku cywilizacyjnego” w dziedzinie edukacji, to efekty wprowadzanych teraz zmian będą widoczne przez dziesięciolecia* – podsumowuje Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett.

Agata Zarębska

Przyroda w twórczości Jana Kochanowskiego

Wojciech Jeszka

Cele szczegółowe

● Wiadomości

- Uczeń zna gatunki roślin i zwierząt opisane przez Jana Kochanowskiego we fraszkach i pieśniach.
- Uczeń rozumie procesy biologiczne opisane przez Jana Kochanowskiego we fraszkach i pieśniach.
- Uczeń potrafi wskazać gatunki roślin często występujące w najbliższym otoczeniu człowieka.

● Umiejętności

- Uczeń potrafi korzystać z atlasów do oznaczania roślin i zwierząt.

● Postawy

- Uczeń postępuje w sposób przyjazny dla środowiska.
- Uczeń docenia wartość środowiska przyrodniczego.

Realizowane ścieżki międzyprzedmiotowe

- Edukacja ekologiczna: uczeń doskonali umiejętność obserwacji, opisu i rozumienia zjawisk przyrody.
- Edukacja czytelnicza i medialna: uczeń doskonali umiejętność korzystania z dostępnych źródeł informacji.

● Metody

- Praca z materiałami źródłowymi.
- Ćwiczenia w korzystaniu z atlasów roślin.

● Środki dydaktyczne

- Atlasy do oznaczania roślin i zwierząt.

- Teksty źródłowe.
- Instrukcje dla uczniów.

Tok zajęć

Do realizacji tego tematu wybrałem cztery fraszki i jedną pieśń Jana Kochanowskiego. Ze względów czasowych, realizując zajęcia na jednej godzinie lekcyjnej, sugeruję wybrać trzy z proponowanych zadań. Poszczególne zadania są ściśle związane z zaproponowanymi utworami naszego wielkiego renesansowego poety.

Uczniów dzielimy na grupy, każda z grup ma około 10 minut na realizację swojego zadania. Po zrealizowaniu poleceń każda z grup ma 5 minut na przedstawienie swojej pracy.

Dla grupy pierwszej ważnym materiałem źródłowym jest artykuł Tomasza Samojlika pod tytułem *Drzewo wielce użyteczne – historia lipy drobnolistnej (Tilia cordata) w Puszczy Białowieskiej*. Jest on dostępny między innymi na stronie internetowej czasopisma „Rocznik Dendrologiczny”: http://info.botany.pl/roczn_dendrol/artykuly/vol153/samojlik.pdf. Tekst jest napisany dość przystępnym językiem i zawiera ciekawe informacje o wartościach użytkowych lipy drobnolistnej.

Jako materiały źródłowe dla uczniów rozdawane podczas lekcji wykorzystałem następujące książki: *Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych, Encyklopedia przyrody. Fauna i flora Europy, Ptaki wodne. Encyklopedia świata zwierząt. Ptaki, Ptaki Polski oraz Przewodnik. Owady*.

Materiał ilustracyjny wykorzystywany na lekcji – zwłaszcza podczas omawiania przez uczniów wyników swojej pracy – zaczerpnąłem z Wikipedii.

Literatura dla nauczyciela i ucznia

1. Aas G., Riedmiller A., *Drzewa. Encyklopedia kieszonkowa*, MUZA, Warszawa 1995, s. 254.
2. Broda B., Mowszowicz J., *Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych*, PZWL, Warszawa 1985, s. 894.
3. *Encyklopedia przyrody. Fauna i flora Europy*, pod red. M. Chinery, MUZA, Warszawa 2002, s. 384.
4. Kerrod R., *Ptaki wodne. Encyklopedia świata zwierząt. Ptaki*, Wiedza i Życie, Warszawa 1991, s. 96.
5. Licht W., *Krzewy*, MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1996, s. 96.
6. *Mała encyklopedia leśna*, pod red. T. Molendy, PWN, Warszawa 1980, s. 855.
7. Mowszowicz J., *Przewodnik do oznaczania drzew i krzewów krajowych i aklimatyzowanych*, WSiP, Warszawa 1989, s. 326.
8. Samojlik T., *Drzewo wielce użyteczne – historia lipy drobnolistnej (Tilia cordata) w Puszczy Białowieskiej*, „Rocznik Dendrologiczny” 2005, vol. 53, s. 55–64.
9. Sobczak R., *Drzewa naszych lasów*, Oficyna Edytorska „Wydawnictwo Świat”, Warszawa 1996, s. 112.
10. Sokołowski J., *Ptaki Polski*, WSiP, Warszawa 1988, s. 270.
11. Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., *Rośliny polskie*, PWN, Warszawa 1986, s. 1019.
12. Zahradnik J., *Przewodnik. Owady*, MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1996, s. 328.
13. Ziółkowska M., *Gawędy o drzewach*, LSE, Warszawa 1983, s. 302.

Grupa I

NA LIPE

Uczony gościu! Jeśli sprawą mego cienia
 Uchodzisz gorącego letnich dni promienia,
 Jeśli lutnia na łonie i dzban w zimnej wodzie
 Tym wdzięczniejszy, że siedzisz i sam przy nim w chłodzie:
 Ani mię za to winem, ani pój oliwą,
 Bujne drzewa najlepiej dżdżem niebieskim żywą;
 Ale mię raczej daruj rymem pochwalonym,
 Co by zazdrość uczynić mógł nie tylko płonym,
 Ale i płodnym drzewom; a nie mów:
 „Co lipie Do wirszów?” – skaczą lasy, gdy Orfeus skrzypie.

Zadanie

Po przeczytaniu fraszki Jana Kochanowskiego i otrzymanych materiałów przyrodniczych przedstaw krótką charakterystykę gatunków lip rosnących w Polsce (opis liści i kwiatów oraz czas kwitnienia, wysokość drzew) oraz jakie znaczenie mają te gatunki drzew dla człowieka.



Grupa II

NA LIPE

Gościu, siądź pod mym liściem, a odpoczni sobie!
 Nie dójdzie cię tu słońce, przyrzekam ja tobie,
 Choć się nawysszej wzbije, a proste promienie
 Ściągną pod swoje drzewa rozstrzelane cienie.
 Tu zawsze chłodne wiatry z pola zawiewają,
 Tu słowicy, tu szpacy wdzięcznie narzekają.
 Z mego wonnego kwiatu pracowite pszczoły
 Biorą miód, który potym szlachci pańskie stoły.
 A ja swym cichym szeptem sprawić umiem snadnie,
 Że człowiekowi łacno słodki sen przypadnie.
 Jabłkę wprawdzie nie rodzę, lecz mię pan tak kładzie
 Jako szcep napłodniejszy w hesperyskim sadzie.

Zadanie

Pszczoła miodna (*Apis mellifera* L.) jest jednym z nielicznych owadów hodowanych przez człowieka. Obok miodu i innych pszczelich produktów używanych przez człowieka bardzo ważna dla nas jest rola, jaką odgrywa ten owad przy zapylaniu kwiatów. W przyrodzie pszczoła miodna jest jednym z wielu owadów zapylających kwiaty. Korzystając z dostępnej literatury, przedstaw wybrane gatunki owadów zapylających kwiaty. Zwróć szczególną uwagę na przedstawicieli następujących rodzin: pszczolinkowatych, misierkowatych, probnicowatych oraz innych przedstawicieli pszczołowatych. Uwzględnij wielkość owadów, środowisko życia, okres rozmnażania się, zasięg geograficzny.



Grupa III

NA RÓŻĄ

Nadobny sobie kwiat Wenus obrała,
 Kiedy by jego krasa dłużej trwała;
 Lecz co zakwitnie, jako słońce wznidzie,
 To zasię spadnie, ledwie wieczór przydzie.
 Rwi, panno, różą za nowego kwiata,
 A pomni, że tak bieżą twoje lata!

Zadanie

Róża uchodzi za jeden z najpiękniejszych gatunków kwiatów ogrodowych. W środowisku naturalnym występuje wiele gatunków dzikich róż. Niektóre z nich wykorzystywane są gospodarczo oraz w ziołolecznictwie. Przeglądając otrzymane materiały, opracuj krótką charakterystykę krajowych dzikich róż (uwzględnij opis liści, kwiatów, pokrój i wysokość rośliny). Zwróć uwagę, czy opis w książce dotyczy gatunku, czy jedynie odmiany.



Grupa IV

DO MIŁOŚCI

Matko skrzydlatych Miłości,
 Szafarko trosk i radości,
 Wsiądz na swój wóz użłocony,
 Białym łabędziom zwierzony!
 Puść się z nieba w snadnym biegu,
 A staw się na wiślnym brzegu,
 Gdzie ku twej ści otłarz nowy
 Stawię swą ręką darnowy.
 Nie dam ci krwawej ofiary,
 Bo co mają srogie dary
 U boginiej dobrotliwej
 Czynić i światu życzliwej?
 Ale dam kadzidło wonne,
 Które nam kraje postronne
 Posyłają; dam i śliczne
 Zioła w swych barwach rozliczne.
 Masz fijołki, masz leliją.
 Masz majeran i szafwiją,
 Masz wdzięczny swój kwiat różany,
 To biały, a to rumiany.
 Tym cię błagam, o królowa
 Bogatego Cypru, owa
 Abo różne serca zgodzisz,
 Abo i mnie wyswobodzisz.
 Ale raczej nas oboje
 Wzów pod złote jarzmo swoje;
 W którym niechaj ci służywa,
 Póki ja i ona żywa.
 Przyzwól, o matko Miłości,
 Szafarko trosk i radości!
 Tak po świecie niechaj wszędzie
 Twoja władza wieczna będzie!

Zadanie 1

Korzystając z *Przewodnika do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych*, przedstaw krótki opis występujących w Polsce gatunków roślin z rodzaju: szafwia, fiołek i lilia (przedstaw opis liści i kwiatów, czas kwitnienia, wielkość roślin, długość życia – czy dany gatunek jest rośliną jednoroczną, dwuletnią, czy byliną, formy przetrwalne: cebula, kłaczce, bulwa).

Zadanie 2

Przedstaw gatunki łabędzi występujące na świecie. Jaki gatunek łabędzia najczęściej spotykany jest w Polsce?



Grupa V

PIEŚŃ 14

Patrzaj, jako śnieg po górach się bieli,
 Wiatry z północy wstają,
 Jeziora się ścinają,
 Żorawie, czując zimę, precz lecieli.
 Nam nie lza, jedno patrzeć też swej rzeczy:
 Niechaj drew do komina,
 Na stół przynoszą wina,
 Ostatek niechaj Bóg ma na swej pieczy.
 Przypadków dalszych żaden z nas nie zgadnie;
 I próżno myśleć o tym,

Co z nami będzie potym;
 W godzinie wszystko Bóg wyróci snadnie.
 Krótki wiek długiej nadzieje nie lubi.
 Niechaj nie schodzi cało,
 Coś się do rąk dostało;
 Za to, co ma być, żaden ci nie ślubi.
 Jeleniom nowe rogi wyrastają;
 Nam, gdy raz młodość minie,
 Już na wiek wiekom ginie,
 A zawsze gorsze lata przypadają.

Zadanie 1

Żuraw jest dość rzadkim ptakiem związanym z terenami podmokłymi. Korzystając z atlasu *Ptaki Polski*, przedstaw charakterystykę gatunków ptaków o sylwetce podobnej do żurawia i związanych z podobnymi siedliskami.

Zadanie 2

Korzystając z otrzymanych materiałów, krótko omów gatunki z rodziny jeleniowatych występujące w Polsce.

mgr Wojciech Jeszka

Po długiej przerwie powraca na łamy „Biologii w Szkole” Pan mgr Wojciech Jeszka ze swoimi niezwykłymi scenariuszami lekcji, w których łączy urodę naszej mowy ojczystej, i to tej z najwyższej półki, choć niekoniecznie współczesnej, z pięknem przyrody. Czytając scenariusze, szczególnie ten, który właśnie publikujemy, zastanawiam się, co się zmieniło, że młodzi ludzie postrzegają wiersze Kochanowskiego jako anachroniczne, słabo do nich przemawiające. Zapewne przyczynia się do tego język, czasem trudny do zrozumienia, bo nie sądzę, aby tak bardzo zmieniła się otaczająca nas przyroda. Nadal można, nawet tuż za miastem, znaleźć zakątki, gdzie kwitnące lipy śpiewają głosem tysięcy pszczoł zbierających pożytek. Polskie łąki i rozrzucone na nich kępy tarniny oraz dzikich róż kwitną jak przed laty, a jesienią ich gałązki zdobią fioletowe i czerwone owoce. Zapewne nowinką są „zdobiące” je plastikowe torebki i butelki po gazowanych napojach oraz aluminiowe puszki po piwie, których w czasach mistrza Jana z Czarnolasu nie było, a które słabo komponują się z otaczającą nas przyrodą. Co się w nas zmieniło, że tego nie dostrzegamy, a nawet jeśli, to nie wzbudza w nas złości i chęci usunięcia tych odpadków raniących krajobraz? Czy miejsce poezji zajęło w naszych umysłach kino akcji? Czy chcemy, a jeśli tak, to czy możemy i czy powinniśmy to zmienić? Moim zdaniem na ostatnie pytania powinniśmy odpowiedzieć po trykroć tak.

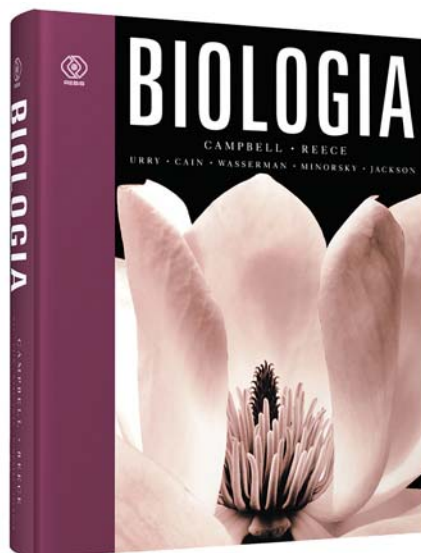
W procesie „ratowania młodych dusz” niezastąpiona jest poezja, bo ona, w swoim najlepszym wydaniu, była, jest i będzie niedościgłym wzorcem postrzegania świata. Nawet jeśli teraz jest często odrzucana przez młodych ludzi, to z czasem do niej wrócą. Trzeba tylko posiać ziarno, pokazać, jak można opowiadać o przyrodzie ojczystej, a właśnie temu służą, moim zdaniem, piękne lekcje, których scenariusze przygotowuje dla nas Pan mgr Wojciech Jeszka. Aż się prosi, żeby zorganizować przyrodniczy wieczór poetycki przy świecach... ale może to jeszcze nie dla naszej młodzieży, może muszą do tego dorosnąć, oglądając w kinie kolejną karczemną bijatykę... Kiedyś im to się znudzi J

<red>

Biologia

Campbell, Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky, Jackson

Długo czekaliśmy, ale nareszcie jest! Podręcznik uznawany za najlepszy przez Międzynarodową Olimpiadę Biologiczną i zalecany dla jej uczestników. Najlepszy nie oznacza doskonały, ale o tym może za chwilę. Najpierw kilka słów o tej niezwyklej książce. Biorąc ją do ręki, z miejsca czuje się ciężar nauki. Prawie 1500 stron ma swoją wymowę mimo tego, że wiedza znalazła miejsce na dosyć cienkim i nie najwyższej jakości papierze. Jednak w tego typu książkach nie nośnik, tylko treść się liczą. Oczywiście z uwagi na ilustracje, których w książce bardzo, bardzo dużo, jakość papieru, a w konsekwencji jakość druku ma swoje znaczenie. Głównie chodzi o estetykę, ale przecież w procesie dydaktycznym nie można pomijać doznań estetycznych. Rozumiem, że jakość papieru i druku wiąże się z ceną książki, która w moim odczuciu nie jest wygórowana. Oczywiście jak na tego typu dzieło. Co prawda prawie 200 zł to niemało, ale sądzę, że gdyby policzyć koszt wydrukowania jednego, zawartego w niej memu, to byłby on zadziwiająco niski. Coś za coś. Mam tylko nadzieję, że egzemplarz, który dostałem do oceny, to odrzut z produkcji, bo zapewne niemiłym zaskoczeniem dla nabywcy byłyby strony wydrukowane tak, że są praktycznie nieczytelne. Jak pisałem, jakość druku i papieru jest ważna, ale najważniejsza jest strona merytoryczna książki. W tym miejscu należy zadać sobie pytanie, do kogo jest ona adresowana. Doczytałem się, że to Podręcznik akademicki dotowany przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Ogromnie cieszy, że Ministerstwo dotuje tłumaczenie i druk tego typu książek, ale mam poważne wątpliwości, czy można nazwać ją podręcznikiem akade-



mickim. Niewątpliwie Biologia Campbella (tak powszechnie jest nazywana) wykracza poza rozszerzony program nauczania biologii w szkołach średnich. To, na ile wykracza, świadczy o tym, jak bardzo poziom nauczania biologii w polskich szkołach średnich odbiega od poziomu Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej. Zostawiam Państwu ocenę rozbieżności i płynące z tego wnioski. Pozostaje pytanie, czy jest to podręcznik, z którego powinni uczyć się studenci. Oczywiście wszystko zależy od tego, o jakich studiach mówimy. Ponieważ tak się składa, że znam program nauczania na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, to mogę odpowiedzialnie stwierdzić, że to dużo, dużo za mało, a i merytorycznie miałbym pewne zastrzeżenia. Żeby nie być gołosłownym, pozwolę sobie porównać Biologia Campbella z innym, powszechnie uznanym (i to na całym świecie) podręcznikiem akademickim.

Biologia Campbella opisuje zagadnienia dotyczące biologii komórki, wraz z genetyką, na 450 stronach, co stanowi więcej niż 1/3 całego podręcznika. W moim od-

czuciu, zapewne nieco spaczonym, bo jestem biologiem molekularnym, to słuszna proporcja. Dla porównania wydany w 2008 roku, a więc 5 lat temu (!), przez **Taylor & Francis Group**, uznawany powszechnie za wzorcowy do nauczania na poziomie akademickim podręcznik biologii komórki *Molecular Biology of the Cell* Bruce'a Alberta liczy sobie ponad 1600 stron i zapewne gdyby uwzględnić odkrycia dokonane po 2008 roku, to powinien być dwukrotnie grubszy. Jednym słowem, *Biologia Campbella* jeśli jest podręcznikiem akademickim, to z pewnością nie dla studentów biologii... no może z wyjątkiem pierwszego etapu kształcenia, a i w tym wypadku zawarte w nim treści wymagają zinterpretowania przez wykładowcę. Przykładowo replikacja DNA jest potraktowana bardzo po macoszemu. Nie dość, że pominięte są tak ważne procesy jak inicjacja i regulacja tego procesu, to na dokładkę przedstawiony na rysunkach model jest już od kilku lat nieaktualny. Pozwolę sobie przywołać tu stronę, o której już pisałem w „Biologii w Szkole”: <http://www.dnai.org/a/index.html>, gdzie można znaleźć film pokazujący, jak naprawdę przebiega replikacja. Co ciekawe, w indeksie brakuje haseł, np. replikacji i haseł pokrewnych, co zdecydowanie utrudnia poszukiwanie pożądaných informacji. Brakuje mi również informacji o specyficznych procesach związanych z degradacją RNA u eukariontów. Dlatego uważam, że choć *Biologia Campbella* to podręcznik z ambicjami i powinien znaleźć się w bibliotece każdego, kto interesuje się biologią, jednak nie jest to podręcznik ani kompletny, ani doskonały. Choć zdecydowanie najlepszy na polskim rynku. Może w tym miejscu powinienem dodać,

że moim zdaniem podręczników doskonałych nie ma. W szczególności dotyczy to podręczników, które chcą opisać wszystko. Zawsze będzie w nich czegoś brakowało albo coś będzie nieaktualne, bo często, a w tak szybko rozwijającej się dziedzinie jak biologia molekularna szczególnie często, aktualizacja oznacza pisanie dużych części podręcznika *de novo*.

Zdecydowanie bardzo mocną stroną *Biologii Campbella* jest jej organizacja rozdziałów oparta na dużych, przejrzystych rysunkach, znakomicie wplecionych w tekst. To zawsze ułatwia zrozumienie opisywanych procesów, zapamiętywanie i kojarzenie z innymi powiązаныmi funkcjonalnie procesami. Jednym słowem, książka ułatwia całościowe postrzeganie procesów biologicznych. Jej ważną częścią, wspierającą proces nauczania, są rozdziały zatytułowane *Przegląd*, kończące każdy blok tematyczny. W rozdziałach tych podano najważniejsze zagadnienia z poprzedzającego działu oraz sprawdziany zdobytej wiedzy, np. testy. To niezwykle wartościowy element podręcznika.

Podsumowując, mimo że *Biologia Campbella* nie jest książką doskonałą, to jest niezwykle wartościowym podręcznikiem biologii, zdecydowanie wykraczającym poza poziom nauczania tego przedmiotu w polskich szkołach średnich. Ponadto jeśli chcemy odnieść sukces na Międzynarodowej Olimpiadzie Biologicznej, to również na naszych krajowych zawodach musimy posługiwać się tą książką jako podstawą określającą poziom naszych wymagań. Że to wysokie progi... może, a może nie tyle progi wysokie, co my stoimy nisko, bardzo nisko. Aby to zmienić, namawiam Państwa do korzystania z *Biologii Campbella*. A gdyby jeszcze książka ta, wzorem nowoczesnych podręczników, również akademickich, zawierała płytę CD z ilustracjami pozwalającymi na przygotowanie interesujących zajęć, to jej wartość byłaby jeszcze większa... o wiele większa.

Piotr Borsuk

Test z „Biologii w Szkole”

Sprawdź, co zapamiętałeś(a)s po lekturze naszego czasopisma.

- Aby kawałek lodu dryfującego po oceanie uznać za górę lodową, powinien on wystawać nad wodę na co najmniej:
 - 1 m;
 - 3 m;
 - 5 m;
 - 10 m.
- Ile ssaków lądowych żyje w Antarktyce?
 - 0;
 - 5;
 - 20;
 - 100.
- Kriokonit to:
 - studzienka z wodą wytopiona w powierzchni lodowca przez ciało stałe;
 - sopel w jaskini lodowej;
 - zamrożona próbka wody morskiej w kształcie stożka;
 - niewielkie kawałki lodu powstające w wyniku cieleńia się lodowca.
- Quorum sensing* to sposób:
 - porozumiewania się pingwinów w obrębie kolonii lądowej;
 - porozumiewania się bakterii;
 - obliczania zagęszczenia bakterii w lodowcu;
 - wyczuwania sąsiada przez samce słoni morskich.
- Kod kreskowy (ang. *barcode*) stosowany jest w:
 - sklepie do oznaczania produktów;
 - kriobankach do oznaczania prób;
 - biologii dla identyfikacji gatunków;
 - wszystkie odpowiedzi są poprawne.
- PCR to sposób:
 - amplifikacji/namnażania fragmentów genomu;
 - wytwarzania białek w układzie heterologicznym;
 - bezpłciowego rozmnażania wątrobowców;
 - cyklicznego wytwarzania polimerazy.
- Stosowana w barkodowaniu kręgowców sekwencja genu COI pochodzi z:
 - jądrowego DNA i koduje rRNA;
 - jądrowego DNA i koduje białko;
 - mitochondrialnego DNA i koduje rRNA;
 - mitochondrialnego DNA i koduje białko.
- Ile mniej więcej działa dziś na świecie ogrodów zoologicznych?
 - 2000;
 - 7000;
 - 10 000;
 - 50 000.
- W XVIII wieku powstał ogród zoologiczny:
 - w Warszawie;
 - w Krakowie;
 - w Toruniu;
 - we Wrocławiu.
- Ile gatunków zawiera czerwona lista gatunków zagrożonych, opublikowana w 2011 roku?
 - 723;
 - 1946;
 - 19 426;
 - 59 508.
- Guanako to:
 - zwierzę z rodziny wielbłądowatych żyjące w Ameryce Południowej;
 - azotofilny porost z Wyspy Króla Jerzego (Antarktyka);
 - owad o polifiletycznym mtDNA;
 - australijski torbacznak sprowadzony w 2008 roku do warszawskiego zoo.
- Na wiosennych, pokrytych kwiatami przybrzeżnych łąkach Patagonii kolonie lęgowe zakładają:
 - emu;
 - nandu;
 - pingwiny Magellana;
 - żadne z powyższych.
- W Polsce Zoo Safari znajduje się w:
 - Warszawie;
 - Lublinie;
 - Brodnicy;
 - Świerkocinie.
- Potomkowie Inków do przygotowania potrawy *ocopa* używają między innymi:
 - ziemniaków i aksamitek;
 - tarniny i malw;
 - papryki i buraków ćwikłowych;
 - pomidorów i łososi.
- Aksamitki wytwarzają substancje odstrasżające:
 - nicienie;
 - ptaki;
 - krety;
 - nietoperze.
- Partenogeneza to sposób:
 - bezpłciowego rozmnażania roślin;
 - bezpłciowego rozmnażania zwierząt;
 - wytwarzania gamet bez mejozy;
 - rozmnażania śluzowców.
- Partenogenetycznie rozmnażają się:
 - wrotki;
 - rozwieltka;
 - mszyce;
 - wszystkie wymienione.
- Palenie tytoniu powoduje;
 - hipometylację sekwencji CpG;
 - hipermetylację sekwencji CpG;
 - dezaminację zasad w DNA;
 - fosforylację czynników transkrypcyjnych.
- Ile gatunków roślin i zwierząt odkryto w ciągu ostatnich 15 lat w dorzeczu Makongu?
 - 34;
 - 127;
 - 543;
 - 1710.
- Pierwszym polskim poetą, który słał lipę, był:
 - Adam Mickiewicz;
 - Juliusz Słowacki;
 - Julian Tuwim;
 - Jan Kochanowski.

Odpowiedzi:

1. c, 2. a, 3. a, 4. b, 5. d, 6. a, 7. d, 8. c, 9. c, 10. d, 11. a, 12. c, 13. d, 14. a, 15. a, 16. b, 17. d, 18. a, 19. d, 20. d

Tylko u nas przeczytacie w 2013 r.

Wielkie możliwości małego zarodka (embriologia)

rzecz o tym co potrafią komórki zarodkowe, i dzięki czemu z jednej komórki powstaje solidny ssak, np. człowiek.

Terapia na miarę przyszłości (medycyna)

o związkach współczesnych badań biologicznych z medycyną, w szczególności onkologią.

W kręgu patogenów przenoszonych przez kleszcze (parazytologia)

rzecz o zagrożeniach jakie, dla nas i naszych pupili (szczególnie psów), kryją się w lesie, na łące, a nawet na osiedlowym trawniku.

Ogrody botaniczne (botanika)

o tym czy współczesne ogrody botaniczne są instytucjami muzealnymi, czy też nowoczesnymi bankami różnorodności biologicznej i ośrodkami kształcenia, nie tylko studentów.

Biogazownie rolnicze (ochrona przyrody)

o dobrych i złych stronach jednej z tzw. zielonych technologii.

Od A... do A... (mikrobiologia środowiskowa)

czyli o tym czym różni się Arktyka od Antarktydy, „globalnym ociepleniu” i badaniach, które mogą zadecydować o przyszłości naszej cywilizacji.

WARUNKI PRENUMERATY NA 2013 ROK

I. PRENUMERATA ZA POŚREDNICTWEM WYDAWCY

Zamawiając **roczną prenumeratę** za pośrednictwem wydawcy, otrzymujecie Państwo **rabat w wysokości 5% od ceny czasopisma**.

Prenumeratę za pośrednictwem Wydawcy można zamówić:

- **przez Internet**, zakładka „Prenumerata” na stronie www.edupress.pl i w sklepie internetowym www.raabe.com.pl
- **e-mailem**: prenumerata@raabe.com.pl; ■ **telefonicznie**, pod numerem (22) 244 84 78, (22) 244 84 07; ■ **faksem**, z dopiskiem „Prenumerata”, fax: (22) 244 84 10;
- **listownie**, pod adresem: Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Sp. z o.o. Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa



Liczba wydań w 2013 r. (I i II półrocze)	Tytuł czasopisma	Cena 1 wyd. w 2013 r. (w tym 5% VAT)	Prenumerata roczna 2013 r. (w tym 5% VAT)	Prenumerata na 1 półrocze 2013 r. (w tym 5% VAT)
MIESIĘCZNIKI 11 (6+5)	Matematyka	16,50	181,50	99,00
	Polonistyka	17,50	192,50	105,00
	Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne	19,50	214,50	117,00
	Wychowanie w Przedszkolu z dodatkiem „Poradnik Prawny Nauczyciela i Dyrektora Przedszkola”	18,50	203,50	111,00
	Życie Szkoły (dla nauczycieli klas 1–3)	18,50	203,50	111,00
DWUMIESIĘCZNIKI 6 (3+3)	Biologia w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Chemia w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Fizyka w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Geografia w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Wiadomości Historyczne	19,50	117,00	58,50
	Język Niemiecki. Nauczaj lepiej!	22,50	135,00	67,50
	Emocje – czasopismo wychowawców, pedagogów i psychologów oraz rodziców	16,50	99,00	49,50

II. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ FIRMY KOLPORTERSKIE:

- RUCH SA** – przez Telefoniczne Biuro Obsługi Klienta – czynne w godzinach 7⁰⁰–18⁰⁰ (koszt połączenia wg taryfy operatora):
 - połączenie z telefonów stacjonarnych 801 800 803 i z telefonów komórkowych +48 (22) 717 59 59
 - Zamówienia na prenumeratę krajową w wersji papierowej przyjmują Zespoły Prenumeraty właściwe dla miejsca zamieszkania klienta: www.prenumerata.ruch.com.pl, e-mail: prenumerata@ruch.com.pl
 - Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę: +48 (22) 693 67 75, www.ruch.pol.pl, e-mail: prenumerata@ruch.com.pl
- GARMOND PRESS** – www.gamondpress.pl, tel. (22) 836 70 08, (22) 836 69 21
- KOLPORTER S.A.** – Prenumeratę instytucjonalną można zamawiać w oddziałach firmy Kolporter S.A. na terenie całego kraju. Informacje na stronie internetowej www.kolporter.com.pl

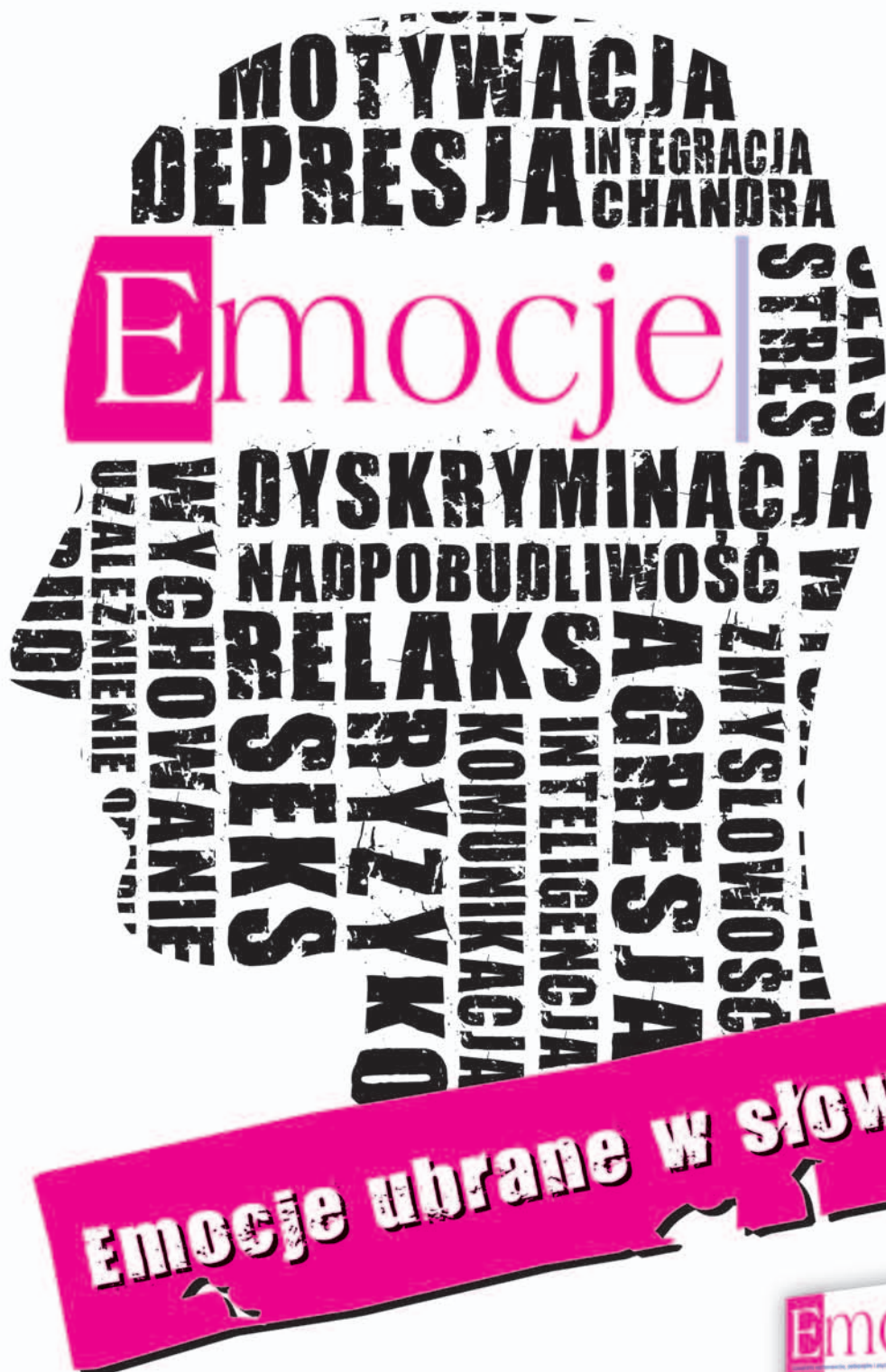
III. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ POCZTĘ POLSKĄ:

- Zamówienia we wszystkich **urzędach pocztowych** lub u **listonoszy**. Zamówienia drogą elektroniczną – www.poczta-polska.pl/prenumerata. Infolinia: działa w dni robocze w godzinach 8:00–20:00:
 - dla korzystających z telefonów stacjonarnych – 801 333 444 (opłata jak za połączenie lokalne)
 - dla korzystających z telefonów komórkowych i z zagranicy – (+48) 43-842-06-00 (opłata wg cennika operatora) 801 333 444.

IV. PRENUMERATA ZAMAWIANA PRZEZ KIOSK24

- www.kiosk24.pl Katalog Edukacja, Oświata.

Zamów prenumeratę przez Internet edupress.pl kiosk24.pl raabe.com.pl



"Emocje" - dwumiesięcznik dla nauczycieli, wychowawców, pedagogów i psychologów szkolnych, a także rodziców. Poświęcony najważniejszemu problemom wychowawczym dzieci i młodzieży, zagadnieniom psychologicznym, społecznym, zdrowotnym i terapeutycznym, związanym z rozwojem młodych ludzi.

Artykuły problemowe uzupełniają porady pedagogów, psychologów i socjologów, wywiady, reportaże, ciekawostki, felietony i psychotesty.

Zamów prenumeratę!



Redakcja Czasopism Pedagogicznych EduPress, Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Spółka z o.o.
Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa
tel. 22 244 84 78, faks 22 244 84 10, e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl

Czasopisma pedagogiczne **Twoim ATUTEM w edukacji!**



Zamów prenumeratę

Redakcja Czasopism Pedagogicznych EduPress, Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Spółka z o.o.
Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa, tel. 22 244 84 78, faks 22 244 84 10, e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl