

Nr 4(6) LIPIEC/SIERPIEŃ 2015

z Przyrodą

# Biologia w Szkole

354 (LXVI) indeks 352659 ISSN 0137-8031 CENA 34,65 zł (w tym 5% VAT)

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

## TWARZĄ W TWARZ

Specjalnie dla „Biologii w Szkole”  
wywiadu udzielił prof. dr Michael Wink

Co każdy powinien wiedzieć o

## KLESZCZACH?

## KOŚCI Z POTENCJAŁEM

Co można wyczytać ze szczątków zwierząt?

JAK CIEKAWIE  
MÓWIĆ O DRZEWACH,  
aby uczniowie słuchali?

## RÓŻNICOWANIE SIĘ KOMÓREK

Czy da się odwrócić czas?

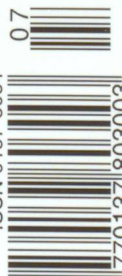
## ILE WIDZISZ RÓŻNIC?

Markery genetyczne jako źródło informacji o organizmach

DNA

Art. nr. 440906

ISSN 0137-8031



9 770137 803003

# Przygotowanie do egzaminu, koło zainteresowań, zadania na zajęcia – to i znacznie więcej w każdym numerze Matematyki!

- Czasopismo wydawane regularnie **od 1948 roku**, wspiera około **3 000 nauczycieli** matematyki ze szkół podstawowych, gimnazjów oraz szkół średnich.
- Dostarcza **rzetelnie przygotowane zadania** matematyczne wraz z rozwiązaniami przygotowane przez nauczycieli matematyki oraz gotowe do wdrożenia pomysły na urozmaicenie zajęć.
- Zespół autorski złożony jest wyłącznie z **doświadczonych matematyków i ekspertów** w dziedzinie m.in. myślenia matematycznego, metodologii nauczania czy geometrii.



**Masz pytania? Zadzwoń!**

**Agnieszka Zarębska-Kita**

tel. 61 66 55 740

e-mail: [agnieszka.zarebska-kita@forum-media.pl](mailto:agnieszka.zarebska-kita@forum-media.pl)

Więcej na: [matematyka.e-forum.pl](http://matematyka.e-forum.pl)



Szanowni Czytelnicy!

Już za parę dni, za dni parę,  
Weźmiesz plecak swój i gitarę...

**N**o i doczekaliśmy się! Wakacje w pełni i możemy cieszyć się przyrodą na całego. Zapewne większość z Państwa „Biologia w Szkole” zastanie na wakacjach i właśnie na łonie natury będą mogli Państwo przeczytać o jej cudach. Tym razem przygotowaliśmy artykuły o tym, jak dzięki wykorzystaniu markerów genetycznych można m.in. porównać do siebie dwa gatunki oraz dowiedzieć się, jak dziedziczą się cechy. Z kolei w tekście pt. *Różnicowanie się komórek. Czy da się odwrócić czas?* przedstawiamy, czym są komórki macierzyste oraz jak wykorzystujemy je w medycynie i naukach biologicznych.

Profesor dr Michael Wink, dyrektor Instytutu Farmacji i Biotechnologii Molekularnej na Uniwersytecie w Heidelbergu, to gość specjalny aktualnego numeru. Ten wybitny biolog i mentor wielu znakomych naukowców zdradza nam swoje tajemnice, jak uczyć oraz wzbudzać zainteresowanie i rozwijać pasję młodych naukowców. Zapraszam do lektury tego bardzo pouczającego wywiadu.

Z kolejnego artykułu Joanny Stojak, publikowanego na łamach „Biologii w Szkole”, dowiemy się, co możemy wyczy-



tać ze szczątek zwierząt. Natomiast Krzysztof Dudek przedstawia, co warto wiedzieć o kleszczach. Wiedza ta na pewno przyda nam się zwłaszcza teraz, kiedy bardzo dużo czasu spędzamy na łonie natury.

Zapewne, gdy już podładujecie Państwo akumulatory na kolejny rok szkolny, zainteresują Państwa pomysły, jak można zaciekawić uczniów biologią, wykorzystując wszechobecny internet, komputery i smartfony.

A jeżeli zastanawiacie się, skąd wziąć pieniądze, aby stworzyć lub rozbudować pracownię biologiczną, warto przeczytać artykuł traktujący o tym, jak uczniowie mogą sami zbudować niesamowicie tani mikroskop.

W ramach Akademii Rozwoju dowiedzą się Państwo, jak radzić sobie z trudnościami oraz jak rozbudzać kreatywność uczniów.

Życzę wszystkim Państwu miłej lektury i udanych wakacji!

**dr Katarzyna Zaborowska**  
redaktor prowadzący



Wydawca  
Forum Media Polska Sp. z o.o.  
Sąd Rejonowy Nowe Miasto i Wilda w Poznaniu  
VIII Wydział Gospodarczy KRS  
KRS nr 0000037307  
NIP 781-15-51-223  
Kapitał zakładowy: 300 000,00 zł

Prezes zarządu  
Magdalena Balanicka

Adres redakcji  
ul. Polska 13, 60-595 Poznań

Dyrektor wydawniczy  
Radosław Lewandowski

Redaktor prowadzący  
dr Katarzyna Zaborowska  
biologia@forum-media.pl

Redaktor naczelny  
Anna Przybył  
anna.przybyl@forum-media.pl

Redaktor techniczny  
Anna Chmiel  
anna.chmiel@forum-media.pl

Reklama  
Andrzej Idziak  
tel. kom. 502 237 942,  
andrzej.idziak@forum-media.pl

Dział obsługi klienta  
– prenumerata  
tel. 61 66 55 800  
lub 61 66 55 750,  
fax 61 66 55 888,  
biuro@forum-media.pl

Skład i lamowanie  
Kinga Chudobiecka

Druk i oprawa  
„Paper & Tinta”,  
Nadma,  
ul. Ceglana 34,  
05-270 Marki

Zdjęcia  
Dreamstime

Nakład  
4000 egzemplarzy

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



www.facebook.com/czasopismobiologia  
www.czasopismobiologia.pl

TEMAT NUMERU



4

## ILE WIDZISZ RÓŻNIC? – markery genetyczne jako źródło informacji o organizmach

### ZE ŚWIATA ZOOLOGII

- 9 Muflon
- 45 Co każdy powinien wiedzieć o kleszczach?

### TWARŻĄ W TWARZ

- 14 Wzbudzenie zainteresowania powinno być głównym celem nauki każdego przedmiotu...

### GENETYKA

- 18 Różnicowanie się komórek, czy da się odwrócić czas?

### Z PRAKTYKI SZKOLNEJ

- 23 Pracownia przewrotu kopernikańskiego. Nowa forma działalności Centrum Nauki Kopernik

### ARCHEOZOOLOGIA

- 25 Kości z potencjałem – co możemy wyczytać ze szczątków zwierząt?

### AKADEMIA ROZWOJU

- 27 Polubić trudności
- 31 Rozwiązywanie problemów – ćwiczenia
- 39 Kreatywność – ćwiczenia dla uczniów

### CO NOWEGO W BIOLOGII

- 41 Smartfony w służbie edukacji
- 41 Wirtualna komórka
- 42 Wiara nauczyciela wpływa na jego poglądy

### Z PRAKTYKI SZKOLNEJ

- 43 Jak ciekawie mówić o drzewach, aby uczniowie słuchali?

### POMYSŁ NA LEKCJĘ

- 49 W świecie dżdżownic! Scenariusz lekcji

### LABORATORIUM

- 55 Nieprzyzwoicie tani mikroskop

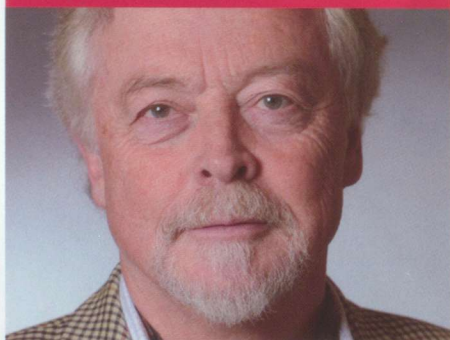
### GALERIA

### Z KSIĘGARSKICH PÓLEK

- 63 Ludzie nauki w czasach najtrudniejszych. Wspomnienia o przyrodnikach

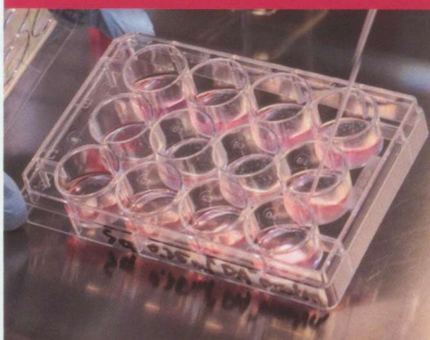
TWARŻĄ W TWARZ – PROF. DR MICHAEL WINK

14



RÓŻNICOWANIE SIĘ KOMÓREK

18



CO KAŻDY POWINIEN WIEDZIEĆ O KLESZCZACH? 45





# Gardimax<sup>®</sup> medica spray

Chlorhexidini digluconatis solutio  
+ Lidocaini hydrochloridum

**LEK NA OSTRY BÓL GARDŁA  
działa już po 1 minucie od aplikacji<sup>1</sup>**

Dostępny także w postaci tabletek do ssania

*w trosce  
o nauczycieli*

## LARIMAX<sup>®</sup> T spray

wyrób medyczny

**NA PRZEWLEKŁE STANY  
ZAPALNE GARDŁA I KRTANI  
chrypka, suchość, drapanie w gardle**



**WAŻNE:** Produkt na bazie naturalnych składników do stosowania bez ograniczeń czasowych. Stosowanie Larimax T może wiązać się z 2-3 dniowym procesem adaptacji do oleistej konsystencji produktu. W przypadku trudności związanych z aplikacją sprayu na tylną ścianę gardła, należy nanieść produkt na język i przełknąć.



Pełne informacje o produktach na stronach [www.gardimax.pl](http://www.gardimax.pl), [www.larimax.pl](http://www.larimax.pl)

Nazwa produktu leczniczego: **Gardimax medica spray** (Chlorhexidini digluconatis solutio, Lidocaini hydrochloridum), 20 mg + 5 mg / 10ml, aerozol do stosowania w jamie ustnej. **Skład:** 10 ml aerozolu zawiera 20 mg roztworu diglukonianu chlorheksydyny + 5 mg chlorowodoru lidokainy. **Substancje pomocnicze:** etanol 96%, glicerol, lewomentol, cyneol, sacharyna sodowa, kwas cytrynowy jednowodny, woda oczyszczona. **Wskazania do stosowania:** lek do stosowania objawowego w celu łagodzenia dolegliwości bólowych związanych ze stanem zapalnym lub podrażnieniem w przebiegu stanów zapalnych jamy ustnej i gardła. **Dawkowanie i sposób podania:** Dorośli i dzieci od 12 lat: 3 do 5 dawek jednorazowo, 6 do 10 razy na dobę. Dzieci od 30 miesiąca życia: 2 do 3 dawek jednorazowo, 3 do 5 razy na dobę. Stosowanie na słuzówkę jamy ustnej/dogardłowo. **Przeciwwskazania:** nadwrażliwość na od 12 lat: 3 do 5 dawek jednorazowo, 6 do 10 razy na dobę. Dzieci od 30 miesiąca życia: 2 do 3 dawek jednorazowo, 3 do 5 razy na dobę. Stosowanie w dzieci w wieku poniżej 30 miesięcy. **Ostrzeżenia i środki ostrożności:** Leku którąkolwiek substancję czynną lub inne leki miejscowo znieczulające z grupy amidów lub na którąkolwiek substancję pomocniczą. Stosowanie u osób szczególnie skłonnych do alergii. Lek Gardimax medica spray zawiera 44,5% objętości etanolu, 168 mg w 5 dawkach, co jest równoważne 0,85 ml piwa lub 0,35 ml wina w dawce. Każde 10 ml leku Gardimax medica spray, zawiera 3,5 g etanolu. Jest to szkodliwe dla osób uzależnionych od alkoholu. Należy wziąć pod uwagę u kobiet w ciąży oraz karmiących piersią, dzieci oraz pacjentów z grup wysokiego ryzyka takich jak osoby z chorobą wątroby lub epilepsją. Produkt nie zawiera cukru, może być stosowany przez diabetyków. **Możliwe działania niepożądane:** Jak każdy lek, lek ten może powodować działania niepożądane, chociaż nie u każdego one wystąpią. W rzadkich przypadkach reakcja alergiczna skóry i błony śluzowej. Możliwość pojawienia się zaburzenia smaku, uczucie pieczenia na języku i ostrych reakcji alergicznych (reakcje anafilaktyczne). Po długotrwałym i stałym stosowaniu chlorheksydyny mogą pojawić się przejściowo brązowe przebarwienia na zębach. Przebarwienia te można usunąć. **Produkt dostępny bez recepty:** OTC. Numer pozwolenia Prezesa URPLWMIPIB: 19931. Pełna informacja o leku, Podmiot odpowiedzialny: TACTICA Pharmaceuticals Sp. z o.o., ul. Bankowa 4, 44-100 Gliwice, [www.tactica.pl](http://www.tactica.pl), [www.gardimax.pl](http://www.gardimax.pl).

Wyrób medyczny **Larimax T. Skład** (w 1 ml spray'u): *Ol. Calendulae* 0,08 ml, *Ol. Hippophaes* 0,10 ml. **Substancje dodatkowe:** Olejek bergamotowy (substancja zapachowa) i olej roślinny. **Wielkość opakowania:** 20 ml. Zawiera 120 dawek. **Sposób stosowania:** 2-3 x dziennie. **Sposób użycia:** Przed użyciem wstrząsnąć. Przekręcić końcówkę rozpylacza pod kątem od 45° do 90°. Umieścić końcówkę rozpylacza w jamie ustnej bądź skierować na obszar zmian skórnych. Nacisnąć 2-3 razy końcówkę rozpylacza i rozpylić LARIMAX T spray (w ten sposób aplikowane jest około 250 mg substancji czynnej). **Dystrybutor:** TACTICA Pharmaceuticals Sp. z o.o. ul. Bankowa 4, 44-100 Gliwice, [www.tactica.pl](http://www.tactica.pl). **Przed zastosowaniem wyrobu medycznego należy zapoznać się z dołączoną do niego instrukcją użycia, która zawiera istotne informacje dotyczące sposobu i warunków jego stosowania.**

1. J.K Podlewski, A. Chwaliłbogowska-Podlewska, *Leki Współczesnej Terapii*, wydania XX, Tom II 2010, 512

**Przed użyciem zapoznaj się z ulotką, która zawiera wskazania, przeciwwskazania, dane dotyczące działań niepożądanych i dawkowanie oraz informacje dotyczące stosowania produktu leczniczego, bądź skonsultuj się z lekarzem lub farmaceutą, gdyż każdy lek niewłaściwie stosowany zagraża Twojemu życiu lub zdrowiu.**



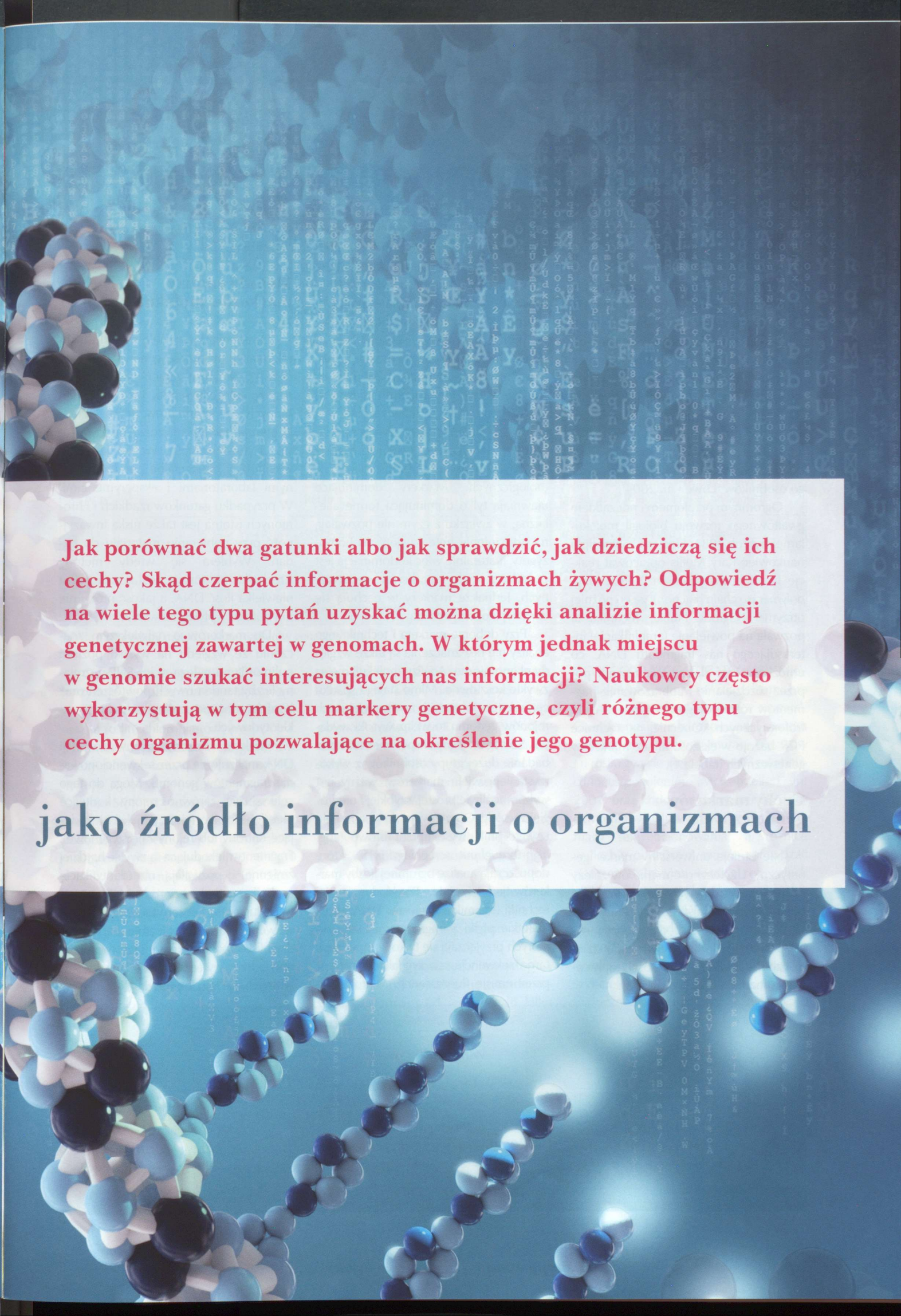
Ile widzisz

TEMAT NUMERU

RÓŻNIC?

– markery genetyczne





**Jak porównać dwa gatunki albo jak sprawdzić, jak dziedziczą się ich cechy? Skąd czerpać informacje o organizmach żywych? Odpowiedź na wiele tego typu pytań uzyskać można dzięki analizie informacji genetycznej zawartej w genomach. W którym jednak miejscu w genomie szukać interesujących nas informacji? Naukowcy często wykorzystują w tym celu markery genetyczne, czyli różnego typu cechy organizmu pozwalające na określenie jego genotypu.**

**jako źródło informacji o organizmach**

## Klasyfikacja markerów

Biorąc pod uwagę typ analizowanej cechy, wyróżnić można markery molekularne, biochemiczne i morfologiczne (ryc. 1) [White i in. 2007]. Początkowo bazowano głównie na tych ostatnich, czyli cechach zewnętrznych organizmu. Historycznie ważne były też markery enzymatyczne służące do identyfikacji organizmów i do ich analizy genetycznej. Zastosowanie niektórych enzymów jest jednak ograniczone ze względu na niewielką liczbę dostępnych markerów, stosunkowo niski poziom polimorfizmu, a także zależność ich aktywności od środowiska, wieku czy stadium rozwojowego osobników [Lowe i in. 2004].

Ogromnym przełomem i początkiem gwałtownego rozwoju biologii molekularnej był rok 1983, kiedy to kalifornijski naukowiec Kary Mullis opracował reakcję łańcuchową polimerazy, PCR (ang. *polymerase chain reaction*), za co później otrzymał Nagrodę Nobla. Technika ta pozwala na powielenie (amplifikację) interesującego nas fragmentu DNA, co umożliwia jego dalszą analizę, np. poprzez rozdzielanie i zobrazowanie fragmentów różnej długości na żelach elektroforetycznych. Obecnie na technice PCR bazuje większość analiz markerów genetycznych (tabela 1).

## Cechy markerów genetycznych

Nie istnieje uniwersalny marker genetyczny. Użyteczność markerów zależy od typu prowadzonych badań. Przy doborze najdogodniejszego markera bierze się pod uwagę szereg cech, między innymi poziom polimorfizmu, sposób dziedziczenia, a także czas i koszty opracowania markera oraz jego analizy.

Poziom polimorfizmu jest jedną z najważniejszych cech markera genetycznego. Warianty markera powinny różnić się w sposób, który będzie łatwy do obserwacji i jednoznaczny do interpretacji. Mogą to być na przykład różnice w długości konkretnego odcinka DNA (insercje, delecje) lub zmiany pojedynczych nukleotydów (substytucje).

Biorąc pod uwagę sposób dziedziczenia, markery podzielić można na kodominujące i dominujące. Za pomocą markerów kodominujących jesteśmy w stanie ustalić, czy dany osobnik jest homo- czy heterozygotą, czyli czy posiada dwa identyczne czy też różne allele w danym locus na chromosomach homologicznych. Markery dominujące ujawniają tylko dominującą formę alleliczną, w związku z czym nie pozwalają na odróżnienie heterozygoty od homozygoty. Naturalnie więc kodominacja jest pożądaną cechą markerów genetycznych. Jednakże markery te cechują się bardziej złożoną analizą.

Przy doborze markera i techniki jego analizy nie bez znaczenia są także względy ekonomiczne. Analizy molekularne są zwykle kosztowne. Mimo stałego spadku cen sekwencjonowania analiza większych rejonów genomu to wciąż wysoki wydatek. Szczególnie gdy eksperyment zakłada badanie dużej grupy osobników z wykorzystaniem wielu markerów, ważny jest wybór możliwie prostej, szybkiej i niedrożej metody. Opracowuje się w tym celu tzw. techniki wysokoprzepustowe (ang. *high-throughput screening*, HTS), które dopuszczają analizę ogromnej liczby markerów jednocześnie. Przykładem takiej techniki są mikromacierze DNA, czyli małe płytki z fragmentami DNA, do których przyłączają się tylko komplementarne sekwencje, co sygnalizowane jest przez emisję fluorescencji. Mikromacie-

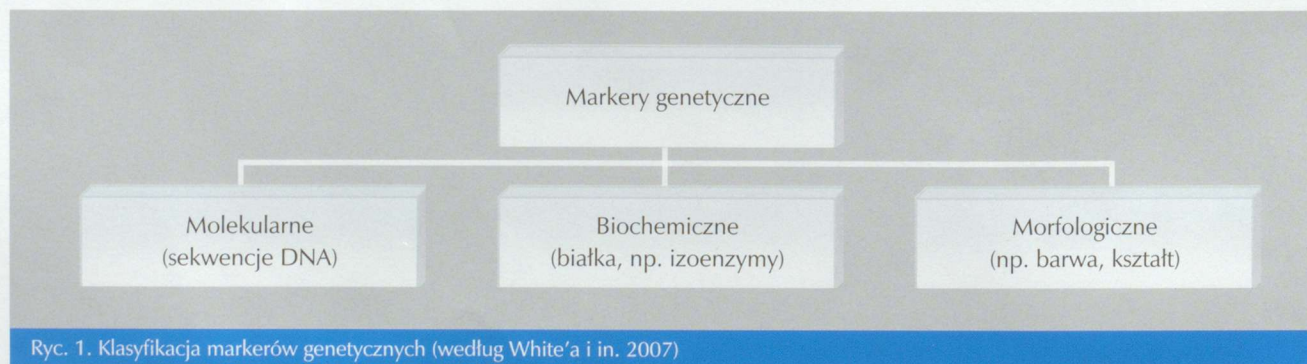
rze pozwalające na przykład na jednorazowe genotypowanie milionów zmian pojedynczych nukleotydów (SNP-ów, czyt. snipów, ang. *single nucleotide polymorphisms*) [Cutler i in. 2001].

## Metody analizy markerów molekularnych

Dostępnych jest wiele metod i technik analizy markerów genetycznych (tabela 1). Niektóre z nich pozwalają na analizę całego genomu, inne tylko wybranych jego fragmentów. Różne techniki oferują badaczom zróżnicowaną czułość i powtarzalność. Ważne jest, aby wyniki były powtarzalne pomiędzy różnymi laboratoriami i eksperymentami. W przypadku gatunków rzadkich i chronionych istotną jest także niska inwazyjność przy pobieraniu materiału do badań. Wybiera się wtedy metody i techniki, w których wystarczająca jest niewielka ilość DNA, a jakość próby nie ma dużego wpływu na wynik.

Do markerów o największym znaczeniu ze względu na wysoki poziom polimorfizmu należą m.in. SNP-y, zmiany liczby tandemowych powtórzeń oraz bardziej złożone zmiany sekwencji nukleotydowych.

Większe i złożone zmiany sekwencji DNA analizuje się przez sekwencjonowanie fragmentów genomu. Mogą do tego celu służyć zarówno rejony kodujące określone białko (eksony), jak i niekodujące (introny lub rejony międzygenowe). Fragmenty niekodujące są zwykle bardziej zmienne i pozwalają na identyfikację osobnika, gatunku czy rodzaju. Fragmenty kodujące są konserwatywne, czyli ich sekwencje są często niezmiennie pomiędzy blisko spokrewnionymi taksonami. Są one jednak użyteczne do badań systematycznych rodzaju lub rodziny.



Ryc. 1. Klasyfikacja markerów genetycznych (według White'a i in. 2007)



| TYP ANALIZY       | ANALIZA GENOMU |                      | METODA ANALIZY   | MARKER GENETYCZNY   |
|-------------------|----------------|----------------------|--|---|
|                   | całego         | wybranych fragmentów |  |   |
| niezależne od PCR | +              | +                    | RFLP ( <i>Restriction Fragment Length Polymorphism</i> ) [Botstein i in. 1980] | długości fragmentów DNA po trawieniu genomowego DNA enzymami restrykcyjnymi |
|                   | +              | +                    | sekwencjonowanie   | sekwencja nukleotydowa  |
| bazujące na PCR   | +              |                      | RAPD ( <i>Random Amplified Polymorphic DNA</i> ) [Williams i in. 1990]         | obecność fragmentów DNA po losowej amplifikacji                             |
|                   | +              |                      | AFLP ( <i>Amplified Fragment Length Polymorphism</i> ) [Vos i in. 1995]        | długości powielonych fragmentów DNA   |
|                   |                | +                    | PCR – RFLP ( <i>Polymerase Chain Reaction – RFLP</i> )                         | długości fragmentów DNA po trawieniu produktu PCR enzymami restrykcyjnymi   |
|                   |                | +                    | SSR ( <i>Simple Sequence Repeats</i> )   | liczba powtórzeń kilku nukleotydów  |
|                   | +              | +                    | SNP ( <i>Single Nucleotide Polymorphism</i> )                                  | pojedyncze nukleotydy   |
|                   | +              |                      | sekwencjonowanie   | sekwencja nukleotydowa  |

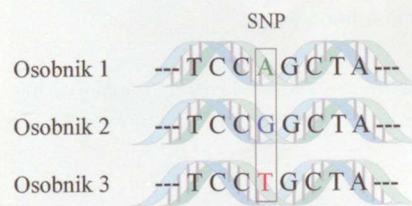
Tabela 1. Przykłady metod analizy markerów genetycznych

Oprócz jądrowego DNA (nDNA) wykorzystuje się także markery ulokowane w genomie mitochondrialnym (mtDNA) oraz (u roślin) chloroplastowym (cpDNA). Użyteczność poszczególnych genomów zależy od organizmu. U zwierząt mtDNA mutuje z o wiele większą częstością (średnio  $56 \times 10^{-9}$  substytucji/miejsce synonimiczne/rok) niż nDNA ( $3,5 \times 10^{-9}$ ), podczas gdy u roślin jest odwrotnie – mtDNA ewoluje najwolniej ( $0,36-0,50 \times 10^{-9}$ ), cpDNA niewiele szybciej ( $0,86-1,20 \times 10^{-9}$ ), natomiast nDNA cechuje najwyższy współczynnik mutacji ( $4,1-5,7 \times 10^{-9}$ ) [Lowe i in. 2004]. Stąd właśnie często rejony mitochondrialne są wykorzystywane jako markery u zwierząt, natomiast u roślin wybierane są raczej rejony jądrowe i/lub chloroplastowe.

Zmiany pojedynczych nukleotydów pomiędzy osobnikami danego gatunku lub różnych gatunków (SNP-y, ryc. 2) powstają w wyniku mutacji punktowych i są największym źródłem zmienności genetycznej organizmów. Obecnie w bazie danych gromadzących informacje o SNP-ach – NCBI dbSNP ([www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/)) zdeponowanych jest już ponad 90 milionów polimorfizmów odkrytych u człowieka. Szacuje się, że w pojedynczym geno-

mie ludzkim, zarówno w rejonach kodujących, jak i niekodujących, rozmieszczonych jest średnio 3,3 miliona tych polimorfizmów (Shen i in. 2013). Każdy człowiek ma charakterystyczny tylko dla siebie zestaw SNP-ów, który pozwala na jego jednoznaczną identyfikację. Dowiedziano, że niektóre ze SNP-ów są związane z występowaniem konkretnych chorób lub predyspozycji do nich (Suh i Vijg 2005), przez co znalazły zastosowanie w diagnostyce medycznej. SNP-y mogą być analizowane w określonych odcinkach DNA poddanych sekwencjonowaniu lub z wykorzystaniem wcześniej wspomnianych mikromacierzy.

W genomie powszechnie występują specyficzne miejsca złożone z tandemowych powtórzeń od jednego do kilku nukleotydów, np. AAAAAAAAAA, CGCGC-



Ryc. 2. Fragment sekwencji DNA trzech osobników różniących się jednym nukleotydem

CGCGCGC, ATCGATCGATCG itd. Miejsca takie nazywamy mikrosatelitami lub SSR-ami (ang. *simple sequence repeats*). Charakteryzuje je bardzo wysoki poziom polimorfizmu (częstość mutacji u ssaków i u roślin zwykle rzędu  $10^{-5}-10^{-2}$  substytucji/locus/pokolenie) [McConnell i in. 2007] oraz kodominacyjny sposób dziedziczenia. Analiza mikrosatelit nie wymaga sekwencjonowania, a różnice w liczbie powtórzeń można sprawdzać poprzez tradycyjny rozdział na żelach elektroforetycznych lub analizę chromatogramów (ryc. 3). W czasie elektroforezy ujemnie naładowane fragmenty DNA migrują w polu elektrycznym z różną szybkością. Mniejsze fragmenty migrują szybciej do elektrody dodatniej, przez co widoczne są w większej odległości od miejsca nałożenia próby na żelu. Po rozdziale produktu amplifikacji PCR można określić genotyp osobnika na podstawie liczby i długości fragmentów DNA widocznych na żelu.

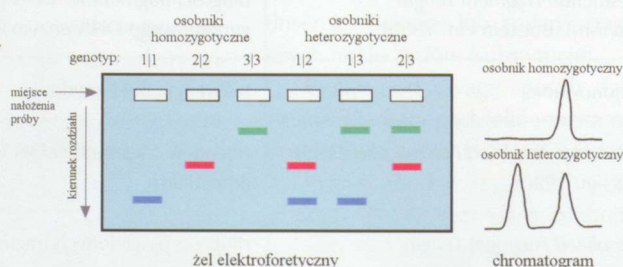
### Zastosowanie markerów genetycznych

Markery genetyczne znajdują szerokie zastosowanie w naukach ekspery-

|                    |         |                        |                   |
|--------------------|---------|------------------------|-------------------|
| Allele w populacji | Allel 1 | ---ATATATATATAT---     | (AT) <sub>6</sub> |
|                    | Allel 2 | ---ATATATATATATAT---   | (AT) <sub>7</sub> |
|                    | Allel 3 | ---ATATATATATATATAT--- | (AT) <sub>8</sub> |

Etapy analizy Izolacja DNA → Amplifikacja PCR → Rozdział elektroforetyczny

Rozdział elektroforetyczny



Ryc. 3. Schemat analizy przykładowej populacji, w której w danym locus występują trzy allele różniące się liczbą powtórzeń motywu (AT)<sub>n</sub>

mentalnych, systematyce, rolnictwie, ekologii, archeologii, diagnostyce chorób, a nawet w sądownictwie. Są stosowane powszechnie do charakterystyki genetycznej populacji oraz do identyfikacji osobników, np. do ustalenia ojcostwa czy wskazania przestępcy na podstawie materiału biologicznego pozostawionego na miejscu zbrodni. Na podstawie markerów możliwa jest selekcja roślin i zwierząt hodowlanych pod kątem pożądanych cech, takich jak produktywność, odporność na różne choroby czy tolerancja na stropy abiotyczne. Markery stosuje się także do mapowania genów,

czyli ustalania kolejności genów na chromosomach. Laboratoria diagnostyczne analizują markery świadczące o występowaniu różnych chorób, m.in. chorób genetycznych czy nowotworowych.

Podsumowanie

1. Poziom polimorfizmu i kodominacja to najważniejsze cechy markera genetycznego.
2. Do najczęściej analizowanych obecnie markerów należą SNP-y i mikrosatelity. Występują one powszechnie w genomach organizmów żywych

i cechuje je bardzo wysoki poziom polimorfizmu.

3. Rola markerów genetycznych stale rośnie. Metody ich badania są udoskonalane w celu zwiększania wydajności i automatyzacji procesu oraz obniżania kosztów. Dzięki temu zwiększa się dostępność markerów genetycznych.
4. Znajdują one zastosowanie w nowych dziedzinach, gdzie używane są do rozwiązywania różnorodnych problemów.

Literatura:

- Botstein D., White R.L., Skolnick M.H., Davis R.W., Construction of a genetic map in man using restriction fragment length polymorphisms, w: American Journal of Human Genetics 1980, nr 32, s. 314–331.
- Cutler D.J., Zwick M.E., Carrasquillo M.M., Yohn C.T., Tobin K.P., Kashuk C., Mathews D.J., Shah N.A., Eichler E.E., Warrington J.A., Chakravarti A., High-throughput variation detection and genotyping using microarrays, w: Genome Research 2001, nr 11, s. 1913–1925.
- Lowe A., Stephen H., Ashton P, Ecological Genetics: Design, Analysis, and Application, Blackwell Pub, Malden, MA, 2004.
- McConnell R., Middlemist S., Scala C., Strassmann J.E., Queller D.C., An Unusually Low Microsatellite Mutation Rate in Dictyostelium discoideum, an Organism With Unusually Abundant Microsatellites, w: Genetics 2007, nr 177, s. 1499–1507.
- Shen H., Li J., Zhang J., Xu C., Jiang Y., Wu Z., Zhao F., Liao L., Chen J., Lin Y., Tian Q., Pappasian C.J., Deng H.W., Comprehensive Characterization of Human Genome Variation by High Coverage Whole-Genome Sequencing of Forty Four Caucasians, w: PLoS ONE 2013, nr 8, e59494, doi:10.1371/journal.pone.0059494.
- Suh Y., Vijg J., SNP discovery in associating genetic variation with human disease phenotypes, w: Mutation Research 2005, nr 573, s. 41–53.
- Vos P., Hogers R., Bleeker M., Reijans M., Lee T. van der, Hornes M., Frijters A., Pot J., Peleman J., Kupier M., Zabeau M., AFLP: A new technique for DNA fingerprinting, w: Nucleic Acids Research 1995, nr 23, s. 4407–4414.
- White T.L., Adams W.T., Neale D.B., Genetic markers - morphological, biochemical and molecular markers, w: Forest genetics, CABI Publishing, Cambridge, MA, 2007.
- Williams J.G., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A., Tingey S.V., DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers, w: Nucleic Acids Research 1990, nr 18, s. 6531–6535.

SŁOWNICZEK POJĘĆ

- allele** – warianty jednego genu różniące się sekwencją DNA
- \*
- eksony** – części genu, które kodują polipeptyd
- \*
- introny** – wewnętrzne odcinki niekodujące; rozdzielają eksony
- \*
- locus** – miejsce na chromosomie zajmowane przez gen
- \*
- miejsce synonimiczne** – miejsce w sekwencji DNA, w którym dochodzi do zmiany nukleotydu, która nie prowadzi do zmiany aminokwasu
- \*
- mutacja** – zmiana sekwencji DNA; np. substytucja – zamiana jednego nukleotydu na inny, delecja – usunięcie nukleotydu, insercja – wstawienie dodatkowego nukleotydu
- \*
- nukleotyd** – podstawowa jednostka budująca kwasy nukleinowe; nukleotydy występujące w DNA to adenina (A), tymina (T), cytozyna (C) i guanina (G)

Katarzyna Winnicka, Iwona Melosik

Zakład Genetyki, Instytut Biologii Eksperymentalnej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

ZE ŚWIATA ZOOLOGII



fot. M. Stajszyk

# MUFLON

Pochodzi z Azji Mniejszej. Udomowioną formę tej owcy Fenicjanie przywieźli na Korsykę i Sycylię. Wtórnie zdziczałe osobniki muflona z obydwu tych wysp wykorzystano do aklimatyzacji w wielu krajach Europy. Na ziemiach polskich pierwsze muflony przywieziono na początku XX w. Obecnie jest ich parę tysięcy i negatywnie wpływają na naszą rodzimą przyrodę.

**M**uflon (*Ovis ammon musimon*) należy do najmniejszych dzikich owiec (*Ovis ammon*). Dorosły samiec, czyli tryk, jest mniej więcej o 1/5 większy od samicy, mierzy do 130 cm długości i 88 cm wysokości w kłębie, a waży do 55–60 kg. Jest stosunkowo kontrastowo ubarwiony – na wierzchu i bokach tułowia dominują ciemne i bardzo ciemne odcienie brązu, natomiast brzuch, zad i dolne części kończyn są białe. Charakterystyczna dla tryków jest biała lub biaława plama na boku tułowia. Ślimy, czyli rogi, u dorosłego tryka są ślimakowato skręcone. Samica muflona, zwana owcą, jest mniejsza od tryka i mniej kontrastowo ubarwiona, jest też zazwyczaj bezrożna.

Muflon jest niemal o połowę mniejszy od największej z owiec – argali (*Ovis ammon ammon*), występującej w górach Altaj na pograniczu Chin, Kazachstanu i Mongolii. Samce argali dorastają do 1,25 m wysokości i prawie 2 m długości, a ważą do 200 kg. Wielkie ślimy dorastają u argali do 150, a wyjątkowo nawet do 170 cm długości. Jednak najpotężniejsze ślimy posiada bliski kuzyn argali – archar (*Ovis ammon polii*), znany też jako owca Marco Polo. Zamieszkuje on Pamir i południową część gór Tien-szan, a jego ślimy osiągają rekordowo nawet i 190 cm długości.

Naturalnymi wrogami muflona w jego rodzimym areale są przede wszystkim duże ssaki drapieżne: lampart (*Panthera pardus*), ryś (*Lynx lynx*), wilk (*Canis lupus*) i niedźwiedź brunatny (*Ursus arctos*). Jagniętom oraz dorosłym – zwłaszcza samicom – w złej kondycji fizycznej może zagrazić też orzeł przedni (*Aquila chrysaetos*).

### Przybysz z Azji

Muflon nie jest zupełnie obcym gatunkiem ssaka na obszarze Europy, ponieważ w plejstocenie występował także na naszym kontynencie, ale nie zdołał przetrwać okresu zlodowaceń.

Muflon jest uważany za skrajnie zachodnią formę dzikiej owcy (*Ovis ammon*). Jego ojczyzną jest Azja Mniejsza i sąsiednie obszary Zakaukazia. Już w starożytności Fenicjanie dokonywali jego translokacji z obszaru Bliskiego Wschodu na niektóre wyspy w basenie Morza Śród-

ziemnego. Muflon uznany za atrakcyjną zwierzynę łowną pojawił się ok. 8 tys. lat temu na Cyprze oraz na Korsyce i Sardynii. Według włoskich badaczy – Pedrottiego i Toso (2000) – nie były to schwyte dzikie muflony, ale osobniki oswojone, być może w procesie domestykacji morfologicznie już „zmienione”, ale później wtórnie zdziczałe. Co więcej, w ciągu kilku tysięcy lat izolacji, wytworzyły się na każdej z tych wysp odmienne fenotypy muflonów różniące się od ich przodka lub przodków z zachodniej Azji – chodzi o muflona anatoliskiego (*Ovis ammon anatolica*) lub/i muflona armeńskiego (*Ovis ammon gmelini*). Obecnie na Cyprze występuje muflon cypryjski (*Ovis ammon ophion*), na Sardynii *Ovis ammon musimon*, a na Korsyce *Ovis ammon musimon var. Corsicana*.

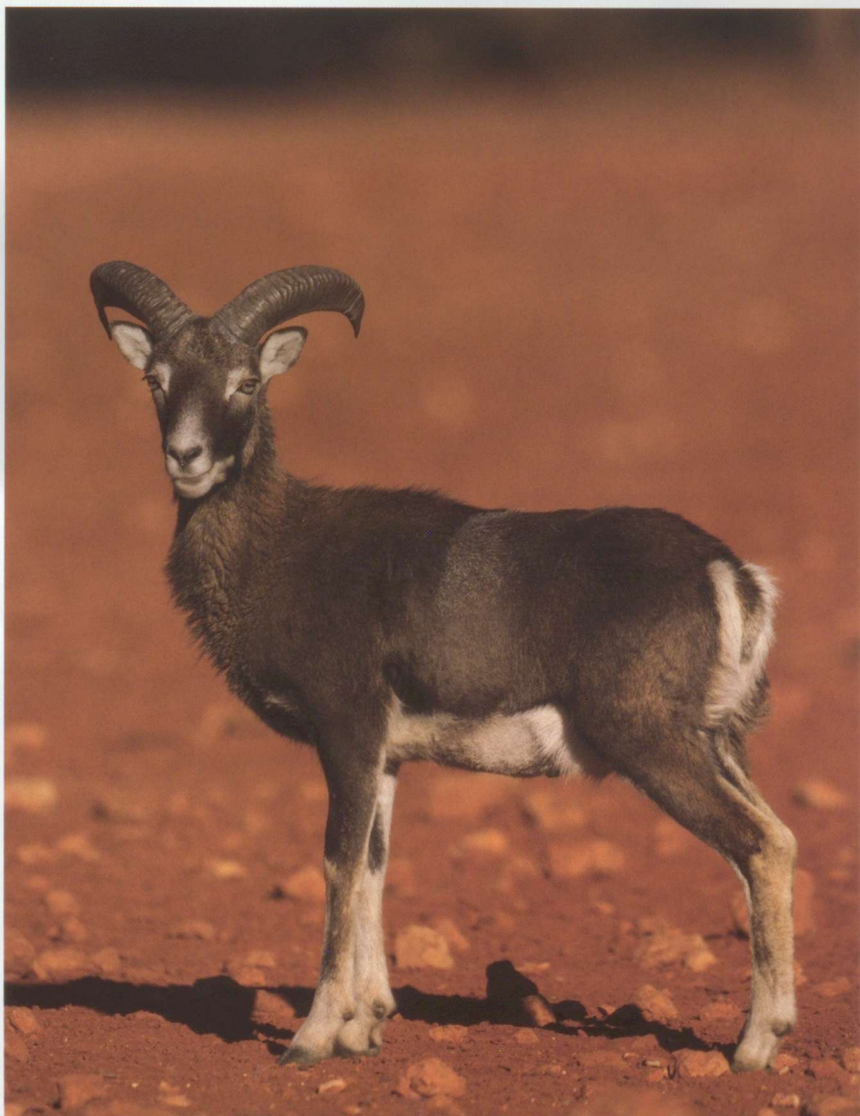
### Kolejne introdukcje

W XIX w. nastała moda na osiedlanie różnych gatunków zwierząt, zwłaszcza ssaków na obszarze Europy. Około 1840 r. grupę muflonów przetransporto-

wano z Sardynii w rejon Linzu w północnej Austrii. Poddane opiece szybko zaczęły się mnożyć, co wykorzystano do kolejnych introdukcji, jakich dokonano w połowie XIX w. na obszarze Niemiec oraz na początku drugiej połowy XIX w. na terenie dzisiejszej Słowacji i Węgier. We Włoszech – na Półwyspie Apenińskim pierwszych introdukcji muflona dokonano również w połowie XIX w. Aklimatyzacji muflona na śródłądziu Europy sprzyjało w tym czasie wyraźne ograniczenie liczebności i arealu (obszaru występowania) wilka (*Canis lupus*) i rysia (*Lynx lynx*).

Wiek XX to czas kolejnych introdukcji, m.in. w 1913 r. na Krymie. Muflona introdukowano nawet na południu Finlandii – na wysepkach Niko i Siappi oraz w Szwecji i Danii. Wprowadzono go także do obu Ameryk, gł. do USA, np. do Kalifornii i Teksasu oraz do Argentyny i Chile, a także na pacyficzny archipelag Hawajów i wyspy Kergulen na południu Oceanu Indyjskiego.

Na Wyspach Brytyjskich do przełomu XX i XXI w. nie istniała jakakolwiek popu-



lacja muflona, ponieważ wśród Brytyjczyków panuje moda na owcę Soay (ang. *Soay Sheep*). Jest to zdziczała owca domowa, którą wprowadzili mniej więcej tysiąc lat temu na Wyspę Soay u wybrzeży Szkocji skandynawscy Wikingowie. Obecnie entuzjaści tej owcy wykreowali jej populacje na kilku innych wysepkach u wybrzeży Wielkiej Brytanii oraz założyli hodowle owcy Soay na brytyjskim „śródlądziu”.

## W Polsce

Na obecne terytorium Polski muflon trafił najpierw w Sudety. Pierwsza introdukcja miała miejsce w Górach Sowich niedaleko Bielawy (rejon Dzierżoniowa) w 1901 r. lub 1902 r. i dotyczyła pięciu osobników. Druga – równie skuteczna – przeprowadzona była w latach 1912–1913 na obszarze Karkonoszy. Dwie kolejne zrealizowano w latach 1914 i 1921 w Górach Wałbrzyskich, a w 1928 r. w Masywie Śnieżnika. Ta ostatnia populacja wykazywała wyjątkowo silny trend wzrostowy, ponieważ w 1937 r. liczyła blisko 250 osobników. Wśród niemieckich właścicieli ziemskich nastała wręcz moda na posiadanie w swoich dobrach muflona i do wybuchu II wojny światowej dokonano na Dolnym Śląsku jeszcze kilku innych introdukcji tej owcy.

Na obszarze dzisiejszej wschodniej Polski pierwszej introdukcji muflona dokonano w rejonie podkarpackim: w 1935 r. introdukcji osiem muflonów dokonano nieopodal Starzawy k. Przemyśla. Introdukcja była skuteczna, gdyż latem 1939 r. stwierdzono tam ponad 20 muflonów. Zawierucha wojenna i brak odpowiedniego nadzoru spowodowały, że ostatnie osobniki z tej grupy żyły do 1944 r. Muflona wprowadzono także do Lasów Spalskich nad środkową Pilicą: w 1937 r. sprowadzono tu sześć osobników, ale wybuch II wojny światowej uniemożliwił kolejny etap planowanej introdukcji. Pod koniec lat 30. XX w. miała miejsce także introdukcja muflona na Kaszubach. Wypuszczono wówczas 9 osobników, ale chłodny i wilgotny nadmorski klimat oraz prawdopodobne przypadki kłusownictwa doprowadziły do zaniku tej populacji. Ostatnie muflony obserwowano tam w 1946 r.

W okresie II wojny światowej okupacyjne władze niemieckie, zachęcane

*Na obecne terytorium Polski muflon trafił najpierw w Sudety. Pierwsza introdukcja miała miejsce w Górach Sowich niedaleko Bielawy (rejon Dzierżoniowa) w 1901 r. lub 1902 r. i dotyczyła pięciu osobników.*

wcześniejszymi sukcesami introdukcji muflona na terytorium Rzeszy, dokonały wsiedleń tej owcy na obszarze Wielkopolski, włączonej do Trzeciej Rzeszy, jako tzw. Warthegau. W 1941 r. sprowadzono 14 muflonów w okolice Wronek, a w 1942 r. kolejne w rejon Sierakowa. Introdukcja powiodła się: w 1945 r. populacje te liczyły – odpowiednio – 35 i 30 osobników.

Generalnie czasy II wojny światowej, mimo kolejnych introdukcji, charakteryzowały się w porównaniu z końcem lat 30. XX w. spadkiem liczebności muflonów w większości utworzonych miejsc występowania. Powodem było nie tylko rozpowszechnione kłusownictwo i brak nadzoru, ale także ekspansja wilka, który od wschodu skolonizował dorzecze Odry niedługo po zakończeniu działań wojennych. Prawdopodobnie właśnie obecność tego drapieżnika wpłynęła na nieskuteczną introdukcję muflona na teren Nadleśnictwa Ciechanów – w 1950 r. sprowadzono sześć osobników tego gatunku, ale po wypuszczeniu jednej pary, która wkrótce zginęła, hodowlę tę zlikwidowano. Podobny los spotkał muflony w Wielkopolsce – powrót wilka przyczynił się do unicestwienia obydwu populacji tej dzikiej owcy. W 1948 r. polska populacja muflona szacowana była na 350–380 osobników, występujących tylko na obszarze Sudetów.

Nowej introdukcji muflona dokonano w Górach Świętokrzyskich, gdzie w 1952 r. wypuszczono trzy osobniki, a w 1956 r. kolejnych dziesięć. Populacja ta początkowo

dobrze się rozwijała, np. w 1964 r. żyło tam ok. 35 muflonów, ale później przeżywała wyraźny regres, a ostatniego osobnika odnotowano tam w 1984 r.

Jednocześnie wzmacniano populację muflona na Dolnym Śląsku – pod koniec lat 60. XX w. dokonano introdukcji w Górach Kaczawskich k. Jawora, w efekcie której w 1972 r. żyło tam ok. 15 muflonów. Populację tę zasilono w 1975 r. grupą muflonów przywiezionych z Gór Sowich.

W pierwszej połowie lat 70. XX w. powrócono do koncepcji aklimatyzacji muflona na Pomorzu, w efekcie czego w 1974 r. wsiedlono pięć tych owiec w rejonie Sławna. Wzmocniono ją w 1975 r. kolejnymi pięcioma osobnikami. Introdukcja zakończyła się sukcesem, ponieważ w 1995 r. żyło tam minimum 55 muflonów, a w 2007 r. jeszcze więcej, bo ok. 60–70. Drugą pomorską populację muflona wykreowano w rejonie Polanowa, wsiedlając w 2008 r. osiem osobników. O sukcesie tych introdukcji świadczy fakt, że w 2010 r. w rejonie Sławna, Warcina i Polanowa żyło łącznie ok. 110 muflonów.

Kolejnej introdukcji dokonano na pograniczu Pomorza i Wielkopolski, gdzie wprowadzono go w okolice Wałcza. W 1986 r. wypuszczono tam 10 osobników, ale populacja ta rozwijała się słabo – maksymalnie odnotowano tam 20 muflonów w 1990 r., a po 2008 r. nastąpił zanik tej grupy.

Od drugiej połowy lat 80. XX w. muflon stał się zwierzęciem występującym również na Mazurach: na Wzgórzach Dy-

*Introdukcje dokonywane z „użyciem” kilku  
czy kilkunastu osobników danego gatunku,  
w krótkim okresie prowadzą do zubożenia  
różnorodności genetycznej, a wymuszone  
małą liczbą osobników kojarzenie krewniacze  
niesie różnego typu negatywne konsekwencje  
wywołane depresją wsobną.*

lewskich w rejonie Olsztyńka pojawiły się w 1987 r., a w następnych latach kolejne 40 osobników uwolniono w okolicznych Nadleśnictwach Jedwabno i Stare Jabłonki. W 2010 r. populacja ta liczyła ok. 30 muflonów.

Miejsc kolejnych introdukcji sukcesywnie przybywa – dane z lat 1992–2009 mówią o co najmniej 16 nowych miejscach aklimatyzacji muflona na niżu Polski. Łącznie wypuszczono na tych stanowiskach 154 osobniki. W ten sposób utworzone stanowiska muflona na pograniczu Kujaw i Wielkopolski oraz na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej.

Polska populacja muflona w 2010 r. liczyła ok. 2811 osobników (GUS 2011). Najliczniejsza krajowa populacja muflona zasiedla Sudety, szczególnie licznie Góry Sowie i Góry Wałbrzyskie. Skrajnie północne krajowe stanowiska muflona znajdują się na Pomorzu między Koszalinem a Słupskiem oraz na pograniczu Warmii i Mazur, a południowe w okolicach Prudnika na zachodzie Górnego Śląska i w Beskidzie Śląskim oraz na południe od Rzeszowa.

Nasza sudecka populacja funkcjonuje w kontakcie z muflonami licznie zasiedlającymi czeską stronę tych gór, które kolonizują nasze obszary, np. Góry Stołowe.

## Zagrożenia

Introdukcje dokonywane z „użyciem” kilku czy kilkunastu osobników danego gatunku, w krótkim okresie prowadzą do zubożenia różnorodności genetycznej, a wymuszone małą liczbą osobników ko-

jarzenie krewniacze niesie różnego typu negatywne konsekwencje wywołane depresją wsobną. Zjawisko to odnotowano m.in. w funkcjonujących w Polsce populacjach muflona. Na przykład Sawicka (2006) stwierdziła, że w Górach Sowich aż 95% samców posiadało nieprawidłowy skręt ślimów. W części przypadków notowano skrajnie silną deformację skutkującą tworzeniem się ran powstających w wyniku notorycznego ocierania zniekształconymi ślimami o kark zwierzęcia.

Aby ograniczyć to niekorzystne zjawisko i zapobiec jego utrwaleniu, przystąpiono do zwiększenia różnorodności genetycznej muflonów zasiedlających Góry Sowie. W związku z tym w latach 2004–2006 przywieziono z Czech i Słowacji 117 muflonów i poddano je hodowli zagrodowej. W 2006 r. uwolniono z niej ok. 180 osobników w rejonie Barda i Świdnicy, aby wzmocnić w tym rejonie populację muflona.

Kalifornijskie doświadczenia nad krewniaczką muflona – owcą kanadyjską (*Ovis canadensis*) są jednoznaczne: aby izolowana populacja była żywotna, powinna liczyć co najmniej ponad 100 osobników, co daje szansę na egzystencję przez co najmniej 100 kolejnych lat. Mniej liczne populacje są – w większości przypadków – skazane na zagładę.

Na uwagę zasługuje fakt, że w nowych warunkach ekologicznych, jakie istnieją w Europie Środkowej, u samców muflona nastąpiła wyraźna zmiana morfologiczna – ślimy tryków z naszej części Europy rosną wyraźniej na planie koła i przylegają ściślej do głowy, w porównaniu z osobni-

kami z basenu Morza Śródziemnego, u których rogi są wyraźnie skierowane na boki (M. Stajszczyk – obserwacja własne).

## Problemy

Do niedawna uważano, że muflon jest zwierzyzną niewyrządzającą szkód w biocenozach, do których został wsiedlony. Klekowska (1966) pisała wręcz, że muflony są mile widzianymi przybyszami, a ich przemieszczenie się z miejsca introdukcji w Nadleśnictwie Łągów do Świętokrzyskiego Parku Narodowego uznała za zjawisko... naturalne (sic!).

Dzisiejsza wiedza, jaką dysponują przyrodnicy, wskazuje na zagrożenia, jakie niesie obecność muflona na przynajmniej części jego stanowisk. Otóż wyniki monitoringu obszarów i siedlisk objętych siecią Natura 2000 wykazały, że muflony lokalnie destrukcyjnie oddziałują na cenne przyrodniczo siedliska, w tym te uznane za priorytetowe, np. na naskalne i rumoszowe zbiorowiska roślinne. Ulegają one degradacji na skutek naruszania przez muflony miejsc pokrytych wrażliwą na wydeptywanie roślinnością, co uruchamia procesy erozyjne i przyczynia się do degradacji i nienaturalnie silnej erozji stoków. Zjawisko to odnotowane zostało m.in. w rejonie Wałbrzycha w dolinie Czyżynki, chronionej jako obszar sieci Natura 2000 – ostoja siedliskowa Dobromierz PLH020034. Na stromych i nasłonecznionych stokach doliny Czyżynki występuje siedlisko naskalnych muraw z kostrzewą bladą (*Festuca pallens*), a także rumowiska krzemianowe i piargi oraz zbiorowiska naskalne skał krzemianowych. Inną ostoją siedliskową, której flora i siedliska naskalne są zagrożone obecnością muflona, jest ostoja Przełom Pełcznicy pod Książem – PLH020020. Występują tam m.in. ściany skalne i urwiska krzemianowe ze zbiorowiskami z *Androsacetalia vandelli*, a także płaty muraw naskalnych z kostrzewą bladą i gołoborza krzemianowe.

## Jaka przyszłość?

Niepożądana obecność muflona w Polsce i Europie powinna skłonić decydentów do jego wyeliminowania z obszarów poza jego naturalnym zasięgiem. W sukurs człowiekowi przychodzą nasze

rodzime duże ssaki drapieżne, zwłaszcza wilk (*Canis lupus*) i ryś (*Lynx lynx*). Ponowny proces zasiedlania Sudetów przez te obydwie drapieżniki daje nadzieję, że liczebność muflona w bliskiej nam przyszłości będzie sukcesywnie malała. Jednak to człowiek (*Homo sapiens*) jest odpowiedzialny za wprowadzenie muflona na nasz kontynent, więc to przede wszystkim na ludziach spoczywają problemy związane z naprawieniem tego błędu. Jednym z problemów może okazać się kłusownictwo skierowane przeciw wilkowi i rysiu realizowane potencjalnie przez członków PZŁ, którzy mogą być zainteresowani utrzymaniem muflona w Sudetach z racji zysków i prestiżu, jakie są ich udziałem. Stąd też np. obrona muflona werbalizowana przez myśliwych i leśników z Nadleśnictwa Świdnica.

Natomiast w Azji Zachodniej na wielu obszarach, gdzie w przeszłości żył muflon, a którego tam później wytepliono, istnieje potrzeba przywrócenia go na tereny opuszczone przez niego w wyniku działalności człowieka. Osobliwa sytuacja panuje w Turcji, gdzie muflon anatolijski zachował się na małym stanowisku w centralnej części tego państwa, w rejonie Bozdag w liczbie zaledwie jednego tysiąca. Zachowały się jednak fragmenty odpowiednich siedlisk, w których mogłyby funkcjonować wyteplone w przeszłości muflony anatolijskie. Teoretycznie istnieje możliwość zwiększenia liczebności i zasięgu tej formy muflona w Azji Mniejszej.

Podobnie jak u jelenia wschodniego (*Cervus nippon*) sytuacja jest dość kuriozalna: na obszarze naturalnego arealu jest wiele miejsc, gdzie muflon mógłby ponownie żyć, ale niewiele się robi, aby mógł powrócić na obszar naturalnego zasięgu. Tymczasem dzięki myśliwym duże populacje tego gatunku funkcjonują na różnych kontynentach, będąc źródłem problemów, takich jak szkody w ekosystemach naskalnych i w gospodarce leśnej (spalowanie, zgryzanie) oraz konkurowanie z rodzimymi roślinożercami, jak np. sarna (*Capreolus capreolus*) i jelen europejski (*Cervus elaphus*).

#### Literatura:

- Fedosenko A.K. i Blank D.A. 2005. *Ovis ammon*. [www.science.smith.edu/msi/pdf/773\\_Ovis\\_ammon.pdf](http://www.science.smith.edu/msi/pdf/773_Ovis_ammon.pdf) · Plik PDF.



fol. M. Stajszczyk

- Grabińska B. 2007. Zmienność przestrzenna i czasowa rozmieszczenia ssaków łownych Polski. Warszawa.
- Heptner V.G., Nasimowih A.A., Bannikov A.G. 1988. *Mammals of the Soviet Union*. Washington.
- Jarosz M. 2014. Zlikwidować muflony?. [http://swidnica.gosc.pl/doc\\_pr/1941790.Zlikwidowac-muflony](http://swidnica.gosc.pl/doc_pr/1941790.Zlikwidowac-muflony).
- Kaya M.A. i Aksoylar M.Y. 1992. Bozdag (Konya) da Yasayan Anadolu Yaban Koyunu, *Ovis orientalis anatolica*. w: Tubitak – Doga Zooloji Dergisi. 16,2: 229–241.
- Keyser W. 2005. Corsican Mouflon. [www.corsica-isula.com/downloads/Corsican\\_Mouflon.pdf](http://www.corsica-isula.com/downloads/Corsican_Mouflon.pdf) · Plik PDF.
- Klekowska 1966. "Korsykanin" podbija Europę. w: *Przyroda Polska* nr 6.
- Pedrotti i Toso S. 2000. *Italian Mammals*. w: Catalano U., Spagnesi M., Toso S. i Marinis de A.M. (red.) Bologna.
- Shackleton D.M. (red.) & the IUCN/SSC Caprinae Specialist Group. 1997. *Wild Sheep and Goats and their Relatives*. Gland – Cambridge.
- Solarz W. 2011. *Ovis ammon*. w: Głowaciński Z. (red.) *Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski*.
- Świerkosz K. i Zajac K. (red.) 2012. *Obszary Natura 2000 na Dolnym Śląsku*. Wrocław.

#### Marek Stajszczyk

Historyk i geograf. Pomysłodawca ostoi ornitologicznych o randze międzynarodowej: 1. Grądy Odrzańskie, 2. Dorzecze Stobrawy. Współpracownik: Muzeum Zoologicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, Zakładu Ochrony Przyrody PAN we Wrocławiu i Krakowie, Zakładu Ornitologii PAN w Gdańsku, Ogólnopolskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków, Biura Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej

**NIE PRZEGAPI!**  
W kolejnym numerze:  
**Dlaczego seks jest potrzebny?**  
– ewolucyjne aspekty rozmnażania bezpłciowego i płciowego

# WZBUDZENIE





# ZAINTERESOWANIA

**PROFESOR DR MICHAEL WINK** (ur. 1951) studiował biologię, chemię i statystykę na Uniwersytecie w Bonn. Obecnie jest dyrektorem Instytutu Farmacji i Biotechnologii Molekularnej na Uniwersytecie w Heidelbergu. Jednakże spektrum jego zainteresowań badawczych jest znacznie szersze niż nazwa instytutu i obejmuje także systematykę zwierząt, ornitologię, ochronę przyrody, badania roślin medycznych i użytkowych, a nawet ewolucję człowieka. Opublikował kilkanaście książek i podręczników, a także ponad 650 prac naukowych, które były cytowane ponad 20 tysięcy razy. Otrzymał liczne granty, wyróżnienia i nagrody, zarówno za działalność naukową, jak i popularyzatorską. Cechą charakterystyczną publikacje i prezentacje prof. Winka jest ich multidyscyplinarność, przy jednoczesnym świeżym i zaskakującym spojrzeniu na naturę rzeczy. Wypromował ponad 90 doktorantów i dziesiątki magistrantów, a wielu z nich jest już profesorami w różnych krajach świata. Więcej informacji o badaniach prof. Winka znajduje się na jego stronie internetowej: <http://www.uni-heidelberg.de/institute/fak14/ipmb/phazb/akwink.html>

Specjalnie dla naszego czasopisma przeprowadziliśmy z prof. Winkiem wywiad podczas jego pobytu w Instytucie Zoologii UP w Poznaniu.



powinno być

TWARZĄ W TWARZ

GŁÓWNYM CELEM

nauki każdego przedmiotu...

W ramach projektu „Akademicki Poznań” na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu przebywał, wygłosił wykład, poprowadził seminarium i udzielił wywiadu dla „Biologii w Szkole” prof. dr Michael Wink.

**Panie Profesorze, dziękujemy serdecznie, że zechciał Pan poświęcić nam swój czas i zgodził się na udzielenie wywiadu dla czasopisma „Biologia w Szkole”. Pierwsze pytanie wydaje się zupełnie naturalne: proszę powiedzieć, kiedy zaczął Pan interesować się przyrodą?**

Przyrodnicza pasja rozwijała się we mnie już od najmłodszych lat. Będąc czterolatkiem, zadawałem mnóstwo pytań i bardzo mocno interesowała mnie przyroda. W wieku 12 lat zacząłem prowadzić dziennik obserwacji ptaków i nagrywać ich głosy. Podchodziłem do sprawy bardzo poważnie, starając się uczyć nowych gatunków i poszerzać swoją wiedzę. Jako nastolatek mieszkałem w Bonn, ówczesnej stolicy Niemiec, i w każdym wolnym czasie odwiedzałem Muzeum Historii Naturalnej. Ciekawiło mnie wszystko, co było w nim wystawione. Kiedy miałem 14 lat, moja o kilka lat starsza siostra, która w tym czasie studiowała na Wydziale Biologii Uniwersytetu w Bonn, zaprosiła mnie na swoją uczelnię. Spotkałem tam profesora, który, mimo że był bardzo zajęty, poświęcił mi czas i oprowadził po całym budynku, przy okazji pokazując i opowiadając o wystawionych eksponatach. W tym dniu, mając zaledwie 14 lat, postanowiłem zostać profesorem biologii. Nawet teraz, choć z uśmiechem wspominam to wydarzenie, uważam, że był to szalony pomysł. Ale, jak widać, udało mi się osiągnąć postawiony cel.

**Pasja odegrała więc w Pana życiu ważną rolę. Czego jeszcze potrzeba, żeby osiągnąć taki sukces?**

Jestem biologiem o bardzo szerokich zainteresowaniach. Żeby uważać się za takiego, trzeba spędzić wiele, wiele czasu na obserwowaniu przyrody, prowa-

dzeniu notatek, studiowaniu literatury, identyfikowaniu gatunków roślin i zwierząt. Jest to nieustanne ćwiczenie i nauka nowych rzeczy. Jeśli nie ma się do tego zamiłowania, to godziny spędzone na nauce człowiek będzie uważał za zmarnowane, nie zaś za właściwie spożytkowane. Tak jest z każdą rzeczą, której chcemy się podjąć w życiu. Nasta-

---

*Interesując się przedmiotem  
badań, człowiek chce  
odkrywać  
i dowiadywać się o nim  
coraz więcej.*

---

wienie jest kluczowym elementem procesu nauki, a wzbudzenie zainteresowania powinno być głównym celem nauki każdego przedmiotu. Interesując się przedmiotem badań, człowiek chce odkrywać i dowiadywać się o nim coraz więcej.

**Sokrates powiedział: „Wiem, że nic nie wiem”. Czy wraz z odkrywaniem świata wiemy o nim coraz mniej?**

Filozoficznie zdanie to jest poniekąd atrakcyjne. Jednak wiemy dzisiaj o świecie naprawdę dużo, a biologia jest szczęśliwie tą gałęzią nauki, w której nastąpił ogromny skok do przodu. Dysponujemy mikroskopami elektronowymi, umiemy odczytywać zapis w DNA. Problem polega jednak na tym, że funkcjonujemy w świecie modeli badawczych i hipotez.

Cały czas więc mamy kilka odpowiedzi na jedno postawione pytanie i każda z nich, w zależności od spojrzenia, może być poprawna. To tak, jakby odpowiadając na pytanie, otworzyć drzwi do pomieszczenia, w którym są już kolejne. W zależności, które z nich otworzymy, pojawiają się przed nami następne pokoje z następnymi drzwiami i pytaniami do rozwiązania. Ten proces nigdy nie ustanie.

**Jest Pan nie tylko świetnym naukowcem, ale też popularyzatorem nauki. Jaki jest najlepszy sposób na dotarcie do młodych osób i przekazanie im wiedzy?**

Odpowiedź jest prosta. Najefektywniejsza nauka ma miejsce wtedy, gdy opowiadając o niej i własnych badaniach, zainteresuje się ucznia czy studenta prowadzonym przedmiotem.

**W jak sposób to osiągnąć?**

Najprostszym sposobem wzbudzenia zainteresowania jest zaangażowanie uczniów w realną pracę związaną z prowadzonym przedmiotem. Dzięki temu mogą oni sami, na własnej skórze poznać atmosferę panującą w laboratorium, sprawdzić swoje umiejętności, rozwijając je lub chociażby poczuć się potrzebnymi i ważnymi, wykonując pewne czynności. Jest jeszcze jedna ważna rzecz obok zaangażowania fizycznego – zaangażowanie emocjonalne, które łatwo jest osiągnąć właśnie przez włączanie uczniów w różnego rodzaju projekty. Osobiście bardzo lubię wyjścia terenowe ze swoimi studentami. Dni spędzone poza murami uczelni to momenty, które i ja, i moi wychowankowie najlepiej wspominamy po latach. Nieformalne rozmowy do rana, wspólne stawianie pytań i odpowiadanie na nie czy chociażby wieczory spędzone przy ognisku to piękne chwile, które na długo zapadają w pamięć.

**Może dobrym rozwiązaniem są nowoczesne modele edukacji, w których student sam wybiera przedmioty i tematy, które go interesują?**

Największe zainteresowanie zawsze widać w przedszkolu. Wszystkie dzieci z otwartymi buziąmi słuchają wystąpienia, po czym zadają niekończące się pytania. Często zdumiewa mnie wiedza, jaką dysponują. Na swoim uniwersytecie prowadzimy Uniwersytet Dziecięcy dla dzieci w wieku od 8 do 10 lat. Nigdy wśród prawdziwych studentów nie widziałem takiego zainteresowania tematem jak wśród tych dzieci. Po kilku latach szkolnej edukacji ich nastawienie zmienia się diametralnie. Inne sposoby podejścia do edukacji niż konwencjonalne mogą być więc ciekawą alternatywą.

**Jak w takim razie oceni Pan Profesor najnowsze trendy w edukacji, które zastępują tradycyjne lekcje kursami internetowymi?**

Może być to dobre uzupełnienie tradycyjnie prowadzonej lekcji, jednak nigdy jej nie zastąpi! Wykład prowadzony w sali, która posiada swój indywidualny charakter, żywy kontakt z nauczycielem i swoista interakcja mistrz–uczeń to elementy, których nie znajdziemy nawet w najlepszym kursie prowadzonym przy pomocy internetu. Mnie osobiście nowe technologie pozwalają utrzymywać kontakt ze swoimi studentami, którzy są obecnie rozsiani po całym świecie. Nawiązuje się między nami często nie tylko relacja zawodowa, ale także przyjacielska. To może dlatego mam w Niemczech przydomek: Doktor Ojciec.

**Z roku na rok coraz więcej młodych osób chce studiować. Czy uważa Pan to za dobry trend? Często mówi się, że wraz ze wzrostem liczby studentów spada jakość edukacji.**

Jest to jak najbardziej pozytywny trend. Potrzebna nam jest jednak proporcjonalnie rosnąca liczba pracowników naukowych i dydaktycznych. W Stanach Zjednoczonych czy Anglii na jednego nauczyciela przypada o wiele mniej studen-

---

*Jeśli chcemy mieć naprawdę dobrą edukację, powinniśmy zwiększyć zatrudnienie w sektorze edukacji oraz dążyć do jak najmniejszej liczby uczniów przypadającej na jednego nauczyciela.*

---

tów niż w Polsce czy Niemczech. Problemem nie jest więc wzrastająca liczba studentów, a utrzymująca się niska liczba zatrudnionych nauczycieli. Jeśli chcemy mieć naprawdę dobrą edukację, powinniśmy zwiększyć zatrudnienie w sektorze edukacji oraz dążyć do jak najmniejszej liczby uczniów przypadającej na jednego nauczyciela. Pieniądże wydane na edukację, przynajmniej w dłuższej perspektywie, zawsze się zwracają.

**Nauczyciel jest więc najważniejszym elementem edukacji?**

Tak. Jeśli nauczyciel nie jest zainteresowany biologią, nie posiada odpowiedniej wiedzy, to jest to bardzo zły sygnał. Pamiętam ze szkoły swojego nauczyciela, który naprawdę rozumiał rzeczy, które próbował nam przekazać. Problemu jednak trzeba się doszukiwać na poziomie edukacji wyższej przyszłych pedagogów. Podczas studiów mają oni niewystarczającą, moim zdaniem, liczbę godzin, chociażby podstaw biologii. Często nie są wystarczająco przygotowani merytorycznie do prowadzenia przedmiotu.

**Poruszamy temat edukacji. Jaka będzie przyszłość biologii jako dyscypliny naukowej w kolejnych 50 latach? Czekają nas nowe odkrycia i przełomowe teorie?**

Biologia łączy obecnie bardzo dużo różnych dyscyplin. Trudno jest nawet powiedzieć jednoznacznie, czym ona jest obecnie. Porównując z chemią lub

fizyką, w której nauczanie podstaw nie zmieniło się zasadniczo od 100 lat, w biologii pojawiło się bardzo dużo odkryć i osiągnięć. Ta dziedzina rozrosła się tak mocno, że obecnie ciężko znaleźć osobę, która określi się jednoznacznie biologiem, a raczej przypisze sobie takie określenia, jak: ekolog, biolog środowiskowy czy chociażby genetyk. W tradycji biolog był osobą, która dysponowała szeroką wiedzą ze świata roślin i zwierząt. Ten model, wydaje się, że przeminął, co uważam za dużą stratę dla tej dziedziny.

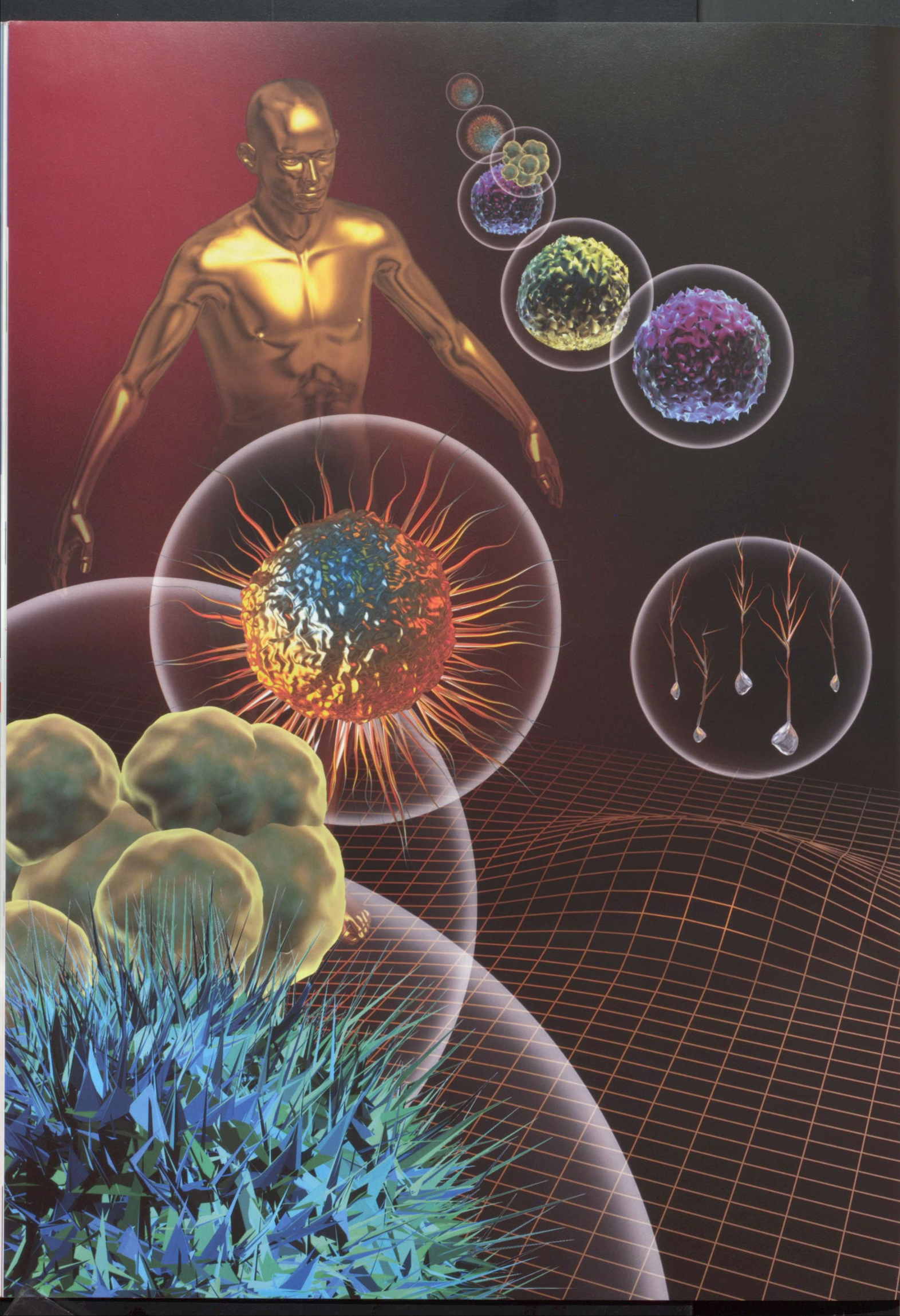
**Na koniec proszę powiedzieć, jaki jest Pana największy sukces w edukacji?**

Zawsze cieszą wyedukowani studenci. Jednak może warto na sprawę spojrzeć szerzej. Mam na swoim koncie kilka tytułów książek. Pisanie jest bardzo pracochłonnym zajęciem, ale i najbardziej efektywnym. Trzeba zmieścić całą swoją wiedzę w jednej monografii, a specjalizuję się w przybliżaniu wiedzy o roślinach trujących i medycznych. Zawsze cieszy mnie, kiedy spotykam swoich czytelników, a oni zadają mi dodatkowe pytania. Zdecydowanie zatem wydane przeze mnie książki uważam za najważniejszy sukces w edukacji.

**Bardzo dziękujemy za rozmowę.**

**mgr inż. Stanisław Świtek  
prof. dr hab. Piotr Tryjanowski**

*Institut Zoologii UP w Poznaniu*



# Różnicowanie się KOMÓREK,

## czy da się odwrócić czas?

**R**óżnicowanie się komórek to proces, w trakcie którego z niewyspecjalizowanych komórek macierzystych bądź merystemalnych u roślin wykształcają się komórki różnych typów i rodzajów, które pełnią odmienne role w dorosłym organizmie. Zjawisko różnicowania najsilniej występuje podczas rozwoju zarodkowego, co nie oznacza jednak, że w dorosłym osobniku ten proces nie zachodzi, ma on jednak o wiele mniejszą skalę. Sam proces różnicowania wyraźnie zauważalny jest pod mikroskopem, gdzie można dostrzec, jak zmienia się wielkość, kształt i ruchliwość komórek. Niezróżnicowane komórki mają zazwyczaj kulisty kształt. Podczas różnicowania wewnątrz komórki zachodzą zmiany niedostrzegalne przez mikroskop, takie jak zmiana składników cytoplazmy czy właściwości fizjologicznych. Proces ten jest ściśle kontrolowany przez selektywną ekspresję genów. Co ciekawe, różnicowanie się komórek nie ma wpływu na materiał genetyczny w nich zawarty. Prawie każdy typ zróżnicowanej komórki ma w obrębie jednego organizmu taką samą informację genetyczną zawartą w DNA, z wyjątkiem takich komórek jak eryocyty, które w trakcie dojrzewania pozbywają się jąder komórkowych.

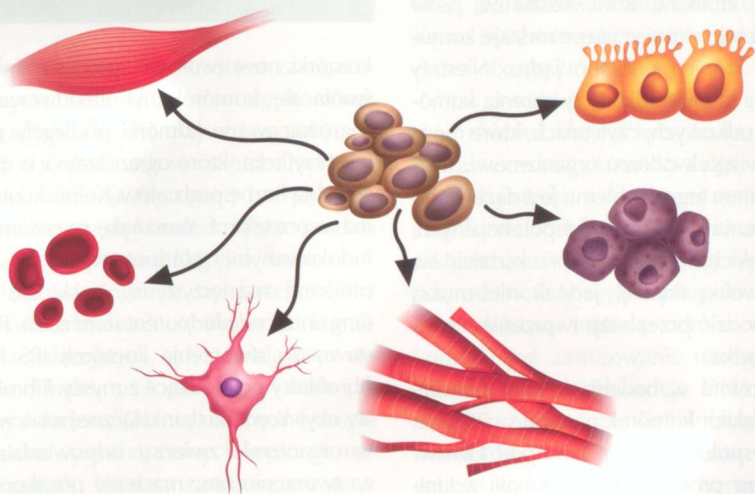
U zwierząt, jak i u ludzi komórki macierzyste powstają na etapie życia zarodkowego, dokładnie w tzw. węzle zarodkowym, który jest fragmentem blastocysty. To właśnie te komórki, które zawarte są

w węzle zarodkowym, dają początek wszystkim typom komórek i tkanek znajdującym się w organizmie. Zróżnicowane komórki, w przeciwieństwie do komórek macierzystych, podlegają tzw. limitowi Hayflicka. Limit ten informuje o maksymalnej liczbie podziałów, których może dokonać komórka. Ograniczenie to wynika z faktu, że przy każdym powielaniu chromosomów skróceniu ulegają telomery, czyli fragmenty chromosomu znajdujące się na jego końcu zbudowane z wielokrotnych powtórzeń tej samej sekwencji nukleotydów. W 1961 r. Leonard Hayflick odkrył, że kultura komórek płodu może

dzielić się jedynie 40–60 razy, nim podziały zostaną zatrzymane. Zjawisko to jest silnie powiązane z procesem starzenia się komórek.

Obecnie komórki macierzyste potrzebne do badań pobiera się głównie z embrionów, co w przypadku prac nad komórkami ludzkimi budzi duże wątpliwości moralne i dyskusje etyczne, dlatego też naukowcy od lat szukają skutecznego sposobu na cofnięcie komórek, które już są zróżnicowane, do etapu komórki macierzystej.

Dlaczego komórki macierzyste są tak istotne dla świata nauki? Ponieważ mając



Komórki macierzyste mogą dać początek takim tkankom i komórkom jak mięśnie, czerwone krwinki, komórki nerwowe, naczynia krwionośne, komórki wątroby czy też komórki nabłonka. Wymienione typy oczywiście nie wyczerpują wszystkich możliwości komórek macierzystych.

zdolność do zmiany w każdą możliwą tkankę organizmu, posiadają ogromny potencjał w medycynie regeneracyjnej. Dzięki nim możliwe będzie leczenie chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Parkinsona czy Alzheimer, ale także wielu innych, jak cukrzyca czy stwardnienie rozsiane. Oprócz odtwarzania uszkodzonych tkanek prace nad komórkami macierzystymi pozwalają snuć przypuszczenia o odtwarzaniu całych organów, które będąc zgodne genetycznie z biorcą, nie będą grozić odrzuceniem przez organizm pacjenta.

Transfer jądra komórki zróżnicowanej do komórki jajowej był pierwszym zaproponowanym rozwiązaniem pozwalającym na „wyzerowanie” stanu komórki i przywróceniu jej zdolności odtworzenia dowolnej innej komórki. Metoda ta polega na pobraniu jądra komórki zróżnicowanej i umieszczeniu go w komórce jajowej, która uprzednio została pozbawiona własnego jądra. Białka znajdujące się w komórce jajowej powodują zmienioną ekspresję genów we wszczepionym jądrze. Dzięki odpowiedniej stymulacji takiej komórki ze zmienionym jądrem, np. poprzez traktowanie jej impulsami prądu elektrycznego, można pobudzić ją do rozpoczęcia procesu embriogenezy. Inny sposób z tak zmienionej komórki można otrzymać klon organizmu, z którego pobrano materiał genetyczny. Jak dotąd dzięki tej metodzie otrzymano sklonowane okazy owiec, bydła, myszy, kóz, świń, kotów, królików, koni, szczurów, psów oraz frettek, stosując różne rodzaje komórek, z których pobrano jądro. Niestety metoda ta prowadzi do tworzenia komórek zarodkowych, czyli takich, które mogą dać początek całemu organizmowi. Rozwiązaniem tego problemu jest dążenie do stworzenia komórek pluripotencjalnych, czyli takich, które mogą przekształcić się w dowolną tkankę, jednak nie muszą przechodzić przez etap tworzenia nowego zarodka.

Przełom w badaniach nad stworzeniem takich komórek nastąpił w 2006 r., gdy zespołowi naukowców pod kierownictwem prof. Shin'ya Yamanaki z Uniwersytetu w Kyoto udało się cofnąć zróżnicowane komórki do stanu komórek macierzystych bez konieczności stosowania komórek jajowych. Przedtem w biologii popularny był pogląd, że wykluczając



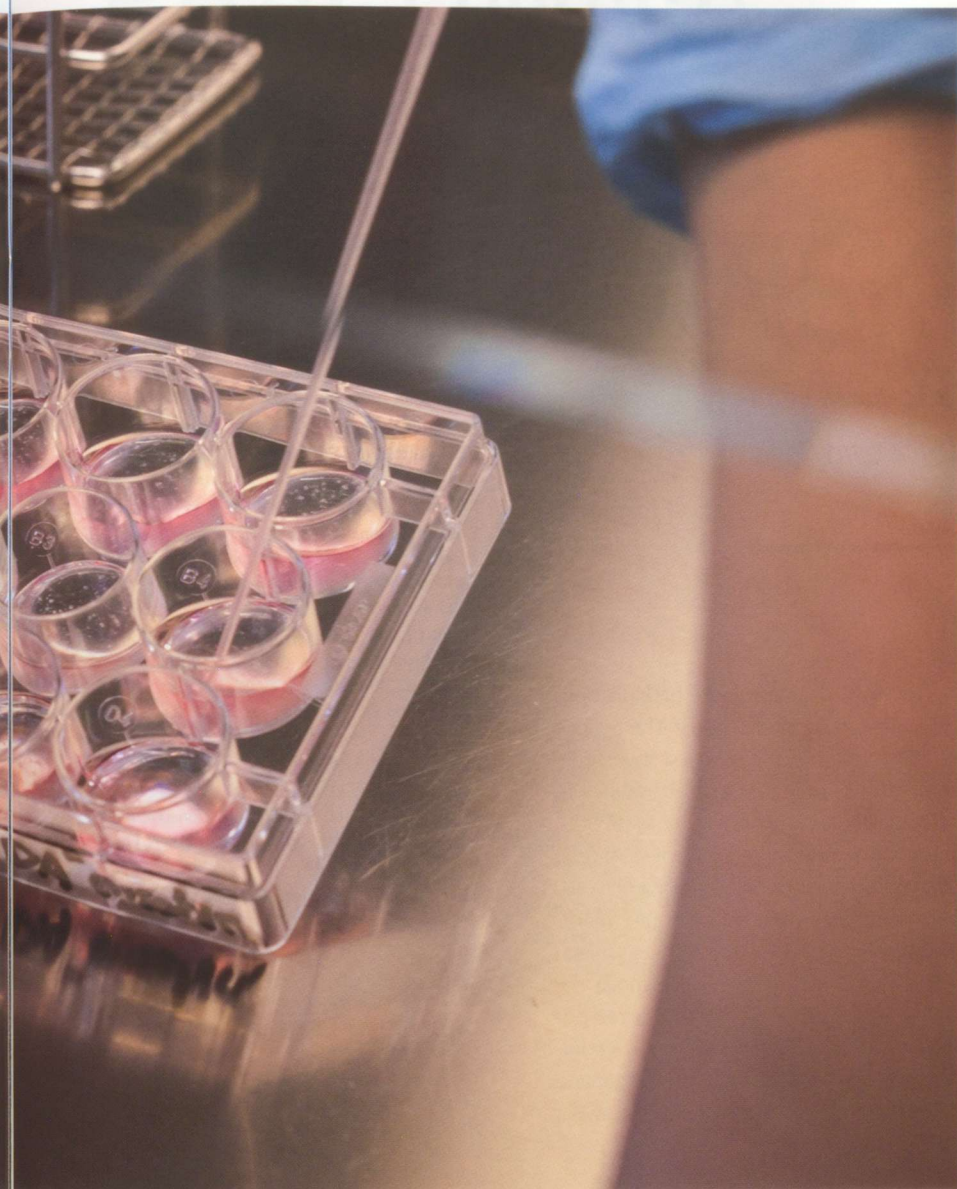
komórki nowotworowe, proces różnicowania się komórek był nieodwracalny, a zróżnicowane komórki podlegały prawu Hayflicka, które ograniczało ich maksymalną liczbę podziałów. Komórki otrzymane przez prof. Yamanakę nazywane są indukowanymi pluripotencjalnymi komórkami macierzystymi, w skrócie iPS (ang. *induced pluripotent stem cells*). Podstawą do stworzenia komórek iPS były fibroblasty pochodzące z myszy. Fibroblasty, czyli komórki tkanki łącznej właściwej, w organizmie zwierząt odpowiedzialne za tworzenie tzw. macierzy pozakomórkowej oraz syntezę kolagenu, są również wykorzystywane jako komórki-żywiciela w liniach komórek macierzystych. Właśnie kombinacja tych cech sprawiła, że zostały wybrane jako cel badań. Obser-

---

*U zwierząt, jak i u ludzi komórki macierzyste powstają na etapie życia zarodkowego, dokładnie w tzw. węzle zarodkowym, który jest fragmentem blastocysty.*

---

wowane pod mikroskopem fibroblasty wykazują charakterystyczny gwiazdasty kształt, co czyni je łatwymi do odróżnienia od komórek macierzystych.



Badacze wyselekcjonowali 24 potencjalne geny, które utrzymują komórkę w stanie niezróżnicowanym i poprzez transfekcję retrowirusową wszczepili je do fibroblastów. Metoda ta polega na wkłoniowaniu interesujących genów do cząsteczki retrowirusa pozbawionego zjadliwości. Retrowirusy to rodzina wirusów, które swój materiał genetyczny przechowują w postaci cząsteczek RNA. Cechą charakterystyczną retrowirusów jest ich zdolność do odwrotnej transkrypcji, czyli przepisania informacji z RNA na cząsteczkę DNA – zawdzięczają to enzymowi zwanemu odwrotną transkryptazą.

Na dalszych etapach badań liczbę genów udało się zredukować do zaledwie czterech: *Oct3/4*, *Klf4*, *Sox2* oraz *c-Myc*. Gen *Oct3/4* koduje czynnik transkrypcyj-

ny wiążący oktamer, który jest zaangażowany w samoodnawianie się komórek macierzystych. Jest aktywny w oocytach oraz w embrionach w fazie preimplantacyjnej. Inhibicja tego genu prowadzi do różnicowania się komórek. *Klf4* to gen kodujący białko zwane *Krüppel-like factor 4*, będące wskaźnikiem, czy dana komórka posiada właściwości zbliżone do komórek macierzystych, gdyż działa jako represor białek p53. *Sox2*, podobnie jak geny z rodziny *Oct*, są niezbędne do samoodnowy embrionalnych komórek macierzystych. Niestety zastosowanie genu *c-Myc* ogranicza potencjalne obszary zastosowania w medycynie komórek iPS, gdyż ten gen ma właściwości onkogenne, czyli jest zdolny do wywołania nowotworu.

Naturalnym kolejnym etapem było sprawdzenie, czy taki sam wynik da transfekcja dokonana na ludzkich fibroblastach. Niespełna rok po ogłoszeniu wyników pracy nad iPS dokonał tego ten sam zespół naukowców pod kierownictwem prof. Shinya Yamanaki, który wyselekcjonował cztery niezbędne geny. Udało się przeprogramować ludzkich zróżnicowanych komórek do stanu pluripotencji, co pozwoliłoby na stworzenie komórek macierzystych specyficznych dla pacjenta. Ludzkie komórki iPS, jak oczekiwano, wykazywały wysoką aktywność telomerazy, czyli enzymu, który wydłuża telomery. Podobnie jak w przypadku mysich komórek iPS ludzkie indukowane pluripotencjalne komórki macierzyste również miały zdolność zróżnicowania się w dowolne typy tkanek. Udało się również celowo zróżnicować je do komórek nerwowych oraz sercowych, stosując poznane metody kierunkowego różnicowania komórek macierzystych. Wcześniej opisane metody cofnięcia w rozwoju zróżnicowanych komórek macierzystych bazują na wprowadzeniu do komórek transgenów (czyli genów pochodzących z innego gatunku) przy użyciu cząsteczek wirusowych. Ze względu na możliwą integrację wszczepianych genów z genomem docelowej komórki opracowano wiele zmodyfikowanych metod otrzymywania indukowanych pluripotencjalnych komórek macierzystych, które niosą potencjalnie mniejsze ryzyko niepożądanych modyfikacji. Jednakże wszystkie z nich opierają się na materiale genetycznym pochodzącym z obcego źródła.

Jak dotąd komórki iPS udało się uzyskać również innymi sposobami, takimi jak zastosowanie plazmidów, czyli najczęściej kolistych, pozachromosomowych cząsteczek DNA. Niestety ta metoda charakteryzuje się dużo mniejszą wydajnością od metody wykorzystującej wirusy. Inną ciekawą metodą odróżnicowania komórki jest zastosowanie transpozonu. Transpozony to sekwencje DNA, które mogą „przemieszczać się” w obrębie genomu komórki, dzięki zawartemu w nich genowi kodującemu enzym transpozazę. Zjawisko to odkryto w latach 30. XX wieku, jednak otrzymało ono Nagrodę Nobla dopiero w 1983 r. – przyznano ją Barbarze McClintock. Specyficzną odmianą transpozonów są te zwane „skaczącymi gena-

Komórki otrzymane przez  
prof. Yamanakę nazywane są indukowanymi  
pluripotencjalnymi komórkami  
macierzystymi, w skrócie iPS.  
Podstawą do stworzenia komórek iPS były  
fibroblasty pochodzące z myszy.

mi”, gdyż mogą wycinać się z jednego miejsca w genomie i wklejać do innego bądź też kopiować i umieszczać swe kopie w różnych rejonach genomu, jednak nie posiadają sekwencji kodującej transpozazę. Takie przeskoki możliwe są dzięki enzymowi zwanemu transpozazą, który „pożyczają” od właściwych transpozonów określanymi jako autonomiczne, który to enzym wycina transpozon i nacina sekwencję genomowego DNA w docelowym miejscu. Właśnie te właściwości zwróciły uwagę badaczy pracujących nad indukcją pluripotencjalnych komórek macierzystych, gdyż potencjalne zastosowanie transpozonów pozwoliłoby na wyeliminowanie korzystania z cząsteczek wirusowych.

W celu sprawdzenia tej metody wybrano transpozon *piggyBac* zwany w skrócie PB. Transpozon PB jest mobilnym elementem genetycznym, który ma zdolność do wydajnego przemieszczania się pomiędzy wektorem a chromosomem poprzez mechanizm wycinania i wklejania. Enzym transpozaza PB rozpoznaje sekwencje specyficzne dla transpozonu zwane ITRs (ang. *inverted terminal repeat sequences*), które znajdują się na obu końcach wektora, i efektywnie przenosi jego zawartość. Przy tym podejściu generowania komórek iPS również wykorzystano te same cztery geny, co w przypadku wykorzystania cząsteczek wirusowych. Tym razem jednak zostały one umieszczone na transpozonie *piggyBac*.

Jak dowodzą najnowsze badania opublikowane przez prof. Zhou z The Scripps Research Institute, możliwe jest stworzenie komórek iPS przy użyciu zrekombinowanych białek (komórki te zwane są piPSC – ang. *protein induced pluripotent stem cell*). Otrzymano je, podobnie jak w innych eksperymentach, z mysich embrionalnych fibroblastów. We wcześniejszych badaniach udowodniono, że różne białka mogą zostać dostarczone do komórki poprzez połączenie ich z krótkim peptydem pośredniczącym w przenoszeniu białek. Otrzymane mysie komórki piPSC zachowały swoją stabilność podczas namnażania i 30 pasażi, zaś morfologicznie były one nie do odróżnienia od naturalnych embrionalnych komórek macierzystych.

Indukowane pluripotencjalne komórki macierzyste są ogromnym krokiem naprzód zarówno w naukach biologicznych, jak i medycynie. Mimo wczesnego etapu badań nad procesem ich tworzenia dają nadzieję na rozwiązanie etycznego problemu z wykorzystywaniem komórek macierzystych pochodzących z płodów. Każda z dotychczas opracowanych metod indukcji pluripotencji niestety nie jest doskonała. Nie należy jednak zapominać, że jest to dopiero początek prac nad tym zagadnieniem, a kolejne badania eliminują wcześniejsze problemy. Przed zastosowaniem komórek iPS jako skuteczny terapeutyk, stoi szereg wad, które na dzień dzisiejszy wykluczają badania wpływu tych komórek na ludzi.

## Literatura:

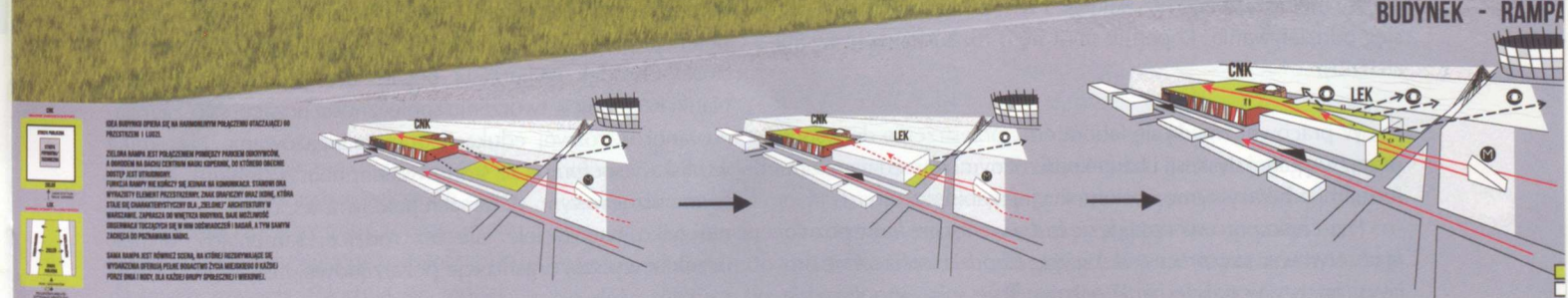
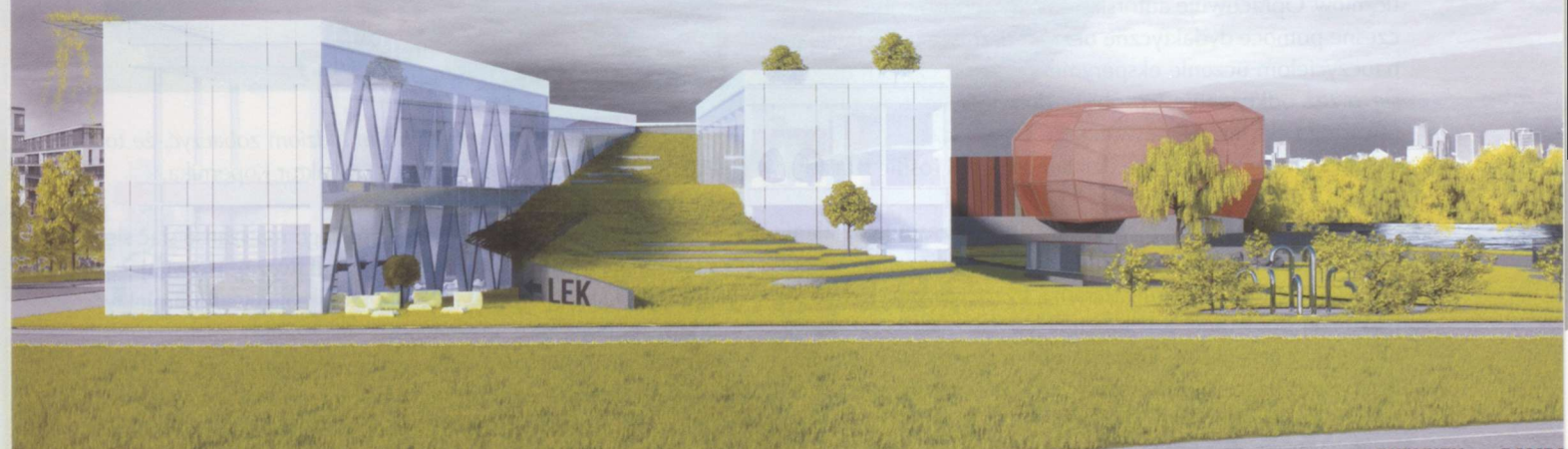
- Baguisi A, Behboodi E, Melican DT, Pollock JS, Destremes MM, Cammuso C, Williams JL, Nims SD, Porter CA, Midura P, Palacios MJ, Ayres SL, Denniston RS, Hayes ML, Ziomek CA, Meade HM, Godke RA, Gavin WG, Overström EW, Echelard Y. *Production of goats by somatic cell nuclear transfer*. Nat Biotechnol 1999;17:456-61.
- Campbell KHS, Fisher P, Chen WC, Choi I, Kelly RDW, Lee JH, Xhu J. *Somatic cell nuclear transfer: Past, present and future perspectives*. Theriogenology 2007;68 Suppl 1:S214-31.
- Chesne P, Adenot PG, Viglietta C, Baratte M, Boulanger L, Renard JP. *Cloned rabbits produced by nuclear transfer from adult somatic cells*. Nat Biotechnol 2002;20:366-9.
- Cibelli JB, Stice SL, Golueke PJ, Kane JJ, Jerry J, Blackwell C, Ponce de León FA, Robl JM. *Cloned transgenic calves produced from nonquiescent fetal fibroblasts*. Science 1998; 280:1256-8.
- Galli C, Lagutina I, Crotti G, Colleoni S, Turini P, Ponderato N, Duchi R, Lazzari G. *Pregnancy: a cloned horse born to its dam twin*. Nature 2003;424:635.
- Hayflick L. *The limited in vitro lifetime of human diploid cell strains*. Exp. Cell Res. 1965;37:614-636.
- Lee BC, Kim MK, Jang C, Oh HJ, Yuda F, Kim HJ, Hossein MS, Kim JJ, Kang SK, Schatten G, Hwang WS. *Dogs cloned from adult somatic cells*. Nature 2005;436:641.
- Li Z, Sun X, Chen J, Liu X, Wisely SM, Zhou Q, Renard JP, Leno GH, Engelhardt JF. *Cloned ferrets produced by somatic cell nuclear transfer*. Dev Biol 2006;293:439-48.
- McClintock B. *The Origin and Behavior of Mutable Loci in Maize*. Proc Natl Acad Sci USA. 1950; 36(6):344-355.
- Okita K, Nakagawa M, Hyenjong H, Ichisaka T, Yamanaka S. *Generation of mouse induced pluripotent stem cells without viral vectors*. Science 2008;322(5903):949-53.
- Takahashi K, Tanabe K, Ohnuki M, Narita M, Ichisaka T, Tomoda K, Yamanaka S. *Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors*. Cell 2007;131(5):861-72.
- Takahashi K, Yamanaka S. *Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors*. Cell 2006;126(4):663-76.
- Wolftjen K, Michael IP, Mohseni P, Desai R, Mileikovsky M, Hämmäläinen R, Cowling R, Wang W, Liu P, Gertsenstein M, Kaji K, Sung HK, Nagy A. *piggyBac transposition reprograms fibroblasts to induced pluripotent stem cells*. Nature 2009; 458(7239):766-70.
- Zhou H, Wu S, Joo JY, Zhu S, Han DW, Lin T, Trauger S, Bien G, Yao S, Zhu Y, Siuzdak G, Schöler HR, Duan L, Ding S. *Generation of induced pluripotent stem cells using recombinant proteins*. Cell Stem Cell 2009;4(5) 381-4.

**mgr Piotr Wawrzyniak**  
**prof. dr hab. Maria Anna**  
**Bobowicz**

Zakład Genetyki, Instytut Biologii  
Eksperymentalnej Uniwersytet  
im. Adama Mickiewicza w Poznaniu



# PRACOWNIA PRZEWROTU KOPERNIKAŃSKIEGO



IDEA BUDYNKU OPiera się NA HARMONIJNYM POŁĄCZENIU FUNKCJALNOŚCI DO PRZESTRZENI I LUDZI.

ZIELONA RAMPY JEST POŁĄCZENIEM FUNKCJI OBROTOWYCH, A OBIEMOM NA DACHU CENTRUM NAUKI KOPERNIKA, DO KTÓREGO BRANIO DOSTĘP JEST PRZEZ RAMPY.

FUNKCJA RAMPY JEST KLUCZOWĄ DO KONWERSACJI. STANOWI ONA WSPÓLNY ELEMENT PRZESTRZENNY, DNIAZ BRANIOWYCH DZIAŁA, KTÓRA DZIAŁA NA CHARAKTERYSTYCZNY DLA „ZIELONEJ” ARCHITEKTURY W WARSZAWIE. ZAPARCZA DO WOLNOCI BUDYNKU, DAK NIEZŁOŻNE ODWROTA ZŁOŻYSTOŚĆ DUE W WNI ODWROTAŃ (RAMP), A TYM BARDZO ZWIĘKSZA DO WYCHODZĄCĄ RAMP.

RAMP RAMPY JEST NIEZŁOŻNE, NA FUNKCJI ARCHITEKTURY JEST WSPÓLNOŚCĄ OFERUJĄCĄ PŁASZCZYZNĄ NIEZŁOŻNOŚĆ D KĄCZEJ PÓCZY DWA I RAMP, ALI KĄCZEJ GRUPY SPÓŁCZESNEJ WYKONANEJ.

## Nowa forma działalności CENTRUM NAUKI KOPERNIK

**C**entrum Nauki Kopernik planuje powołanie Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego. Będzie to pierwszy w Polsce eksperymentalny ośrodek zajmujący się badaniem, opracowywaniem i testowaniem nowatorskich form oraz metod działań edukacyjnych. Celem pracowni jest zmiana kultury uczenia się i przyczynienie się do przeprowadzenia zmian w kształceniu, które będą odpowiadały na potrzeby i wyzwania społeczeństwa XXI wieku. Sytuacja, w której dzieci siedzą w klasie i słuchają nauczyciela przekazującego im wiedzę jest odwzorowaniem stanu z XIX wieku. Dziś ta wiedza nie jest tylko w głowie nauczyciela – jest wszędzie. Powinniśmy zmienić kulturę uczenia się, zmienić rozumienie tego, czym jest proces uczenia. Temu będzie służyła pracownia – mówi dyrektor Centrum Nauki Kopernik, Robert Firmhofer.

Od początku istnienia Centrum Nauki Kopernik współpracuje ze środowiskiem edukacyjnym (edukacji formalnej oraz nieformalnej). Organizuje zajęcia i wydarzenia adresowane do grup szkolnych. Przygotowuje warsztaty dla nauczycieli, podczas których mogą rozwinąć posiadane umiejętności, poznać nowe skuteczne metody uczenia, których głównym celem jest rozbudzenie aktywności naukowej uczniów. Opracowuje autorskie zestawy edukacyjne – nowoczesne pomoce dydaktyczne oraz scenariusze umożliwiające nauczycielom uczenie eksperymentalne, a uczniom uczenie się przez odkrywanie i osobiste doświadczanie w procesie otwartego eksperymentowania.

Zapotrzebowanie na tę działalność CNK rośnie z każdym rokiem.

Pracownia będzie kontynuować dotychczasowe działania edukacyjne i tworzyć zupełnie nowe rozwiązania. Przede wszystkim jednak podejmie starania, by rozwiązania te były jak najszerszej stosowane, a kompetencje właściwe dla promowanej kultury uczenia się kształtowane w środowisku edukacyjnym wśród nauczycieli w szkołach, osób uczących poza systemem formalnej edukacji, rodziców.

By móc rozszerzyć działalność i tym samym zwiększyć zasięg oddziaływania, Kopernik stara się o rozbudowanie swojej siedziby.

W pracowni znajdą się laboratoria, przestrzenie do współpracy, wspólnej dyskusji i badań nad różnymi narzędziami oraz formami edukacyjnymi, wielofunkcyjne gabinety.

Przy części pracowni znajdą się lustra weneckie, które pozwolą obserwować sam proces edukacyjny. Chodzi o zobaczenie procesu, np. czy w trakcie nauki uczniowie ze sobą współpracują, jaka jest rola nauczyciela, czy ta osoba wspiera uczniów, czy narzędzia, które przygotowaliśmy, dobrze temu procesowi służą, czy rodzi się z tego motywacja wewnętrzna – opisuje Firmhofer.

W nowym budynku znajdzie się też pracownia mechatroniczna umożliwiająca programowanie, budowanie robotów, prostych lub bardziej złożonych linii produkcyjnych.

Może pozwolić uczniom zobaczyć, że ich przyszłością jest kształcenie zawodowe. W tej chwili jest ono wybierane drogą negatywną: nie nadają się do liceum, to pójdę do zawodówki czy technikum. Chcielibyśmy wypracować modele kształcenia



praktycznego, które pozwolą młodym ludziom zobaczyć, że to jest coś, co ich pasjonuje – zaznacza dyrektor Kopernika.

Pracownia Przewrotu Kopernikańskiego ma szansę stać się **przestrzenią eksploracji naukowej i badawczej, rozwijającą edukację, łączącą środowiska**. Tu będą realizowane projekty badawcze dotyczące efektywności nauczania, analizowane mechanizmy procesów poznawczych, eksplorowane metody, techniki i strategie edukacyjne. Przez interwencje w obszarze edukacji pracownia ma przyczynić się do rozwoju kapitału społecznego i ludzkiego w Polsce – kształtować postawy i kompetencje pozwalające konstruktywnie przekształcać rzeczywistość. Ośrodek wykorzysta bogate doświadczenie Centrum Nauki Kopernik w tworzeniu społeczności uczącej się i zaangażowanej w rozwój edukacji oraz zaangażowanie Kopernika w bliską współpracę ze środowiskiem nauczycielskim, naukowym i biznesowym. W ramach pracowni współpracować będą nie tylko nauczyciele, ale też rodzice, samorządy, biznes, uczelnie wyższe, organizacje pozarządowe, instytucje kultury.

Inwestycja znalazła się na liście przedsięwzięć, które mogą zostać sfinansowane w perspektywie finansowej na lata 2014–2020 ze środków Unii Europejskiej w ramach Kontraktu Terytorialnego Województwa Mazowieckiego.

Środki, o które wystąpiliśmy – w tym nasz wkład własny – to 60 mln zł. W takim budżecie się zmieścimy. Finansowanie ciągle jeszcze nie jest zagwarantowane, mamy kilka warunków do spełnienia. Jednocześnie przygotowaliśmy koncepcję funkcjonalną budynku – zapewnia Firmhofer.

**Katarzyna Nowicka**

# KOŚCI Z POTENCJAŁEM

ARCHEOZOOLOGIA



## Co możemy wyczytać ze szczątek zwierząt?

**Z**najdowane podczas wykopalisk archeologicznych zwierzęce szczątki wydawać się mogą jedynie milczącą pozostałością po dawnych czasach. Okazuje się jednak, że potrafią one opowiedzieć niejedną historię. Odczytywaniem zaklętych w kościach opowieści zajmuje się archeozoologia.

### Gra w kości

Archeozoologia jest dziedziną nauki łączącą zoologię z naukami humanistycznymi. Jej zadaniem jest badanie odkrytych podczas wykopalisk szczątków

zwierzęcych przy jednoczesnym dostarczaniu informacji o pochodzeniu tych zwierząt, przebiegu ich domestykacji oraz sposobów hodowli. Archeozoologia dąży również do pełnego opisanie wpływu człowieka na środowisko naturalne. Kości, rogi, kopyta, pazury, skóry, włosie, muszle, odchody czy odciski łap niosą za sobą tak wiele informacji, że szybko wyodrębniły się różne gałęzie tej dziedziny, m.in. archeoichtiologia analizująca szczątki ryb, paleopatologia badająca chorobowe zmiany na kościach czy tafonomia dążąca do określenia pochodzenia śladów pozostawionych na kościach.

Dzięki temu archeozoologia określa, z jakich kości wytwarzano odnajdywane podczas wykopalisk przedmioty codziennego użytku (m.in. grzebyki, sztydła, ozdoby), w jaki sposób działalność człowieka wpłynęła na cechy biologiczne zwierząt, jaką rolę pełniły te zwierzęta w kulturowym, gospodarczym i kulturowym rozwoju człowieka, odtwarzając tym samym obraz pierwotnej fauny badanych obszarów.

### Kość niezgody

Wyróżnia się kilka typów szczątków zwierzęcych: szczątki zwierząt ofiarnych

(noszących ślady działania nieprzypadkowego, powtarzalnego, cech świadczących o rytuałach), szczątki typu pokonsumpcyjnego (na których uwidacznia się kulinarna działalność człowieka) czy wyroby pochodzenia zwierzęcego. Szczątki przechodzą dwa etapy identyfikacji – identyfikację zoologiczną, anatomiczną i morfologiczną oraz identyfikację ilościową (np. ile zwierząt było zabijanych w celach kulinarnych, na które gatunki polowano najczęściej).

W pierwszym etapie identyfikacji zastosowanie znajdują trzy metody – mikroskopowa, makroskopowa i osteometryczna.

- ✓ **Metoda mikroskopowa** wykorzystywana jest w przypadku, gdy materiał zwierzęcy uległ zniszczeniu lub jest bardzo mały. Dotyczy to zatem pozostałości kości lub skór po spaleniu lub rozdrobnieniu.
- ✓ **Metoda makroskopowa** analizuje ślady pochodzenia antropogenicznego (m.in. obrzędy, obróbka kulinarna, rękodzielnictwo), stanu uzębienia i rozwoju kośćca (ocena wieku osobnika). Zastosowanie dodatkowych badań RTG umożliwi oszacowanie, na jakie choroby narażone były zwierzęta.
- ✓ **Metoda osteometryczna** opisuje znalezione szczątki przy użyciu narzędzi pomiarowych – długościomierza, cyrkla kławkowego i liniowego czy taśmy metrycznej.

Identyfikacja ilościowa dąży przede wszystkim do opisanego kilku parametrów – globalnej liczby szczątków (GLS), liczby osobników (LO) oraz najmniejszej liczby osobników (MINLO).

Globalna liczba szczątków jest wartością nieprzeanalizowaną, podającą jedynie całościowo, ile szczątków wydobyto w trakcie wykopalisk, bez względu na stan i pochodzenie kości. Dopiero LO stanowi faktyczną liczbę osobników na podstawie jedynie charakterystycznych kości, np. prawych ramiennych bydła. Szacowanie wartości MINLO polega na liczeniu jednoramiennych nasad kości długich, z zachowaniem podziału na grupy kości (np. starszych i młodszych, większych i mniejszych), dobieranych następnie w pary (poprzez przypisanie



ich przynależności do jednego, tego samego osobnika).

W identyfikacji ilościowej ważną metodą jest również metoda wagowa po-

zwalająca na wyliczenie z wydobytej masy szczątków masy żywego zwierzęcia. Przyjmuje się, że kośćec stanowi 7% masy zwierzęcia. Zwraca się również uwagę na wydajność mięsa – w przypadku świni wynosi ona 75%, krowy – 45%. Niestety w metodzie wagowej nie bierze się pod uwagę zmiennych obecnych podczas zalegania materiału faunistycznego w ziemi – temperatury, wilgotności, czynników klimatycznych. Analizą wpływu działalności człowieka, czynników mechanicznych, klimatycznych, biologicznych, chemicznych czy glebowych na szczątki zwierzęce zajmuje się tafonomia.

### Co stało na królewskim stole

Obecnie większość badań archeozoologicznych koordynowanych jest przez Instytut Archeologii i Etnologii PAN w Poznaniu, także te prowadzone w Bułgarii (miasto Novae nad Dunajem) i w osadzie Tell el-Farcha w delcie Nilu.

Badania prowadzone w Polsce pozwoliły na odtworzenie menu mieszkańców Ostrowa Lednickiego, Gniezna czy Poznania z czasów Mieszka I i Bolesława Chrobrego. Olbrzymią popularnością cieszyła się wołowina i wieprzowina, mięso turów, a także mięso i kawior jesiota. Najczęściej polowano na jelenie, sarny i dziki. Ówczesne krowy były bardzo małe (mierzyły do 100 cm), zatem dawały niewiele mleka. Owce i kozy zabijane były przez cały rok, a bydło i świnie dopiero jesienią i zimą.

Analizy archeozoologiczne ujawniły również, że rybami najstarszymi w naszych wodach są okoń, szczupak i płoć. Dopiero potem przywędrowały do Polski węgorze, jesioty i sumy, a tak popularny na wigilijnych stołach karp został sprowadzony z południowej i zachodniej części Europy.

Niemożliwe jest pełne i ostateczne odtworzenie przeszłości, zawsze istnieć będzie wiele niewypełnionych obszarów, niepoznanych historii, część z nich jednak niewątpliwie można chociaż odrobinę wyjaśnić przez archeozoologię.

**mgr Joanna Stojak**

Instytut Biologii Ssaków PAN  
w Białowieży

# Polubić TRUDNOŚCI

AKADEMIA ROZWOJU

**Problemy to nieodłączna część naszego życia – te proste i te bardziej skomplikowane, te banalne i te bardzo poważne. Każdego dnia napotykamy je na swojej drodze i szukamy sposobu, w jaki się z nimi uporać. Jak to się dzieje, że rozwiązujemy problemy? Na ile świadomie sięgamy po różne strategie i metody? Czy istnieje sposób, aby rozwijać tę życiową umiejętność?**

W psychologii termin „problem” (sytuacja problemowa) oznacza zadanie, którego człowiek nie może rozwiązać przy wykorzystaniu dotychczasowych sposobów oraz swoich umiejętności i wiedzy. Choć mniej więcej zna cel, jaki chciałby osiągnąć, brakuje mu pomysłu, jak ma to zrobić. Oczywiście sam cel może być sformułowany w mniej lub bardziej dokładny sposób. Kiedy jest on określony bardzo precyzyjnie, mamy do czynienia z problemem dobrze zdefiniowanym. Jeśli brakuje jasności, czego chcemy i jaki ma być efekt naszych działań, mówimy o problemie źle zdefiniowanym.

|                                  |  |   |                               |
|----------------------------------|--|---|-------------------------------|
| ↑<br>Dobrze zdefiniowany problem | Jasno określony stan wyjściowy.<br>Jasno określony stan docelowy.<br>Potrzebujemy określić kolejne działania między stanem wyjściowym a docelowym.<br>Np. napisać pracę dyplomową o objętości 35–40 stron w przeciągu najbliższego miesiąca. Mam bibliografię. Brakuje mi konspektu. | Niejasno określony stan wyjściowy i/albo<br>niejasno określony stan docelowy.<br>Potrzebujemy przede wszystkim dokładnie zdefiniować stan wyjściowy i/lub docelowy.<br>Np. jak najszybciej napisać dobrą pracę dyplomową. | ↓<br>Źle zdefiniowany problem |
|----------------------------------|--|---|-------------------------------|

Im bardziej precyzyjnie określimy trudność (rozbieżność między rzeczywistym i pożądanym stanem), tym łatwiej będzie nam wskazać kolejne kroki, przybliżające do osiągnięcia celu.

## Odpowiedz sobie na następujące pytania:

- Gdzie obecnie jesteś (stan rzeczywisty)? A gdzie chcesz być (stan pożądanym)?
- Na czym dokładnie polega Twój problem? Jak długo występuje? Jak bardzo jest poważny? Na ile jest dla Ciebie istotny?
- Co już zrobiłeś w celu rozwiązania tego problemu? Jakie działania zrealizowałeś?
- Dlaczego potrzebujesz rozwiązywać ten problem? Jakie będą korzyści, jeśli uda Ci się z nim poradzić?
- Jakie możesz ponieść koszty przy rozwiązywaniu tego problemu? Co możesz stracić?

## PROCES ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW

Rozwiązywanie problemów to proces poszukiwania „drogi” – działań do podjęcia – między stanem wyjściowym a stanem docelowym. Można wyróżnić następujące jego etapy:

|  |
|--|
| 1. Dostrzeżenie trudności – określenie obszaru problemu, nazwanie niejasności<br>Co sprawia mi kłopot? Na czym polega trudność? Co mi nie odpowiada w konkretnej sytuacji?   |
| 2. Analiza sytuacji problemowej – sprecyzowanie celu, zebranie posiadanych informacji, określenie zasobów i braków<br>Jakiej zmiany potrzebuję? Jaki cel chcę osiągnąć? Co wiem? Co umiem? Czego nie wiem? Czego nie potrafię? Czego potrzebuję się dowiedzieć? Kto może być moim sprzymierzeńcem? Kto może mi przeszkadzać? |
| 3. Wytwarzanie pomysłów – wybór ogólnego kierunku poszukiwań rozwiązania, tworzenie pomysłów cząstkowych, formułowanie ostatecznego pomysłu<br>Co mogę zrobić? Jak wcześniej radziłem sobie z podobnymi trudnościami? W jaki sposób inni rozwiązują podobne problemy?  |
| 4. Weryfikacja pomysłów i wybór najlepszego rozwiązania – ocena przydatności poszczególnych wariantów<br>Jakie konsekwencje wiążą się z poszczególnymi pomysłami? Jak oceniam ich skuteczność, realność? Które będzie dla mnie najlepsze? Które wybieram?  |
| 5. Realizacja rozwiązania – ustalenie planu działania<br>Co mam zrobić po kolei? Od czego zacząć? Kiedy zaczynam? Ile daję sobie czasu na poszczególne kroki?  |
| 6. Ocena skutków realizacji i ewentualny wybór innej drogi do osiągnięcia celu<br>Czy mój cel został osiągnięty? Co trzeba poprawić? Co zmienić?   |

Ważną przyczyną trudności w rozwiązywaniu problemów jest tendencja do pomijania lub nadmiernego skracania drugiej, trzeciej lub czwartej fazy i natychmiastowe przechodzenie do działania. Efektem tego jest na ogół zmęczenie, frustracja, zniechęcenia przy jednoczesnym braku poradzenia sobie z kłopotami.

Jeśli zależy nam na lepszej umiejętności rozwiązywania problemów, warto prześledzić, w jaki sposób najczęściej przebiega u nas ten proces.

### Zastanów się:

- W jaki sposób formułujesz cele związane z Twoimi problemami? Na ile są one precyzyjne?
- Czy zdarza Ci się mylić problemy z ich objawami albo przyczynami? Jakie mogą być tego konsekwencje?
- Ile czasu przeznaczasz na generowanie możliwych rozwiązań przy ważnych dla Ciebie trudnościach?
- Jak dużą masz otwartość na sięganie po nowe pomysły radzenia sobie?
- Czy zdarza Ci się zakładać, że nowe działanie nie sprawdzi się, zanim zdążysz je przetestować?
- W jaki sposób dokonujesz wyboru najlepszego rozwiązania? Które kryteria są dla Ciebie najważniejsze?
- Co szczególnie chciałbyś zmienić w swoim sposobie rozwiązywania problemów?

## RÓŻNE ROZWIĄZANIA

Albert Einstein powiedział kiedyś: „Szaleństwo: robić tę samą rzecz wiele razy w taki sam sposób i oczekiwać innych rezultatów”. I my czasami napotykamy te same lub podobne problemy i ciągle podejmujemy te same lub podobne – nie najlepsze dla nas – działania. Albo zawężamy obszar poszukiwań możliwych rozwiązań do tych wcześniej sprawdzonych, które okazały się mało przydatne. W takiej sytuacji warto rozważyć inne, możliwe zachowania, aby wielokrotnie nie popełniać tych samych błędów.

**KROK 1.** Zastanów się:

Jaki jest Twój problem?

W jakiej sytuacji powtarzasz to samo zachowanie, które nie daje Ci dobrego efektu?

**KROK 2.** Zapisz wszystkie możliwe działania, którymi możesz zareagować na swój problem. Nie oceniaj ich. Możesz wynotować nawet absurdalne pomysły. Ważne, aby znaleźć jak najwięcej różnych rozwiązań. Daj sobie na to zadanie dokładnie 7 minut – ani krócej, ani dłużej.

Z moim problemem mogę się uporać, robiąc:

\_\_\_\_\_ albo:

\_\_\_\_\_ albo:

\_\_\_\_\_ albo:

**KROK 3.** Wybierz i przetestuj w praktyce taki pomysł, który z jednej strony jest najmniej typowy dla Twojego zachowania, z drugiej – jesteś przekonany, że może być skuteczny.

**SZANSA NA OLSNIENIE**

Olsnienie to zjawisko, którego doświadczyła większość z nas przynajmniej raz w życiu. Polega ono na niespodziewanym odkryciu rozwiązania problemu lub zidentyfikowaniu nowego kierunku poszukiwań. Najczęściej pojawia się ono, kiedy robimy sobie przerwę w myśleniu o problemie i przez pewien czas przestajemy się nim zajmować. Kiedy na poziomie uświadomionym odkładamy na później poszukiwanie rozwiązania, uruchamia się mechanizm, który częściowo lub całkowicie jest nieświadomy.

**Ćwiczenie**

Kiedy czujesz zmęczenie lub przeciążenie długim rozmyśleniem nad możliwymi rozwiązaniami Twoich problemów:

- Zdrzemnij się lub połóż się spać.
- Zrób przerwę, w czasie której skoncentrujesz się na innej aktywności, najlepiej fizycznej (poćwicz, przejdź się na spacer, zrób porządkę) lub sprawiającej Ci przyjemność (poczytaj książkę, posłuchaj muzyki, zjedz coś dobrego, obejrzyj film).
- Weź orzeźwiający prysznic.
- Napij się wody.
- Porozmawiaj z bliską Ci osobą o czymś niezwiązanym z Twoimi problemami.

Uwaga! Olsnienie nie jest wolne od błędnych wniosków i może nam podsuwać fałszywe rozwiązania. Z tego powodu i te pomysły, które są efektem olsnienia, należy również poddawać weryfikacji.

**DYSTANS**

Zazwyczaj w obliczu problemów chcemy znaleźć konkretne rozwiązanie, by uporać się z trudną dla nas sprawą. Mamy wrażenie, że część kłopotów jest nie do przezwyciężenia i nie jesteśmy w stanie im zaradzić. Pomocne może być nabranie do nich dystansu. Oto przykład, jak można to zrobić:

| Mój problem  | To nie jest problem, ponieważ...  |
|--|---|
| Niektóre osoby w szkole mnie nie lubią i mają o mnie złą opinię. | Rodzina, przyjaciele i znajomi lubią mnie za to, jaki jestem. Nie muszę przejmować się tym, co myślą o mnie wszyscy ludzie. |
| Od następnego roku nie będę mieć pracy.                          | Wiem o tym już teraz i mogę zacząć jej szukać.  |

Warto pamiętać, że nabieranie dystansu do problemu nie jest równoznaczne z zaprzeczaniem czy ignorowaniem. Ważne, aby popatrzeć na niego z innej, nowej perspektywy. To pozwala zauważyć obszar naszego wpływu na dany problem, czasami możliwości konkretnych działań lub wręcz gotowe rozwiązanie. Może się również okazać, że niektóre z „poważnych” problemów to w rzeczywistości drobiazgi.

### ZAMARTWIANIE KONTROLOWANE

Bywają sytuacje, kiedy myślenie o problemach wymyka się spod naszej kontroli i zaczyna pochłaniać za dużo czasu i energii. To sprawia, że zamiast działać, rozważamy różne warianty niepowodzenia, wyolbrzymiamy trudności, intensyfikujemy trudne dla nas emocje. Aby faktycznie mieć siłę i czas na rozwiązywanie problemów, możemy wyznaczyć określoną porę i miejsce na zamartwianie się. Ważne, aby konkretnie ustalić ilość czasu, przeznaczaną na obawy, np. 25 minut, i posłużyć się minutnikiem, który zasygnalizuje upływ tego czasu.

#### KROK 1. Ustal detale pory zamartwiania się

- ✓ Pora zamartwiania się (określ godzinę lub konkretny czas w planie swojego dnia):
- ✓ Miejsce zamartwiania się (doprecyzuj, w jakim pomieszczeniu wtedy będziesz siedzieć):
- ✓ Zamartwiam się (określ czas trwania w minutach):

**KROK 2.** Stwórz listę obaw i zmartwień związanych z problemami, których nie jesteś w stanie szybko rozwiązać. Twoja lista ma być dynamiczna, tzn. możesz do niej dopisywać nowe zmartwienia i wykreślać te, które przestają być aktualne.

**Moja lista obaw:**

**KROK 3.** Kiedy przyjdzie pora zamartwiania się, myśl o swoich problemach tak intensywnie, jak tylko możesz. Nie podejmuj wtedy żadnych innych czynności.

Po upływie określonego przez Ciebie czasu natychmiast przestań się zamartwiać. W ciągu dnia ograniczaj czas poświęcony na zamartwianie się. Jeśli wpadnie Ci do głowy jakaś myśl związana z problemami, dopisz ją do listy obaw.

Wbrew pozorom wyznaczenie konkretnego czasu martwienia się nie będzie intensyfikowało tej aktywności. Jest to raczej sposób niwelowania niepokoju i napięcia. Dzięki temu mamy szansę – bardziej zrelaksowani – znaleźć lepsze pomysły poradenia sobie z trudnościami.

To od nas zależy, jak zareagujemy na problemy – czy będą one dla nas przytłaczającym ciężarem, barierą nie do przejścia, a może okazją do zmiany lub ważnym wyzwaniem. Problemów nie da się uniknąć. Można zaakceptować fakt, że ich doświadczamy, i widzieć w nich inspirację do nieustannego rozwoju.

#### Literatura:

- Leahy R. L., *Techniki terapii poznawczej. Podręcznik praktyka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2008.
- Nęcka E., *TRoP. Twórcze rozwiązywanie problemów*, Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 1994.

**Małgorzata Łuba**

Psycholog, psychoterapeutka poznawczo-behawioralna, trener, [www.2be.edu.pl](http://www.2be.edu.pl)



# Rozwiązywanie PROBLEMÓW

AKADEMIA ROZWOJU

## – ćwiczenia

### PRZYPOMNIJ SOBIE, JAK RADZIŁEŚ SOBIE W PRZESZŁOŚCI

Kiedy borykamy się z problemami, może nam się wydawać, że jesteśmy do niczego, że zawsze to nam przydarzają się kłopoty, że z niczym nie potrafimy sobie poradzić. W ten sposób trudności stają się dla nas okazją do umniejszania swoich zdolności, umiejętności, kompetencji.

Przypomnij sobie trudne wydarzenie z przeszłości, które w jakiś sposób przypomina Ci obecne problemy. Zapisz, w jaki sposób uporałeś się z nim. Co wtedy Ci pomogło? Po jakie swoje zasoby sięgnąłeś? Wynotuj również działania, strategie, które okazały się nieskuteczne.

| Problem w przeszłości | Jak sobie poradziłem?<br>Co mi pomogło? | Jakie moje działania<br>były nieprzydatne? |
|-----------------------|---|--|
|                       |   |  |

Zapisz swój aktualny problem. Przeanalizuj go pod kątem działań, które możesz podjąć, aby go rozwiązać, oraz strategii, które mogą Ci przeszkadzać i czasami generować dodatkowe trudności.

| Problem do rozwiązania obecnie | Jak mogę sobie skutecznie poradzić? | Jakie działania będą nieprzydatne? Które moje działania będą utrudniały sytuację? |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|
|                                |                                     |   |

Pamiętaj! Jeśli radziłeś sobie z trudnościami w przeszłości, jest ogromna szansa, że uporzasz się z problemami w przyszłości.

**SPRAWDŹ, JAK RADZĄ SOBIE INNI**

Kiedy doświadczamy problemów, których rozwiązanie jest nam trudno znaleźć, zaczynamy myśleć, że nasza sytuacja jest beznadziejna, nie ma wyjścia. Warto uświadomić sobie, że inni ludzie mają często doświadczenia podobne do nas i znajdują skuteczne metody radzenia sobie z trudnościami. A my możemy inspirować się działaniami innych.

Zastanów się i zapisz:

| Jaka jest moja obecna sytuacja? Jaki jest mój problem? | Kogo – ze znajomych mi osób – spotkało coś podobnego? | Jak ta osoba poradziła sobie z problemem? |
|--|---|---|
|  |   |   |
|  |   |   |
|  |   |   |
|  |   |   |
|  |   |   |

|  |  |
|--|--|
| Jakie wnioski mogę wyciągnąć dla siebie? |  |
|--|--|

## SZUKAJ DYSTANSU WOBEC SWOICH PROBLEMÓW

Perspektywa czasu sprawia, że mniej martwimy się naszymi obecnymi problemami. Konkretna trudność, którą w chwili obecnej postrzegamy jako coś wielkiego, po upływie tygodni, miesięcy, lat nabiera dla nas zupełnie innego znaczenia.

| Moje obecne zmartwienie:   | Przykład:<br>Zgubiłam paragon za nowe buty, w których pękła mi podeszwa   | 1. | 2. | 3. |
|--|---|----|----|----|
| <b>Jaki będzie mój stosunek do tego, czym obecnie się zajmuję, za... (jaki okres)?</b> |   |    |    |    |
| <b>tydzień</b>   | Jeśli go nie znajdę, złoszczę się na siebie, bo nie mogę domagać się zwrotu pieniędzy, a buty kosztowały sporo. |    |    |    |
| <b>miesiąc</b>   | Jeszcze trochę się złoszczę moją stratą, ale jest to dla mnie coraz mniej ważne.                                |    |    |    |
| <b>rok</b>   | Przypominam sobie o tej sytuacji po nowym zakupie – pamiętam, żeby położyć paragon w wyznaczone miejsce.        |    |    |    |
| <b>trzy lata</b>   | Zupełnie nie pamiętam już o tym zdarzeniu.  |    |    |    |

ZDEFINIUJ PROBLEM

**Objawy:**

**Wynik lub rezultat problemu na ogół jest oczywisty**

Np.

Inni mnie wykorzystują.

Nikt o mnie nie dba.

Myślę, że ludzie to egoiści.

**Problem:**

**Rozbieżność między rzeczywistością a celem lub normą**

Np.

**Stan rzeczywisty:** Nie mówię o swoich potrzebach.

**Stan pożądany:** Mówię wprost o swoich potrzebach.

**Definicja mojego problemu:**

**Stan rzeczywisty (jak jest):**

**Stan pożądany (jak chcę, aby było):**

**Przyczyny:**

**Prawdziwe źródło problemu, często mało oczywiste**

Np.

Inni powinni domyślać się, czego potrzebuję.

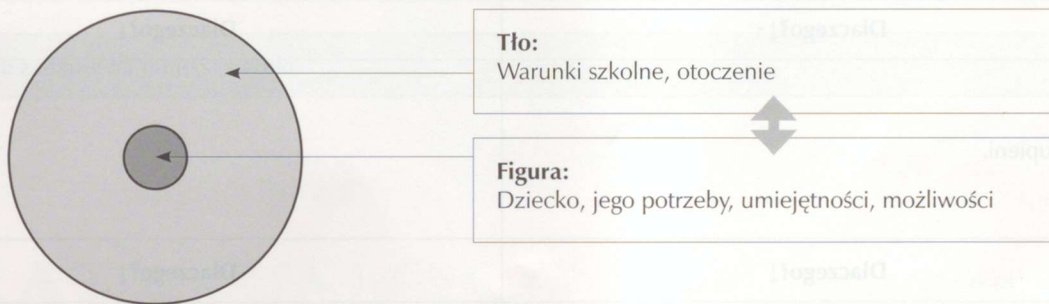
Nie wiem, jak prosić i odmawiać.

Redefiniowanie problemu to – obok definiowania – kluczowa umiejętność w procesie skutecznego rozwiązywania problemów. Pomaga ono dostrzec nowe, dotąd pominięte sposoby poradzenia sobie z konkretną trudnością.

**KROK 1.** Postaw pytanie problemowe.

|   |
|---|
| <p><b>Przykład:</b><br/>Jak przygotować dziecko chore somatycznie do warunków w szkole?</p> |
| <p><b>Moje pytanie problemowe:</b></p>  |

**KROK 2.** Wyodrębnij figurę i tło problemu.



**KROK 3.** Dokonując zamiany figury i tła, postaw nowe pytanie problemowe.

|   |
|---|
| <p><b>Przykład:</b><br/>Jak przygotować otoczenie szkolne do potrzeb, możliwości, umiejętności dziecka chorego somatycznie?</p> |
| <p><b>Moje nowe pytanie problemowe:</b></p>   |

**KROK 4.** Zastanów się, jakie możliwości działania wiążą się z pytaniami problemowymi: pierwotnym i nowym.

| Pierwotne pytanie:  | Nowe pytanie:  | Pierwotne pytanie: | Nowe pytanie: |
|---|--|--------------------|---------------|
| Jak przygotować dziecko chore somatycznie do warunków w szkole?   | Jak przygotować otoczenie szkolne do potrzeb, możliwości, umiejętności dziecka chorego somatycznie?      |                    |               |
| Rozmowa z dzieckiem i jego rodzicami o najczęstszych trudnościach.<br>Ustalenie z dzieckiem planu działania w sytuacji nasilenia objawów. | Szkolenie o specyfice pracy z uczniem somatycznie chorym.<br>Przygotowanie w szkole „kącika odpoczynku”. |                    |               |

SZUKAJ PRZYCZYNY

Szybkim sposobem identyfikowania przyczyn problemów jest metoda „5 x dlaczego”. Polega ona na zadawaniu sobie prostego pytania „dlaczego?” (dlaczego, po co, jak, gdzie, kiedy, kto, co itp.) przynajmniej pięć razy.

|   |  |
|---|--|
| <b>Przykładowy problem:</b><br>Realizuję jedynie ok. 65% materiału na lekcjach w IIA. | <b>Mój problem:</b>                      |
| <b>Dlaczego?↓</b>   | <b>Dlaczego?↓</b>                        |
| Za dużo czasu tracę na zwracanie uwagi uczniom.                                       |  |
| <b>Dlaczego?↓</b>   | <b>Dlaczego?↓</b>                        |
| Nie są skupieni.  |  |
| <b>Dlaczego?↓</b>   | <b>Dlaczego?↓</b>                        |
| Nie są zainteresowani tematyką lekcji.  |  |
| <b>Dlaczego?↓</b>   | <b>Dlaczego?↓</b>                        |
| Bawią się telefonami komórkowymi.   |  |
| <b>Dlaczego?↓</b>   | <b>Dlaczego?↓</b>                        |
| Każdy uczeń ma telefon przy sobie.  |  |
| <b>Jak mogę zaradzić tej przyczynie?</b>  | <b>Jak mogę zaradzić tej przyczynie?</b> |
| Wprowadzam zasadę – „schronisko telefonów”: wszystkie telefony komórkowe u mnie.      |  |

Pamiętaj! Celem tej metody nie jest znalezienie winnego lub zrzucenie z siebie odpowiedzialności. Ta technika ma zwiększyć naszą wiedzę o pierwotnych przyczynach doświadczanych problemów i pomóc odnaleźć środek zaradczy.

### PODZIEL ZADANIA NA ETAPY

Abraham Lincoln powiedział kiedyś, że: „Każda praca jest możliwa do wykonania, jeśli podzielić ją na małe odcinki”. Czasami działania związane z rozwiązaniem problemu wydają się zbyt duże i boimy się, że nie będziemy w stanie im poddać. Aby temu zapobiec, możemy podzielić zadanie na małe kroki, które są bardziej możliwe do wykonania.

Zastanów się i zapisz:

#### Jakie zadanie stoi przed Tobą?

---



---



---

#### Podziel swoje zadanie na mniejsze kroki

---



---



---



---



---



---



---

#### Przyjrzyj się wszystkim krokom i ułóż je według stopnia trudności (najtrudniejsze umieść na górze, najłatwiejsze – na dole)

|          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> |  |
| <b>2</b> |  |
| <b>3</b> |  |
| <b>4</b> |  |
| <b>5</b> |  |

Pamiętaj! Kiedy brakuje motywacji, dobrze zaczynać działanie od najprostszych zadań. Zrealizowanie najdrobniejszego kroku to sukces, a sukces zwiększa poziom naszej motywacji.

STWÓRZ PLAN DZIAŁANIA

|   |  |                |                |                |
|---|--|----------------|----------------|----------------|
| Mój cel:  |  |                |                |                |
| <b>KROK 1.</b> Określam, z czym dokładnie mam problem (dokładnie opisuję mój problem).  |  |                |                |                |
| <b>KROK 2.</b> Wypisuję, jakie pomysły przychodzą mi do głowy, żeby rozwiązać ten problem. Co mógłbym poradzić bliskiej osobie z takim problemem? (mogą być bezsensowne, głupie, szalone) |  |                |                |                |
| <b>KROK 3.</b> Oceniam każde rozwiązanie. Czy jest przydatne? Czy mogę je zastosować? Co pomoże mi zrealizować cel?   |  |                |                |                |
| <b>KROK 4.</b> Wybieram rozwiązanie (może być to połączenie kilku rozwiązań).   |  |                |                |                |
| <b>KROK 5.</b> Zastanawiam się, co po kolei muszę zrobić, żeby zastosować to rozwiązanie. Określam termin realizacji każdego kroku.   |  |                |                |                |
| <b>KROK 6.</b> Oceniam skuteczność wybranej strategii. Jeśli nie jest ona satysfakcjonująca, sięgam po kolejne rozwiązanie z mojej listy.   | Jak poradziłem sobie z problemem z wykorzystaniem konkretnej strategii?  |                |                |                |
|   | <table border="1"> <tr> <td>slabo</td> <td>niezbyt dobrze</td> <td>całkiem dobrze</td> <td>wspaniale</td> </tr> </table> | slabo          | niezbyt dobrze | całkiem dobrze |
| slabo   | niezbyt dobrze   | całkiem dobrze | wspaniale      |                |
|   | Wniosek:   |                |                |                |

Małgorzata Łuba

Psycholog, psychoterapeutka poznawczo-behawioralna, trener, [www.2be.edu.pl](http://www.2be.edu.pl)





# KREATYWNOŚĆ

AKADEMIA ROZWOJU

## – ćwiczenia dla uczniów

Kreatywność dzieci i młodzieży można rozwijać na wiele sposobów. Oto przykłady ćwiczeń, które po drobnych modyfikacjach zastosować można dla różnych grup wiekowych:

**1 Projektanci** – ćwiczenie rozwijające nie tylko kreatywność, lecz także umiejętność współpracy w grupie. Osoba prowadząca dzieli klasę na 4–5-osobowe grupy i każdej z nich daje ogólne zadanie (np. zaprojektowanie jednego zabawnego, oryginalnego i kolorowego urządzenia do zabawy w dziecięcym pokoju, magicznej maszyny służącej do latania itp.). Zadaniem grupy jest wspólne wypracowanie pomysłu, a później realizacja projektu. Ćwiczenie należy podsumować, pozwalając przedstawicielom każdej z grup zaprezentować projekt i przedstawić go klasie, całą grupę zaś warto zapytać o to, w jaki spo-

sób wymyślili swój pomysł, jak przebiegała dyskusja, jaki był podział prac, czy nie było konfliktów, a jeśli były – jak sobie z nimi radzili.

**2 Konstruktorzy** – to ćwiczenie jest inną wersją „Projektantów”. Tutaj każda z grup otrzymuje od osoby prowadzącej zestaw drobnych przedmiotów (mogą to być zapalniczki, waciki, kawałki gąbki, wykałaczki, kredki, sznurek i wiele innych, a w wersji dla młodszych dzieci – klocki) i rozmaitych materiałów i narzędzi, w tym niestandardowe materiały, które mogą służyć do łączenia, np. guma do żucia, gumki recepturki, plastelina, szpula nici. Zadanie

polega na zbudowaniu przedmiotu lub urządzenia spełniającego jakieś szerokie kryterium (np. „urządzenie do przemieszczania się nad rzeką”). Nie należy bardziej precyzować zadania, aby uczestnicy mogli realizować najśmielsze pomysły (mogą jednak zbudować most, ale mogą też zaproponować inne rozwiązania, np. wielką huśtawkę dosięgającą drugiego brzegu).

**3 Kosmiczna encyklopedia** – osoba prowadząca wprowadza uczestników w zagadnienie, wyjaśniając, że są badaczami niedawno odkrytej pozaziemskiej cywilizacji. W ich ręce wpadła karta z encyklopedii ufoludków, w której

opisywali oni rosnące na Ziemi drzewa. Ku zaskoczeniu badaczy, kosmici posługiwali się zupełnie innymi kategoriami niż Ziemiańskie, np. nie dzielili drzew na iglaste i liściaste, ale wyróżniali takie kategorie, jak: drzewa kolorowe jesienią, drzewa silnie pachnące, drzewa zdobiące ogrody, drzewa używane do produkcji mebli itp. Zadaniem uczestników (najlepiej – podzielonych na grupy, z których każda będzie pracować nad innym zagadnieniem) będzie niestandardowe – wzorem kosmicznej encyklopedii – podzielenie innych grup obiektów na zaskakujące kategorie. Mogą to być: zwierzęta, owoce, warzywa, pojazdy, budynki, ubrania, narzędzia itd. Następnie liderzy grup przedstawiają wyniki pracy na forum klasy. Ćwiczenie to rozwija zdolność abstrahowania.

**4 Wspólne opowiadanie baśni** – cała klasa siada w kręgu. Osoba prowadząca informuje grupę o podstawowych cechach, jakie ma spełniać wspólnie wymyślana opowieść (np. historia w konwencji klasycznej baśni, opowiadanie s-f, historia przypominająca sen, opowieść w konwencji realizmu magicznego – w starszych klasach). Pierwsze zdanie historyjki wygłasza wybrana osoba z kręgu, a następnie kolejno każda z osób dodaje nowy fragment opowieści, jednak nie dłuższy niż jedno zdanie. Ćwiczenie to bardzo dobrze integruje, a jednocześnie wymaga szybkiego reagowania na zmieniającą się sytuację i kreatywnego dopasowania się do już istniejącej całości.

**5 Gra w skojarzenia** – to najprostszyszy sposób rozwijania zdolności generowania skojarzeń. Może odbywać się w co najmniej dwóch wariantach. Wszyscy siadają w kole i wówczas:

Pierwsza osoba wypowiada jakiś wyraz, a druga ma podać słowo, które się z nim kojarzy. Następnie kolejna osoba wypowiada słowo, które kojarzy się z propozycją podaną przez poprzednika – w ten sposób tworzy się ciąg skojarzeń (np. słońce – żarówka – abażur). Kolejne osoby mogą odpowiadać po kolei, ale mogą też wyznaczać się do odpowiedzi.

Pierwsza osoba podaje dwa pozornie niezwiązane ze sobą słowa, które jednak jakoś się jej kojarzą (np. stół i trawnik). Zadaniem kolejnej osoby jest podać własną propozycję tego, co może być wspólne dla tych dwóch obiektów (np. oba mogą mieć w swojej powierzchni dziury zrobione przez ich mieszkańców – stół przez korniki, trawnik przez krety). Następnie pierwsza osoba podaje własne wyjaśnienie (np. oba obiekty są płaskie), a druga wymyśla swoją „zagadkę” i zadaje ją komuś innemu (znów – uczestnicy mogą odpowiadać kolejno lub wskazywać osobę, której dają zadanie).

**6 Gra w metafory** – to oczywiście ćwiczenie na tworzenie metafor. Uczestnicy siadają w kręgu i kolejno proponują swoje metafory związane z określonym przez osobę prowadzącą tematem (np. „Gdyby moje uczucia mogły być zwierzęciem, byłyby teraz...”, „Odrabiając zadanie domowe, mam wrażenie, jakbym...”, „Bohater mojej ulubionej książki jest jak...”). To samo zadanie można zrealizować w wersji plastycznej – wówczas zadaniem jest stworzenie ilustracji dotyczącej tematu (np. metaforycznego obrazu stanu uczuć).

**7 Układanie zagadek, krzyżówek lub rebusów** – tego typu ćwiczenia umożliwiają doskonalenie kreatywnego operowania językiem. Można je przeprowadzić na każdej lekcji bądź zadać jako zadanie domowe (niestety wówczas rośnie zagrożenie współdziałania rodziców w tworzeniu wersji końcowej...). Osoba prowadząca może zaproponować uczniom, aby rozwiązanie zagadki czy rebusu bądź hasła w krzyżówce dotyczyły akurat omawianego tematu.

**8 Kalambury lub pantomimiczne scenki** – tutaj zadaniem będzie kreatywne wykorzystanie ruchów własnego ciała. Uczniowie mogą pokazywać pojedynczo lub w małej (2–3-osobowej) grupie. Ich zadaniem będzie takie przedstawienie wcześniej ustalonego tematu (pokazanego im w tajemnicy przez osobę prowadzącą, np. na karteczkę), by widownia zgadła, co pokazuje.

**9 Drama** – metoda oparta na improwizacji, aktywizująca uczestników, umożliwiająca doskonalenie języka mówionego oraz ruchowych i językowych (dźwiękowych) form ekspresji, pobudzająca emocje i wyobraźnię. Inspiracją dla dramy może być ulubiona lektura, film, legenda, zagadka, przeżycia osobiste, istotą zaś jest dialog stworzony bez przygotowania, na żywo, tu i teraz. Zadaniem osoby prowadzącej jest tylko inspirowanie i motywowanie podopiecznych do wystąpień, nie powinien on wchodzić w rolę scenarzysty ani reżysera.

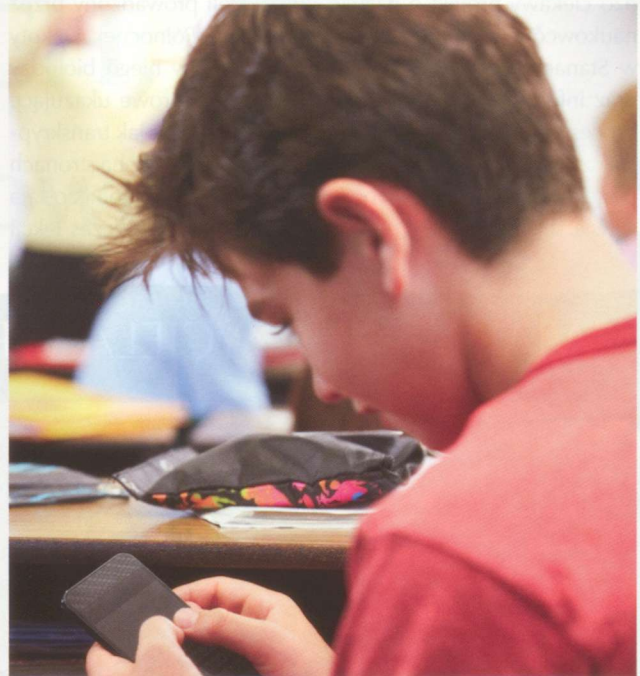
**10 Co by było, gdyby...** – jest to bardzo wszechstronna metoda, którą z powodzeniem zastosować można na wielu różnych lekcjach. Polega na postawieniu pytania o to, co by było, gdyby sprawy miały się inaczej, niż się mają, np. co by było, gdyby ludzie potrafili latać, gdyby mrówki były wielkości koni, gdyby Napoleon zwyciężył Rosjan, gdyby woda zamarzała w temperaturze 30° itp.

**11 Wiele rozwiązań** – nie jest to konkretne ćwiczenie, ale wiele rodzajów ćwiczeń, które można zrealizować na kilka różnych sposobów, niekoniecznie wybierając jeden z nich, ale też podając ich jak najwięcej. Tego rodzaju ćwiczenia pozwalają ćwiczyć myślenie dywergencyjne (dotyczące właśnie poszukiwania różnych rozwiązań), a jeśli ich tworzywem jest język, są szczególnie ważne dla rozwoju językowego dziecka. Najprostszym przykładem takiego ćwiczenia jest układanie jak największej liczby wyrazów z rozsypanki liter (lub zdań – z rozsypanki wyrazowej); mogą to być też zadania polegające na tworzeniu grup skojarzeniowych (np. różne wyrazy kojarzące się ze słowem „pies”) lub szukaniu wielu zastosowań dla jakiegoś przedmiotu (np. słynne już pytanie o sto sposobów wykorzystania ołówka lub widelca).

Magdalena Goetz

## SMARTFONY W SŁUŻBIE EDUKACJI

Używanie przez uczniów telefonów w trakcie lekcji jest problemem, z którym borykają się prawie wszyscy nauczyciele. Najczęściej używane są one do rozrywki oraz komunikacji niezwiązanej z odbywającymi się właśnie zajęciami, a tym samym prowadzą do rozkojarzenia ucznia oraz oderwania go od lekcji. Zdarza się także coraz częściej, że smartfony (rozumiane jako telefony z dostępem do internetu) stają się narzędziem zastępującym tradycyjne ściągki podczas testów. Takie wykorzystanie tych urządzeń w szkołach należy oczywiście piętnować. Dydaktycy z Indonezji postanowili jednak sprawdzić, czy smartfony mogą mieć też pozytywny wpływ na naukę. Naukowcy wybrali do eksperymentu dwie klasy licealne (łącznie 50 uczniów) realizujące taki sam program z biologii. Pierwsza klasa miała zdobywać wiedzę na temat bioróżnorodności biologicznej w sposób tradycyjny, wykorzystując przekaz od nauczyciela oraz podręczniki. Natomiast w drugiej klasie każdy uczeń mógł podczas lekcji wykorzystywać dodatkowo internet w smartfonie, otrzymując od nauczyciela adresy stron WWW z informacjami na tematy poruszane podczas prowadzonej lekcji. Po zajęciach jedni i drudzy uczniowie rozwiązywali test określający zdobytą wiedzę oraz umiejętność krytycznego myślenia. Naukowców nie zaskoczył fakt, że grupa wykorzystująca na lekcji smartfony wypadła znacznie lepiej, zdobywając średnio 82 punkty, od grupy uczącej się w tradycyjny sposób, gdzie średnia z testu wyniosła 75 punktów. Nauczyciele wskazywali dodatkowo, że uczniowie mający możliwość korzystania z internetu byli podczas lekcji bardziej aktywni i zainteresowani tematem w porównaniu z grupą uczącą się z książek. Ponadto, zadawane przez nich pytania były kreatywniejsze i dawały więcej do myślenia niż te formułowane w grupie kontrolnej. Naukowcy konkludują, że warto, aby nauczyciele zaczęli wykorzystywać nowe technologie w edukacji. Warto pomyśleć o urozmaiceniu lekcji poprzez zadawanie

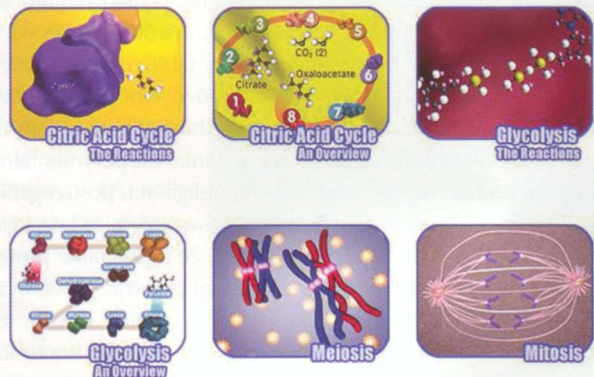


uczniom pytań, na które odpowiedzi mogą znaleźć podczas zajęć, np. na stronach popularnonaukowych lub encyklopedycznych. Można także polecać uczniom odwiedzenie i przejrzanie konkretnych stron jako uzupełnienie pracy domowej. Jest to na pewno atrakcyjniejszy sposób zdobywania wiedzy dla młodego pokolenia niż samo czytanie podręcznika.

**Na podstawie:** Rambitan VM (2015) *The Effect of Smartphone on Students' Critical Thinking Skill in Relation to the Concept of Biodiversity*. *American Journal of Educational Research* 3:243–249.

## WIRTUALNA KOMÓRKA

Biologia molekularna i cytologia należą bez wątpienia do jednych z najbardziej skomplikowanych dziedzin biologicznych. Znajduje to swoje odbicie także w dydaktyce, gdzie pytania z tych fragmentów biologii uchodzą za najtrudniejsze, np. podczas matur czy choćby szkolnych klasówek. Z trudności w efektywnym nauczaniu tych zagadnień zdają sobie sprawę także dydaktycy oraz naukowcy. Zrozumienie procesów, które się odbywają wewnątrz komórki sprawia kłopoty uczniom i studentom z kilku względów. Przede wszystkim struktury, o których mowa, są mikroskopijne, a jak wiadomo łatwiej przyswoić sobie wiedzę o czymś, co możemy dotknąć i zobaczyć gołym okiem. Po drugie życie wewnątrz komórki toczy się w tempie liczącym w ułamkach sekund, co jest trudne do zrozumienia dla nas – przyzwyczajonych do procesów trwających minuty czy wręcz godziny. Kolejnym problemem jest mnogość struktur, często o trudnych „chemicznych” nazwach oraz sub-



Źródło: [www.vcell.ndsu.nodak.edu/animations](http://www.vcell.ndsu.nodak.edu/animations)

telnie różniących się od siebie. W tym obszarze biologia styka się z innymi naukami – chemią i fizyką – bez których podstaw bardzo ciężko zrozumieć niektóre zagadnienia.

Aby choć trochę ułatwić pracę dydaktykom, powstał bardzo ciekawy projekt o nazwie Virtual Cell prowadzony przez naukowców z Uniwersytetu Stanowego Północnej Dakoty w Stanach Zjednoczonych. Zaangażowani w niego biolodzy oraz informatycy stworzyli animacje komputerowe ukazujące procesy zachodzące w żywych komórkach, takie jak transkrypcja czy glikoliza. Animacje te są za darmo dostępne na stronach projektu oraz w serwisie YouTube. Ponadto, utworzona została wersja strony na urządzenia mobilne, aby np. podczas lekcji

uczniowie – na polecenie nauczyciela – mogli obejrzeć sobie dany proces na własnych telefonach komórkowych. Może to być znakomitym urozmaiceniem szkolnych lekcji biologii, ale także zajęć na uczelniach wyższych. Obecnie udostępnionych w serwisie jest 25 animacji, które w prosty sposób ukazują ukryte życie komórki.

Kanał z animacjami w serwisie YouTube: [www.youtube.com/ndsuvirtualcell](http://www.youtube.com/ndsuvirtualcell)

**Na podstawie:** Reindl KM, White AR, Johnson C, Vender B, Slator BM, McClean P (2015) *The virtual cell animation collection: tools for teaching molecular and cellular biology*. PLoS Biol doi:10.1371/journal.pbio.1002118.

## WIARA NAUCZYCIELA WPŁYWA NA JEGO POGLĄDY



Do takiego wniosku doszli południowokoreańscy naukowcy po przeprowadzeniu ankiet dotyczących ewolucji biologicznej wśród nauczycieli różnych typów szkół. Ankiety były anonimowe i zawierały pytania o wiek, płeć i wyznawaną religię oraz 4 zamknięte pytania eksperymentalne. Naukowcom udało się zebrać dane od 308 nauczycieli, wśród których 45% określiło siebie jako bezwyznaniowców (ateiści i agnostycy), 20% jako buddystów, 15% – protestantów, 10% – katolików, i 10% jako wyznawców innej religii. Zestawienie tych danych z uzyskanymi odpowiedziami na pytania eksperymentalne ujawniło istotny wpływ wyznawanej religii na postrzeganie ewolucji oraz tematów związanych z powstaniem świata i gatunku *Homo sapiens*. Badanie pokazało, że szczególnie protestanci są przekonani o boskiej interwencji podczas powstawania planety i później człowieka. Aż 80% z nich uważa, że procesy te były albo wyłączną sprawą, albo chociaż kontrolowane przez Boga. Dla porównania twierdzi tak tylko niespełna 20% katolików i 10% buddystów. Co ciekawe, również 10% bezwyznaniowców, czyli w głównej mierze ateistów i agnosty-

ków dopuszcza boską interwencję. Podobne proporcje wyników uzyskano także dla innych pytań o ewolucję, ale co ciekawe przy pytaniu o powstanie człowieka więcej buddystów niż bezwyznaniowców uważa, że nasz gatunek powstał na drodze wyłącznie ewolucji biologicznej. Uzyskane w tych badaniach wyniki mają ważne znaczenie, ponieważ pokazują, że osobiste przekonania i wiara nauczyciela mocno wpływają na sposób postrzegania przez niego świata, a nawet tak fundamentalnych zagadnień, jak ewolucja biologiczna. Istnieje niebezpieczeństwo, że te przekonania mogą rzutować na przekazywane uczniom treści, a one powinny być wolne od światopoglądowego bagażu i opierać się wyłącznie na faktach.

**Na podstawie:** Seo HA, Clément P (2015) *Teachers' Views on Evolution: Religion Matters in South Korea*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 167:96–102.

**mgr Krzysztof Dudek**  
**prof. dr hab. Piotr Tryjanowski**  
Instytut Zoologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

# Jak ciekawie mówić O DRZEWACH, aby uczniowie

## SŁUCHALI?

**D**rzewa są roślinami obecnymi w naszym codziennym życiu każdego dnia. Mijamy je w drodze do pracy, do szkoły. Przyzwyczailiśmy się do obecności drzew do tego stopnia, że ich nie zauważamy. Przemiany społeczne, rozwój gospodarczy przyczyniły się do tego, że coraz rzadziej mamy kontakt ze środowiskiem naturalnym. Niejednokrotnie uczniowie mają możliwość zetknięcia się z zagadnieniami szeroko rozumianej przyrody wyłącznie na zajęciach w szkole. Przed nauczycielami stoi trudne zadanie polegające na tym, aby w krótkim czasie zainteresować uczniów światem ożywionym i nieożywionym.

Niejednokrotnie duże zaangażowanie nauczycieli i chęć przybliżenia uczniom otaczającego świata jest ograniczona możliwościami czasowymi i finansowymi. Wiadomym jest, że idealnym rozwiązaniem jest przeprowadzenie zajęć związanych z drzewami, roślinami na terenach leśnych. Jednak większość szkół jest położona w znacznej odległości od terenów leśnych. W tym przypadku należy skorzystać z miejskiego parku lub drzew znajdujących się na terenie szkoły.

Gdy patrzy się na pojedyncze drzewo, wydaje się, że niewiele można powiedzieć na jego temat, aby zainteresować słuchaczy. Osoba prowadząca zajęcia również powinna spojrzeć na drzewo jako na organizm żyjący w określonym środowisku i na drzewo oddziałują inne rośliny, zwierzęta, czynniki nieożywione. Podczas prowadzenia zajęć należy zwrócić uwagę na oczywiste cechy, takie jak: wysokość drzewa, kształt korony, strukturę kory i kształt liści.

Istotną informacją dla młodego odbiorcy będzie zwrócenie uwagi, że drzewo tego samego gatunku będzie miało inaczej ukształtowaną koronę, gdy będzie rosło pojedynczo, np. na łące, od osobnika rosnącego w grupie drzew, np. w lesie. To w koronie drzewa rozwijają się liście, które dzięki swojemu zielonemu barwnikowi (chlorofilowi) potrafią przeprowadzać reakcje chemiczne (asymilację) umożliwiające właściwe funkcjonowanie drzew. Dla zapewnienia właściwego oświetlenia liści (aparatu asymilacyjnego) drzewo wytwarza szeroką koronę. Warto zauważyć fakt, że na kształt korony wpływ ma również wiatr. Ten efekt jest szczególnie widoczny na drzewach rosnących w pobliżu morza, w górach, gdzie mogą wytworzyć się korony o kształcie chorągiewkowatym.

Podczas prowadzenia zajęć podnoszone jest niejednokrotnie zagadnienie opadania liści na zimę. Liście są elementami drzewa wrażliwymi na niskie temperatury. Gdyby były na drzewie podczas zimy, narażone byłyby na uszkodzenia, podobnie jak tkanki wewnętrzne znajdujące się w drzewie. W wyniku jesiennego obniżania się temperatur w drzewach zachodzą procesy przygotowujące je do zrzucania liści, co związane jest m.in. ze spowolnieniem transportu wody w drzewie. W przypadku drzew iglastych (sosny pospolitej, świerka zwyczajnego) igły na zimę nie opadają, ponieważ są odpowiednio zabezpieczone substancjami pozwalającymi utrzymać się w koronie podczas niskich temperatur.

Na zajęciach liście należy traktować jako ważną cechę rozpoznawczą dla gatunku, którą młodzi odbiorcy chętnie zapamiętują. Najważniejsze, aby uczniowie



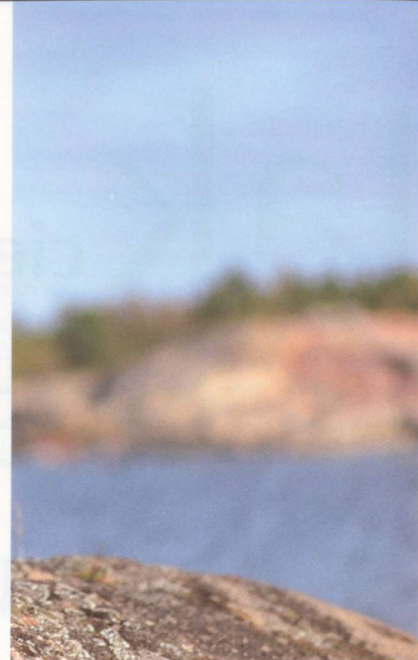
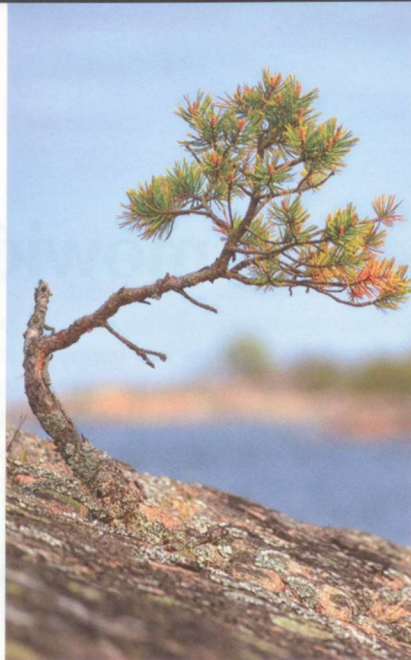
znali charakterystyczne kształty liści kilku drzew, np.: klonu zwyczajnego, dębu (szypułkowego lub bezszypułkowego), brzozy brodawkowej, jarzębu pospolitego. Należy również zwrócić uwagę, że najpopularniejsze drzewo w naszych lasach – sosna zwyczajna – posiada igły zgrupowane po dwie w tzw. krótkopędzie. Jest to informacja, na którą mało osób zwraca uwagę, a jest czasami cechą rozpoznawczą, np. sosna limba posiada pięć igieł w krótkopędzie.

Prowadząc zajęcia, warto zwrócić uwagę na różnorodność i wielkość nasion drzew. Na zajęciach możemy zaprezentować nasiona sosny lub świerka oraz nasiona dębu, które charakteryzują się dużo większym rozmiarem. Nasiona sosny można zebrać z szyszek opadłych z drzew w drugiej połowie kwietnia oraz w maju.

Widocznym i istotnym elementem każdego drzewa jest pień, który podtrzymuje koronę. Jego specjalna budowa wewnętrzna umożliwia przekazywanie substancji odżywczych z korony do korzeni oraz wody i soli mineralnych z korzeni do korony. Przybliżając odbiorcy złożoną budowę pnia dla uproszczenia można zastosować porównanie, że pień składa się z milionów drobnych rurek (naczyń, cewek). Tkanki znajdujące się pod korą transportują związki odżywcze. Tkanki znajdujące się głębiej mają za zadanie utrzymać drzewo w pozycji pionowej. Ważnym elementem dla uczestników zajęć jest możliwość dotknięcia kory na drzewie. Osoby prowadzące, w miarę możliwości, powinny pokazać różnice pomiędzy korą na różnych gatunkach drzew oraz na drzewach w różnym wieku.

Kolejnym opisywanym elementem drzewa są korzenie pełniące funkcję statycznego utrzymania drzewa w pionie oraz pobierania z gruntu wody i substancji odżywczych. Pobieranie wody do grubych korzeni jest możliwe dzięki włosnikom, które są praktycznie niewidoczne gołym okiem i znajdują się na zakończeniach drobnych korzeni. Niektóre zwierzęta (lisy, borsuki) pośród korzeni znajdują bezpieczne miejsce do wykopywania nor, w których na świat przychodzą młode.

Podczas prowadzenia zajęć nie należy zapominać, że drzewa nie są niezależnymi organizmami funkcjonującymi w środowisku. Wpływają na inne organizmy, które oddziałują również na drzewa. Na przy-



kład pnie drzew są niejednokrotnie miejscem rozwoju mchów i porostów. Należy zauważyć, że mchy nie rosną tylko po północnej stronie pnia i nie mogą służyć jako wyznacznik kierunku północnego. Mit ten niestety ciągle jeszcze funkcjonuje. Ze światem drzew nierozzerwalnie związane są liczne grupy owadów, dla których drzewo jest schronieniem przed drapieżnikami lub miejscem żerowania.

Przy temacie związanym z drzewami nie można pominąć zagadnienia oceny wieku drzew. Oczywiście jest ocena wieku drzew, które zostały ścięte, po słojach. Jest to właściwa metoda w przypadku drzew iglastych, jednak u drzew liściastych jest ona trudniejsza do interpretacji, ponieważ przyrosty roczne nie są już tak wyraźne. W przypadku posiadania krążka (wycinka) drzewa liściastego, np. brzoźowego, można sporządzić roztwór grafitu z wodą. Grafit można łatwo pozyskać, np. poprzez roztarcie rysika z ołówka (polecane do tego doświadczenia są ołówki miękkie). Sporządzony roztwór zabarwi słoje, co ułatwi ich liczenie. Istnieje również możliwość obliczenia wieku drzewa bez potrzeby jego ścinania – za pomocą specjalnego świdra przyrostowego (świdra Presslera). Polega to na wykonaniu w pniu cienkiego wywiertu, za pomocą którego na niewielkim otrzymanym wyrzynku odczytuje się wiek drzewa. Metoda ta wykorzystywana jest powszechnie w badaniach naukowych. W przypadku sosny można próbować obliczyć liczbę tzw. okółków. Każdego roku sosna wytwarza jeden okółek – czyli jeden poziom gałęzi wokół pnia. Metoda ta umożliwia podanie przybliżonego wieku drzewa i można ją stosować do około 20. roku życia drzewa.

Drzewo jak każdy organizm może ulegać chorobom. Część chorób jest związa-

na z młodym wiekiem drzewa, inne dotyczą wyłącznie starych drzew. Znaczna część chorób jest spowodowana grzybami (np. korzeniowiec sosnowy, opieńka ciemna), do niektórych przyczynia się działalność owadów, np. chrząszczy (opiećków, bogatek, korników), motyli (brudnica mniszka). Obecność hub na drzewie jest efektem zaawansowanej choroby, która osłabia drzewo i doprowadza w efekcie końcowym do jego zamarcia.

Napotkane podczas zajęć martwe drzewo powinno być traktowane jako środowisko życia innych organizmów: owadów (tzw. owady saproksyliczne), grzybów rozwijających się wyłącznie w martwym drewnie. Martwe drzewo jest w rzeczywistości pełne małych i ciekawych organizmów, które przyspieszają rozkład drewna. Natomiast opady przyczyniają się do stopniowego wyłukiwania wartościowych związków odżywczych, które ponownie trafiają do środowiska glebowego i mogą być znowu wykorzystane przez rośliny.

Zadaniem zajęć poruszających zagadnienia otaczającego środowiska jest zwrócenie uwagi m.in. na niezwykle i różnorodny świat drzew, których na co dzień nie doceniamy. Przeprowadzenie zajęć w terenie lub odpowiednie przygotowanie eksponatów nie tylko uatrakcyjni zajęcia, ale również oddziałuje na zmysły odbiorców i pozwala zapamiętać wybrane informacje na kolejne lata. Zdobyta na zajęciach wiedza, miejmy nadzieję, w przyszłości zapoczątkuje i spowoduje większą dbałość społeczeństwa o otaczającą nas przyrodę.

**dr inż. Łukasz Tyburski**  
tyburski.lukasz@wp.pl

Co każdy  
powinien  
wiedzieć  
o KLESZCZACH

ZE ŚWIATA ZOOLOGII

**Z**nane powiedzenie mówi, że jeśli chcemy z czymś walczyć, musimy najpierw dobrze to poznać. Dokładnie tak jest z kleszczami – najgroźniejszymi ektopasożytami klimatu umiarkowanego.

### Czym właściwie są?

Kleszcze (*Ixodida*) są stawonogami należącymi do gromady pajęczaków (*Arachnida*). Jest to rząd bardzo obfity w gatunki, jest ich ponad 800 na całym świecie. Dla wielu ludzi zaskoczeniem jest, gdy dowiadują się, że kleszcze są roztocznymi, wszak są one najczęściej znane jako niewidoczne gołym okiem żyjątka z kurzu. To jednak prawda, klesz-

czą do przekuwania skóry żywiciela i kotwiczenia w niej na czas pobierania pokarmu. Dlatego też struktury te posiadają liczne ząbki i haczyki. Druga część ciała, czyli idiosoma, stanowi większą część kleszcza. Z niej wyrastają odnóża oraz znajdują się na niej ujścia narządów rozrodczych, wydalniczych i pokarmowych. Odnóża krocnych kleszcze posiadają 4 pary (z wyjątkiem larw, u których są 3) jak wszystkie pajęczaki. Zbudowane są one z sześciu członów: biodro, krętarz, udo, kolano, goleń i stopa. Biodra są najczęściej sztywno przynięte do idiosomy i kleszcz nie może nimi poruszać. Stopa natomiast zakończona jest pazurkami zwiększającymi zdolność do chwytania się skóry żywiciela, a stopy pierwszej pary odnóży posia-

w Polsce jest około 21 gatunków, lecz zdecydowanie najczęściej spotykanym przez człowieka jest kleszcz łąkowy – *Ixodes ricinus*.

### Życie kleszcza

Kleszcze są pasożytami zewnętrznymi wykorzystującymi swoich gospodarzy jako żywicieli. W ciągu całego życia kleszcz musi aż trzy razy trafić na gospodarza, żeby zamknąć cykl rozwojowy. Ale zacznijmy od początku. Pierwsze stadium rozwojowe, czyli larwy, wylęga się z jaj złożonych przez samicę na ziemi lub roślinności. Larwa jest łatwa do odróżnienia, ponieważ posiada tylko 3 pary odnóży krocnych i jest bardzo małych rozmiarów – znacznie poniżej 1 mm dłu-



cze znajdują się w podgromadzie *Acari*, czyli roztoczy, i należą do ich największych przedstawicieli. Większość roztoczy osiąga długość ciała mierzoną w ułamkach milimetrów, więc faktycznie kleszcze mogące mieć po posiłku nawet 3 centymetry wydają się być gigantami niepasującymi do reszty gatunków. Zdradza je jednak charakterystyczna budowa ciała. Jest ono podzielone na gnatosomę i idiosomę, a nie na prosomę (głowotułów) i opistosomę (odwłok) jak u innych pajęczaków. Gnatosoma obejmuje przednią część ciała, na której znajdują się głaszczki, helicery i hypostom. Głaszczki są odpowiednikiem pedipalp u innych pajęczaków i pełnią rolę narządów zmysłów. Helicery natomiast razem z hypostomem, który jest narządem gębowym,

dają dodatkowo narząd Hallera będący narządem węchowym kleszczy.

Rząd *Ixodida* dzieli się na dwa podrzędy – *Argasina* nazywane kleszczami miękkimi oraz *Ixodina*, które określa się mianem kleszczy twardych. Różnią się one dość znacznie budową zewnętrzną oraz swoją ekologią. Kleszcze należące do *Argasina* to najczęściej roztocza atakujące dzikie zwierzęta, jak obrzeżki *Argas reflexus* pasożytujące na gołębiach i jedynie okazjonalnie spotykane są na człowieku. Z tego też względu w niniejszym artykule będą opisane jedynie kleszcze należące do podrzędu *Ixodina*, które często atakują ludzi oraz zwierzęta domowe i mają bardzo duże znaczenie epidemiologiczne ze względu na przenoszone mikroorganizmy. Kleszczy tych

gości ciała. Wspina się ona na roślinność na niewielką wysokość i czeka na nadejście potencjalnego żywiciela. Jest nim najczęściej jakiś gryzoń lub inny mały ssak albo jaszczurka. Narażone są również ptaki poruszające się na ziemi. Gdy larwie uda się wejść na żywiciela, którego lokalizuje dzięki obecności wydychanego dwutlenku węgla w powietrzu, zaczyna szukać odpowiedniego miejsca do żerowania. U zwierząt najczęściej są to okolice pyska, uszu i pachwin, czyli regiony ciała, które nie mogą zostać łatwo wyczyszczone. Larwa wkłtuwa się hypostomem do podskórnych naczyń krwionośnych i zaczyna pić krew, co trwa od około 2 do 5 dni. Po tym czasie zwierzę odpada od gospodarza i leżąc na ziemi lub roślinach, przechodzi metamorfozę.



Po przeobrażeniu kleszcz staje się nimfą, czyli drugim stadium rozwojowym. Posiada już wtedy wszystkie 4 pary odnóży, a także jest znacznie większy, ma około półtora milimetra długości. Dalsza aktywność nimfy wygląda podobnie jak larwy, z tym że zwierzę wchodzi nieco wyżej na roślinność w poszukiwaniu żywiciela. Dlatego też nimfy są często spotykane również na większych zwierzętach, w tym ludziach. Tak samo jak poprzednie stadium po zakończeniu kilkudniowego pożywiania ukrywa się na ziemi i linieje. Ostatnim stadium jest już osobnik dorosły, samiec lub samica. Obydwe płcie wchodzi na ostatniego, trzeciego gospodarza, jednak tylko samica się na nim pożywia. Musi wypić porcję krwi, aby móc wyprodukować jaja,

*Kleszcze są pasożytami zewnętrznymi wykorzystującymi swoich gospodarzy jako żywicieli. W ciągu całego życia kleszcz musi aż trzy razy trafić na gospodarza, żeby zamknąć cykl rozwojowy.*

spotykanych w naszym kraju najgroźniejszymi dla zdrowia ludzi są bakterie z rodzaju *Borrelia spp.* oraz wirus Kleszczowego Zapalenia Mózgu (KZM). Bakterie wywołują chorobę boreliozę, która może być nieuleczalna i powodować powikłania. Najczęściej występują problemy ze stawami lub z układem nerwowym, mogą one pojawić się nawet wiele miesięcy po zakażeniu. Niestety leczenie antybiotykami nie zawsze przynosi pozytywne rezultaty. Najważniejsze, aby zacząć je jak najwcześniej. Skąd jednak mamy wiedzieć, że ulegliśmy zakażeniu? Najpewniejszym symptomem jest powstanie okrągłej zmiany skórnej, tzw. rumienia wędrującego w okolicy ugryzienia kleszcza. Niestety, jak pokazują badania, występuje on tylko u 30–40% zakażonych. Jeśli go nie było, a po ugryzieniu przypuszczamy, że mogliśmy zostać zarażeni (np. pojawiają się objawy grypopodobne), można wykonać test na obecność bakterii *Borrelia* we krwi. Zlecić jego wykonanie może każdy lekarz pierwszego kontaktu. Na szczęście nie każde ugryzienie kleszcza musi oznaczać boreliozę. Po pierwsze, nie każdy kleszcz jest nosicielem bakterii (zazwyczaj kilka–kilkanaście procent danej populacji), po drugie musi minąć odpowiednio dużo czasu (przynajmniej doba), aby bakterie zdążyły przedostać się z układu pokarmowego kleszcza do naszego krwioobrotu. Dlatego szybkie usunięcie pasożyta znacznie minimalizuje ryzyko zakażenia. Zaznaczyć jednak trzeba, że kleszcz podczas wyciągania nie może

których często są setki, a nawet tysiące. Żerowanie samicy trwa nawet około tygodnia i w tym czasie zwiększa ona swoje rozmiary do ponad centymetra długości. Samiec natomiast wchodzi na gospodarza tylko w celu odnalezienia i zapłodnienia samicy. Nie pobiera on pokarmu i po udanym rozrodzie ginie. Dorosłe kleszcze mają około 2–3 mm długości (nienapite samice) i wchodzi na roślinność do wysokości 1 metra. Mitem jest, jakoby kleszcze spadały z drzew! Formy dorosłe najczęściej spotykane są na dużych ssakach, głównie jeleniowatych, lecz również mogą być pasożytami ludzi. Samica po pożywieniu się i kopulacji odpada od żywiciela i składa jaja. W ten sposób zamyka się cały cykl życiowy, który w zależności od dostępności

żywicieli i warunków pogodowych może trwać od roku do kilku lat.

### Dlaczego tak groźne?

Kleszcze same w sobie nie są bardzo niebezpieczne dla zdrowia. Rzadko zdarza się, że występuje reakcja alergiczna na ich ukąszenie. Najczęściej jednak przebiega ono bezobjawowo i zostawia tylko małą, lekko swędzącą rankę na skórze. Dlaczego więc tak się ich wszyscy boją? Wynika to z faktu, że kleszcze są wektorami patogenów, czyli mogą przenosić mikroorganizmy z jednych zwierząt na inne. Są one nosicielami zarówno bakterii, wirusów, jak i pierwotniaków, z których wiele gatunków jest chorobotwórczych. Spośród najczęściej

być zgnieciony lub wcześniej zabity, gdyż wtedy zawartość jego jelita szybko przemieści się do naczyń krwionośnych gospodarza. W przypadku choroby wirusowej, jaką jest KZM, istnieje skuteczny środek prewencyjny – szczepionka. Daje ona skuteczną ochronę przed wirusem. Szczepienie przeciwko KZM jest szczególnie zalecane osobom narażonym na częsty kontakt z kleszczami, jak leśnicy, drwale czy grzybiarze, oraz mieszkańcom terenów o wysokim wskaźniku zachorowań. Wirus KZM nie występuje równomiernie w całej Polsce jak bakterie *Borrelia*, ale jest endemiczny. Najczęściej zainfekowane nim są kleszcze żyjące we wschodnich rejonach kraju. KZM na szczęście stosunkowo rzadko ma poważny przebieg. Często zdarza się, że zarażona osoba nawet nie dowiaduje się o chorobie, ponieważ jej objawy mogą przypominać grypę i samoistnie ustępować, gdy nasz układ immunologiczny poradzi sobie z wirusem. Nie należy jednak go bagatelizować, gdyż u części zarażonych choroba przybiera postać ostrą, która może zakończyć się rozwojem zapalenia mózgu i w rzadkich przypadkach nawet śmiercią chorego. Na wirusa nie ma lekarstwa, można jedynie łagodzić objawy choroby i wspomagać układ odpornościowy w walce z wirusem.

### Najważniejsze nie dać się ugryźć

Istnieją na rynku różnego rodzaju środki odstrasające kleszcze, jednak ich skuteczność wbrew temu, co mówią producenci, jest dyskusyjna. Dlatego najlepszą metodą uniknięcia ugryzienia jest odpowiednie przygotowanie podczas wycieczek i wiedza o kleszczach. Ponieważ pajęczaki te nie wchodzi wyżej niż jeden metr nad ziemię, zazwyczaj zbieramy je nogami z trawy. Dlatego zaleca się chodzić na terenach ich występowania (lasy, ich skraje, łąki z wysoką trawą) w długich spodniach z nogawkami wciągniętymi w wysokie buty. Istnieje wtedy duża szansa, że albo kleszcz, nie mogąc znaleźć skóry, sam spadnie, albo my łatwo go zauważymy i zdejmujemy. Drugim dobrym nawykiem jest dokładne obejrzenie całego ciała po przyjsciu do domu. W szczególności trzeba przyjrzeć się sobie od pasa w dół, a dzieciom także

resztę ciała i głowę, ponieważ jak pokazują badania u najmłodszych (i niewysokich), kleszcze lubią żerować między włosami. Istnieje duża szansa, że znajdziemy kleszcza, jeszcze zanim zacznie się pożywiać, gdyż roztocza te najpierw „spacerują” po gospodarzu w poszukiwaniu odpowiedniego miejsca na wklucie. Jeśli jednak już doszło do przyczepienia się do skóry, można kleszcza łatwo usunąć za pomocą pęsety. Wystarczy chwycić go jak najbliżej skóry i delikatnie, lecz zdecydowanie pociągnąć z jednoczesnym przekręceniem. Jeśli zrobimy to w ten sposób, kleszcz wyjdzie w całości i nie zwróci zawartości jelita do rany. Wbrew popularnym mitom absolutnie nie wolno kleszcza przed usunięciem zabijać poprzez przypalanie czy smarowanie tłuszczem, gdyż dojdzie wtedy do regurgitacji, czyli automatycznego cofnięcia treści jelitowej do otworu gębowego i dalej do krwi gospodarza.

### Lekcja o kleszczach

Jeśli nauczyciel chciałby pokazać na lekcji żywe lub spreparowane okazy kleszczy, jest to bardzo łatwe do zrobienia. Pajęczaki te można pozyskać praktycznie w każdym lesie. Najlepiej w tym celu zrobić flagę – przyczepić białą tkaninę (najlepiej dość ciężką) o wymiarach około 1 m<sup>2</sup> do długiego kija lub rurki i omiatać nią wysoką trawę, niskie krzaczki, a w lesie także bezpośrednio ściółkę. Tym sposobem już po kilkudziesięciu minutach możemy mieć pokazny zbiór

kleszczy w różnych stadiach rozwojowych. Największa jest szansa na złapanie gatunku *Ixodes ricinus*, lecz jeśli chcemy mieć pewność co do oznaczenia, można posłużyć się kluczem. Flaga powinna mieć biały kolor, gdyż na nim najłatwiej zauważymy przyczepione osobniki. W ten sposób powinno się udać złapać zarówno larwy, nimfy, jak i samice z samcami. Larwy *I. ricinus* są bardzo małe i jasne, nimfy osiągają już do 2 mm długości i mają brązowy kolor, natomiast dorosłe są zdecydowanie większe. Samce mają ciało prawie całkowicie czarne, a samice czarno-czerwone. Złapane żywe kleszcze najlepiej przechowywać w małych pojemniczkach z dostępem tlenu i wrzucaną mokrą watą lub papierkiem, ponieważ preferują wysoką wilgotność powietrza. Jeśli natomiast chcemy przygotować preparaty martwe do oglądania pod binokulem, kleszcze konserwuje się, wrzucając je do alkoholu. Dobrym sposobem zabicia kleszczy jest także wrzucenie ich do wrzącej wody, wtedy będą miały wyprostowane odnóża. Następnie można pod binokulem lub nawet zwykłą lupą pokazać uczniom ich budowę morfologiczną i przystosowania do pasywnego trybu życia. Jeśli mamy do dyspozycji binokular, świetnie widoczne będą narządy Hellera na stopach, otwór płciowy samicy czy budowa hypostomu.

**mgr Krzysztof Dudek**

Instytut Zoologii

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dudekk@gmail.com



POMYŚL NA LEKCJĘ

W świecie

# DŹDŻOWNIC!

*Scenariusz lekcji*

## pomysł na lekcję

✓ **Temat:** W ŚWIECIE DŹDŻOWNIC!

✓ **Adresaci:** przedszkolaki, uczniowie klas 1–3 szkoły podstawowej.

✓ **Cele operacyjne:**

**I. W zakresie wiadomości uczeń:**

- wyjaśnia pojęcie „kompostownik”,
- opisuje cechy charakterystyczne w budowie dżdżownicy,
- wie, czym odżywia się dżdżownica,
- wymienia rolę, jaką pełnią dżdżownice w przyrodzie,
- potrafi naśladować sposób poruszania się dżdżownicy.

**II. W zakresie umiejętności uczeń:**

- zakłada hodowlę dżdżownic,
- charakteryzuje przystosowania dżdżownicy do życia pod ziemią,
- wnioskuje na podstawie obserwacji, jak zbudowana jest dżdżownica,
- umiejętnie posługuje się lupą, pęsetą,
- segreguje prawidłowo odpady,
- opisuje znaczenie dżdżownic dla środowiska naturalnego.

✓ **Postawy i przekonania:**

- rozbudzanie zainteresowania przyrodą,
- kształtowanie świadomości ekologicznej,
- przestrzega reguł wyznaczonych podczas zabaw,
- wykonuje starannie pracę plastyczną,



- zgodnie współpracuje w grupie,
- okazuje szacunek do wszystkich istot żywych,
- słucha wypowiedzi innych uczniów,
- ma świadomość pozytywnego znaczenia dżdżownicy w przyrodzie,
- przewyższa ewentualną niechęć w stosunku do dżdżownicy.

✓ **Środki dydaktyczne:**

- rysunek/zdjęcie dżdżownicy,
- ponumerowane białe kartki,
- wiersz pt. „Dżdżownica”, autor B. Forma,
- kolorowa bibuła, kredki, pisaki, klej, sztuczne samoprzylepne oczy,
- słoik (po 1 na grupę),
- worek czarnej ziemi, woreczek piasku, suche liście, obierki od jabłek, woda,
- dżdżownice,
- lupy, pęseta, wykałaczki (po kilka sztuk na grupę),
- kawałek tektury z otworkami (po 1 na grupę),
- plastelina (po kilka kolorów dla ucznia),
- karton, worki do segregacji śmieci, obrazki przedstawiające różne odpady,
- kartki z literą a, b, c, d (po zestawie dla każdej grupy),
- samodzielnie wykonane nakładki na ołówki, naklejki oraz broszki, dyplomy,
- sprzęt multimedialny, prezentacja multimedialna,
- utwór relaksacyjny (<https://www.youtube.com/watch?v=UR4mjn53IoU>).

✓ **Strategie nauczania:**

- operacyjna,
- emocjonalna.

✓ **Formy pracy:**

- praca w grupie,
- praca zbiorowa,
- praca indywidualna.

✓ **Metody pracy:**

- czynna,
- pokazowo-oglądowa,
- słowna.

✓ **Przebieg zajęć:**

**I. Faza wprowadzająca:**

- Przywitanie uczniów.
- Czynności organizacyjno-porządkowe.
- Prowadzący przedstawia dzieciom zagadkę rysunkową dotyczącą tematu zajęć. Na tablicy korkowej przyklejone jest zdjęcie/rysunek dżdżownicy, ilustracja jest zasłonięta ponumerowanymi białymi kartkami. Uczniowie wybierają numer, a nauczyciel ściąga z tablicy kartkę z daną cyfrą. I tak do momentu, aż uczniowie odgadną, co przedstawia ilustracja.

**II. Faza realizacyjna:**

- Prowadzący czyta dzieciom wiersz pt. „Dżdżownica”.
- Następnie nauczyciel pyta uczniów, co wiedzą na temat dżdżownic: gdzie żyją, jak wyglądają, czym się odżywiają.
- Prowadzący rozdaje uczniom materiały (kolorową bibułę, klej, sztuczne oczy) oraz tłumaczy, w jaki sposób mają stworzyć własną dżdżownicę.
- W dalszej części zajęć uczniowie zostają podzieleni na grupy i w ich obrębie tworzą terrarium dla dżdżownic. Uczniowie układają w słoiku kolejne warstwy: ziemi czarnej, piasku, ziemi czarnej, suchych liści oraz obierek od jabłka, na końcu delikatnie polewają wszystkie warstwy wodą. Przygotowane terraria uczniowie powinni odstawić na bok.
- Następnie uczniowie, pozostając we wcześniej utworzonych grupach, pod opieką nauczyciela obserwują przy pomocy lupy żywe dżdżownice. Podczas obserwacji rozmawiają z prowadzącym na temat budowy dżdżownic i ich przystosowania do życia w glebie. Po zakończonej obserwacji uczniowie umieszczają obserwowane dżdżownice we wcześniej przygotowanym terrarium i przykrywają słoik kartonowym wiekiem z dziurkami. Przez następne dni dzieci mają okazję obserwować aktywność dżdżownic.
- Podczas dalszej części zajęć każdy z uczniów otrzymuje obrazek przedstawiający różnego rodzaju od-

pady. Na środku sali prowadzący ustawia karton, który pełni rolę kompostownika oraz worek na plastiki, papier oraz szkło. Uczniowie po kolei wychodzą na środek sali, prezentują otrzymany obrazek i wrzucają go do odpowiedniego pojemnika.

**III. Faza podsumowująca:**

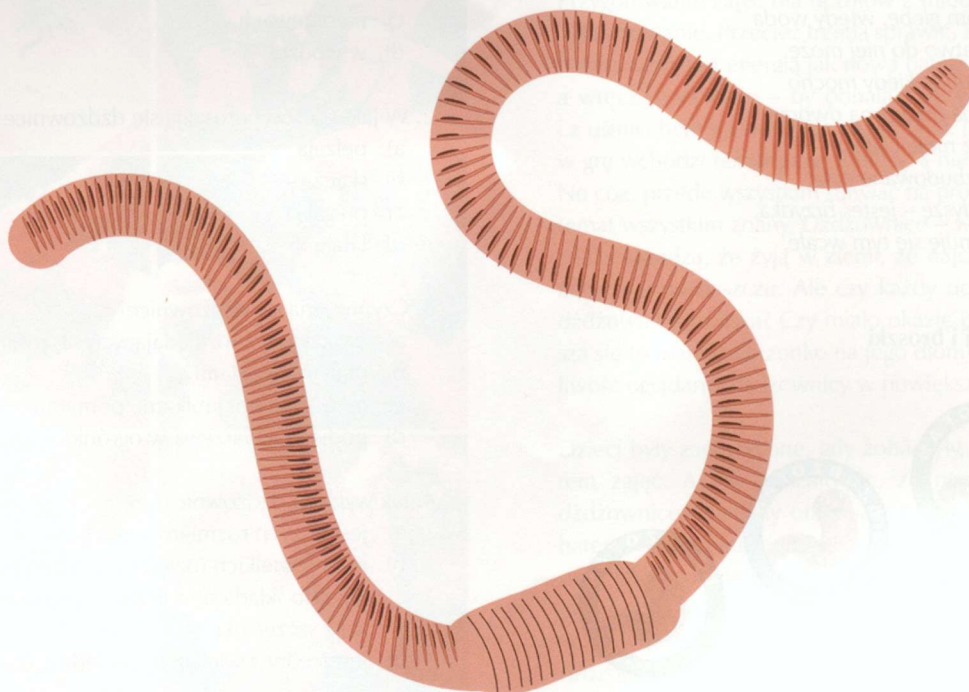
- Prowadzący dzieli dzieci na 4 grupy, rozdaje kartki z literą a, b, c, d, tłumaczy zasady quizu (prowadzący zadaje pytania i czyta 4 możliwe odpowiedzi, następnie uczniowie naradzają się w obrębie swojej grupy i na znak nauczyciela kapitanowie grupy podnoszą kartkę z prawidłową według grupy odpowiedzią). Nauczyciel przeprowadza quiz (w formie prezentacji multimedialnej), po zakończeniu liczy punkty i rozdaje wszystkim uczniom nagrody (naklejki, broszki, nakładki na ołówki, dyplomy).
- Nauczyciel podsumowuje zajęcia, ocenia aktywność i zaangażowanie każdego z uczniów podczas zajęć.
- Na zakończenie zajęć prowadzący prosi uczniów o odnalezienie wygodnej dla siebie pozycji, tak by nie dotykać innej osoby. Wszyscy zamykają oczy, odpuszczają się i próbują wczuć w odtwarzaną muzykę relaksacyjną.
- Pożegnanie z uczniami.

**✓ Grafiki:**

- <https://opencart.org/>

**✓ Załączniki**

- Ilustracja przedstawiająca dżdżownicę



## pomysł na lekcję

- Przykładowe obrazki przedstawiające różne odpady



- Wiersz pt. „Dżdżownica”, autor: B. Forma

Drążę w ziemi korytarze,  
 jestem bardzo pożyteczna.  
 Zjadam grzyby i próchnicę  
 i pod ziemią sobie mieszkam.  
 Spulchniam glebę, wtedy woda  
 wsiąkać łatwo do niej może.  
 Lecz nie lubię, kiedy mocno  
 ciągle pada deszcz na dworze.  
 Elastyczne moje ciało  
 z mięśni zbudowane całe.  
 Chociaż słyszę – jesteś brzydka,  
 nie przejmuję się tym wcale.

- Naklejki i broszki

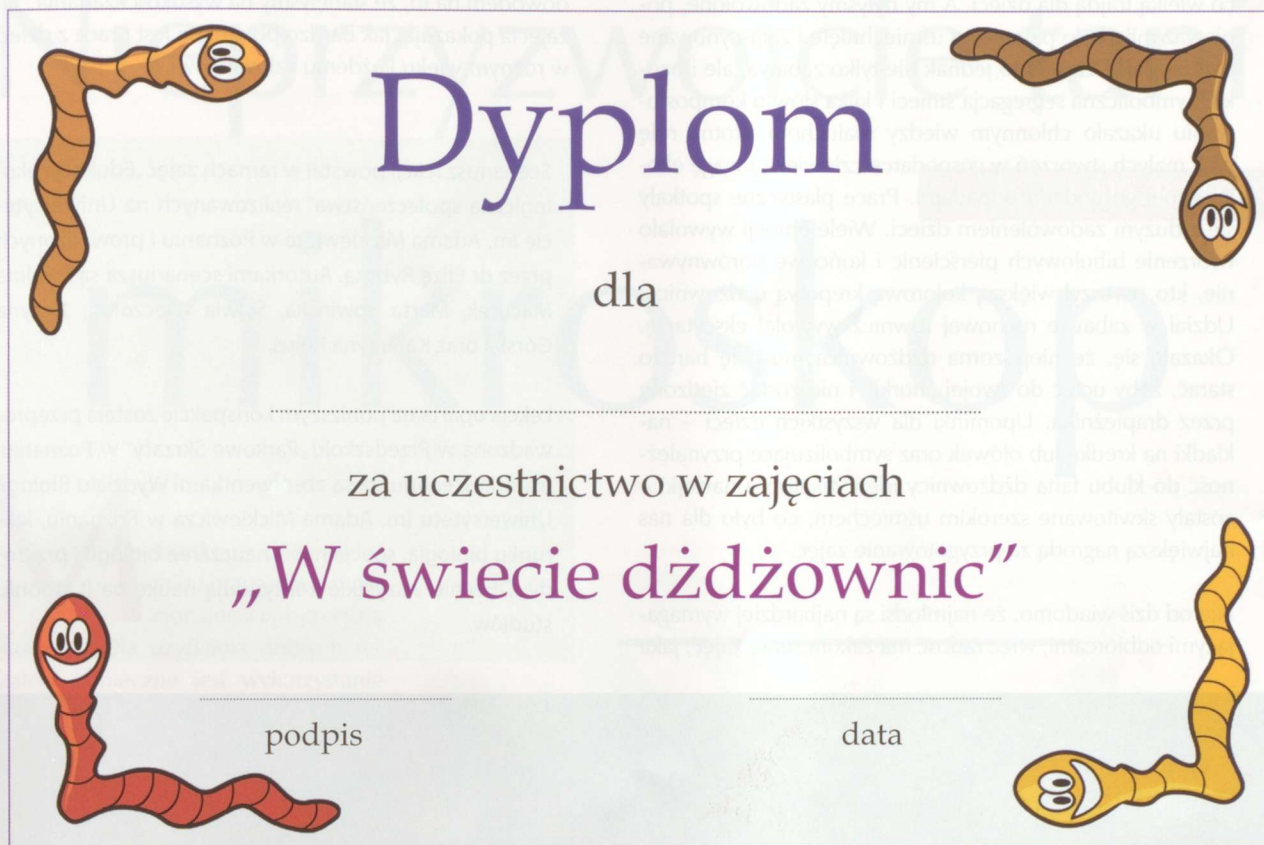


- Quiz

Przykładowe pytania:

- Gdzie żyją dżdżownice?
  - w glebie
  - na powierzchni ziemi
  - na drzewach
  - w wodzie
- W jaki sposób poruszają się dżdżownice?
  - pełzają
  - skaczą
  - biegają
  - latają
- Czym żywią się dżdżownice?
  - związkami z rozkładających się roślin i zwierząt
  - małymi owadami
  - owocami, np. jabłkami, pomarańczami
  - podjadają warzywa w ogródku
- Jak wygląda dżdżownica?
  - jest dużych rozmiarów, ma liczne włoski na ciele
  - jest niewielkich rozmiarów, często pokryta śluzem
  - jej ciało składa się z licznych pierścieni, z których wystają szczecinki
  - jest średniej wielkości, posiada długie odnóża

• Dyplom



• Zdjęcia z zajęć – autor dr Eliza Rybska



✓ Wrażenia z zajęć

**Dżdżozofan – czyli jak przedszkolak zostaje fanem dżdżownicy**

Przygotowanie zajęć dla uczniów z młodszych klas to nie lada wyzwanie. Przecież trzeba sprawić, żeby uczeń, który naładowany jest energią jak nowa bateria, się nie znudził, a wręcz przeciwnie – by odnalazł się w całej idei zajęć i z uśmiechem na twarzy je wspominał. Jak to zrobić, jeśli w grę wchodzi temat przyrodniczy, a nie pluszowe misie? No cóż, przede wszystkim stawiać na prostotę, wybierając temat wszystkim znany. Dżdżownice – wszystkie dzieci je znają. Wiedzą, że żyją w ziemi, że najczęściej można je zobaczyć po deszczu. Ale czy każdy uczeń widział taką dżdżownicę z bliska? Czy miało okazję poczuć, jak porusza się to małe stworzonko na jego dłoni? Czy miało możliwość oglądania dżdżownicy w powiększeniu?

Dzieci były zachwycone, gdy zobaczyły, co będzie tematem zajęć. A gdy okazało się, że przyniosłyśmy żywe dżdżownice, maluchy oniemiały z wrażenia. Ospałe bohaterki dzięki natężeniu dziecięcych głosików wybudziły się z lekkiego letargu, aby ukazać cały swój urok małym przyrodnikom. Dzieci miały możliwość obserwowania w powiększeniu pierścieni, z których zbudowane są dżdżownice. Sprawdzenie na dłoniach, czy dżdżownica

## *pomysł na lekcję*

naprawdę pokryta jest sluzem, było nie tyle zaskoczeniem, co wielką frajdą dla dzieci. A my byliśmy zadowolone, ponieważ miło było patrzeć na uśmiechnięte i zafascynowane twarze. Takie zajęcia to jednak nie tylko zabawa, ale i nauka. Symboliczna segregacja śmieci i kilka słów o kompostowaniu ukazało chłonnym wiedzy maluchom istotną rolę tych małych stworzeń w gospodarce człowieka i wagę ekologicznej gospodarki odpadami. Prace plastyczne spotkały się z dużym zadowoleniem dzieci. Wiele emocji wywołało tworzenie bibułowych pierścienic i końcowe porównywanie, kto stworzył większą kolorową krepową dżdżownicę. Udział w zabawie ruchowej również wywołał ekscytację. Okazało się, że niepozorna dżdżownica musi się bardzo starać, żeby uciec do swojej „norki” i nie zostać zjedzoną przez drapieżnika. Upominki dla wszystkich dzieci – nakładki na kredkę lub ołówek oraz symbolizujące przynależność do klubu fana dżdżownicy identyfikatory i naklejki – zostały skwitowane szerokim uśmiechem, co było dla nas największą nagrodą za przygotowanie zajęć.

Nie od dziś wiadomo, że najmłodszy są najbardziej wymagającymi odbiorcami, więc radość ma zakończenie zajęć, jaka

malowała się na twarzach uczniów, była chyba najlepszym dowodem na to, że stanęłyśmy na wysokości zadania. Takie zajęcia pokazują, jak bardzo potrzebna jest praca z dziećmi w różnym wieku każdemu człowiekowi.

Scenariusz lekcji powstał w ramach zajęć „Edukacja ekologiczna społeczeństwa” realizowanych na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu i prowadzonych przez dr Elżę Rybską. Autorkami scenariusza są Ewelina Macurek, Marta Sowińska, Sylwia Wieczorek, Justyna Górka oraz Katarzyna Kulus.

Lekcja oparta na poniższym konspekcie została przeprowadzona w Przedszkolu „Parkowe Skrzaty” w Poznaniu. Autorki scenariusza są absolwentkami Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, kierunku biologia, specjalności nauczanie biologii i przyrody. Obecnie wszystkie kontynuują naukę na II stopniu studiów.





# Nieprzyzwoicie tani mikroskop

LABORATORIUM

**M**ikroskop podświadomie kojarzy się z funkcjonalnością i precyzją wykonania. Dla uzyskania dobrych rezultatów konieczne jest wykorzystanie jak najdoskonalszych soczewek i jak najprecyzyjniej wykonanych elementów mechanicznych. To wszystko wpływa oczywiście na cenę tego urządzenia: dobry mikroskop nie jest zwykle tani i vice versa. Z punktu widzenia zainteresowanych nauczycieli, uczniów, wszelkich pasjonatów czy nawet zawodowych naukowców jest to często duży problem. Argument braku środków finansowych jest często podnoszony także przez kierownictwo szkół jako odpowiedź na zarzuty braku prowadzenia zajęć praktycznych, choćby w czasie lekcji biologii.

Między innymi z tych powodów w poprzednim numerze „Biologii w Szkole” opisałem prostą metodę wizualizacji mikroorganizmów przy wykorzystaniu powszechnie dostępnych wskaźników laserowych [1]. Sposób ten niewątpliwie działa i zapewnia zaskakująco dobre rezultaty – uwzględniając oczywiście prostotę rozwiązania. Mimo wszystko uzyskany w ten sposób obraz nie jest idealny, ponieważ nie zapewnia odwzorowania szczegółów wewnętrznej budowy obserwowanych obiektów, a jedynie ich kształtu. Doświadczenie to przydaje się w szczególności do rozbudzenia ciekawości przyrodniczej. By jednak móc dokonać głębszej analizy uzyskanych rezultatów, należy uciec się do rozwiązań, które zapewnią bardziej szczegółowy obraz.

---

*Podstawowym elementem opisywanego mikroskopu jest kamera internetowa. Najlepiej wykorzystać najtańszą kamerę internetową podłączaną do komputera za pomocą złącza USB.*

---

Dlatego tym razem chciałbym zaproponować Czytelnikowi zbudowanie taniego cyfrowego mikroskopu, który umożliwi obserwację zróżnicowanych preparatów: od stosunkowo dużych, jak całe owady, do naprawdę niewielkich, jak m.in. komórki roślinne czy jednokomórkowe orzęski.

Na rynku są dostępne elektroniczne mikroskopy o dobrych parametrach, które są przeważnie tańsze od klasycznych mikroskopów świetlnych. Ich cena w wielu wypadkach niestety i tak bywa zaporowa. Samodzielna budowa takiego urządzenia da z pewnością wiele satysfakcji każdemu eksperymentatorowi. Proponowane rozwiązanie jest także dość ekonomiczne: koszt mojego urzą-

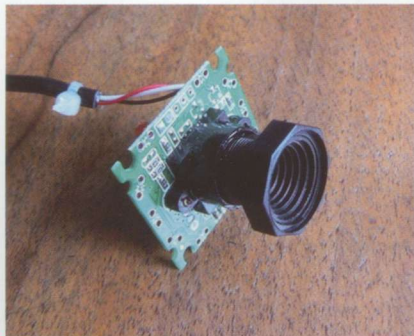
dzenia zamknął się w kwocie kilkudziesięciu złotych. Dlatego myślę, że nawet biorąc pod uwagę pewne ograniczenia, gra jest warta świeczki.

## **Budowa**

Podstawowym elementem opisywanego mikroskopu jest kamera internetowa. Najlepiej wykorzystać najtańszą kamerę internetową podłączaną do komputera za pomocą złącza USB. Niska cena jest tutaj zaletą, ponieważ cięcie kosztów przez producentów powoduje, że takie konstrukcje są maksymalnie uproszczone pod względem mechanicznym. W dużym stopniu ułatwia to niezbędne przeróbki.

Pierwszą czynnością, jaką musimy wykonać, jest demontaż obudowy kamery. Zwykle nie jest to trudne – wystarczy odkręcić kilka niewielkich śrubek. Niestety czasem elementy obudowy są klejone. Wtedy najlepiej posłużyć się ostrym nożem. Wszystkie opisywane czynności należy prowadzić ostrożnie, by nie uszkodzić delikatnych elementów wewnętrznych urządzenia.

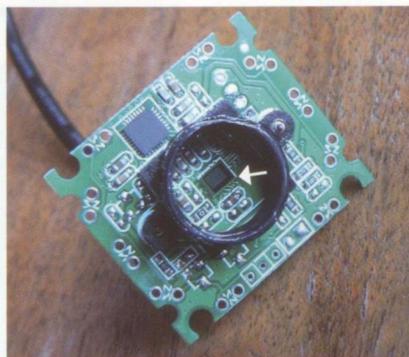
Wewnątrz obudowy można zwykle znaleźć pojedynczą płytkę drukowaną, na której umieszczone są elementy tworzące układ elektroniczny kamery, a także niewielki tubus mieszczący optykę (fot. 1). Do płytki są też oczywiście podłączone przewody stanowiące linie zasilające i sygnałowe złącze USB, które służy do komunikacji urządzenia z komputerem. Czasem występują też dodatkowe przewody, którymi do płytki podłączony może być na przykład niewielki mikrofon elektretowy. Nie będzie nam on potrzebny, dodatkowe przewody można więc po prostu odciąć, by nie przeszkadzały w dalszych pracach. Trzeba przy tym zadbac, by nie doszło do zwarcia.



Fot. 1. Wykorzystana w artykule kamera internetowa, bez obudowy

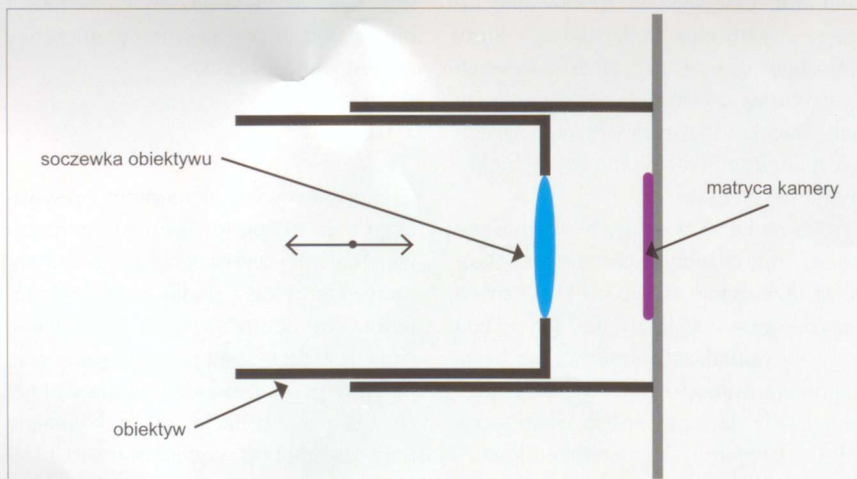
Chwilowo zatrzymajmy się w tym punkcie, by zastanowić się nad sposobem działania takiej kamery. Na rys. 1 przedstawiam jej uproszczony schemat.

Funkcjonowanie urządzenia jest dosyć proste: obraz za pomocą soczewki jest rzutowany na światłoczułą matrycę, a powstały w niej sygnał zostaje przetworzony przez układ elektroniczny i przesłany do komputera. Czytelnik z pewnością odnotuje analogię do budowy i sposobu działania oka. Kamery internetowe posiadają też zwykle dodatkowy filtr podczerwieni – bywa on umieszczany przed lub za soczewką. Ostrość obrazu reguluje się dzięki zmianie odległości soczewki od elementu światłoczułego, poprzez wkręcanie lub wykręcanie obiektywu wyposażonego w gwint o niewielkim skoku. Po usunięciu tego elementu wraz z soczewką można zobaczyć



Fot. 2. Kamera po usunięciu elementów optycznych, widoczna matryca światłoczuła (zaznaczona strzałką)

matrycę (fot. 2), w tańszych kamerach wykonaną zwykle w technice CMOS (ang. Complementary metal-oxide semiconductor).

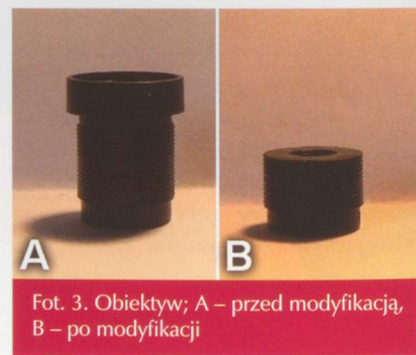


Rys. 1. Schemat budowy kamery internetowej

Trzeba uważać, by nie zabrudzić matrycy. Nawet najmniejsze zanieczyszczenia czy pyłki kurzu obecne na jej powierzchni zemszczą się potem wyraźnym pogorszeniem jakości uzyskiwanego obrazu.

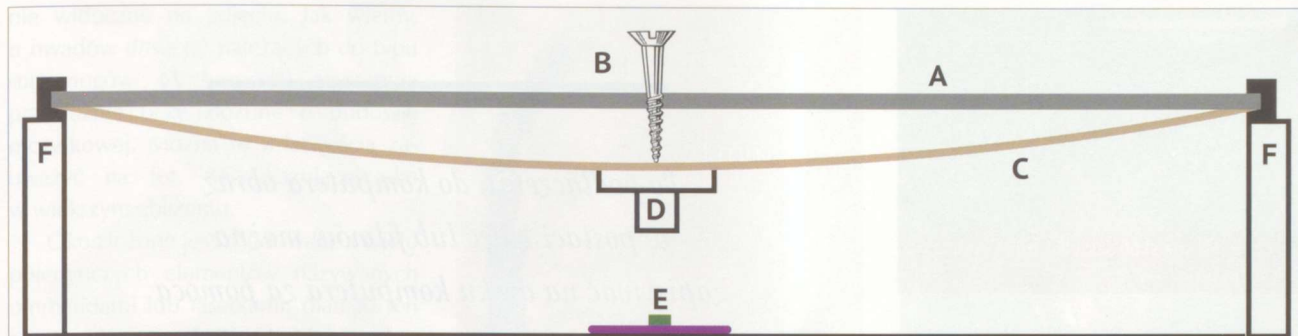
Zastanówmy się teraz, w jaki sposób taką zabawkę można przekształcić w użyteczny edukacyjnie elektroniczny mikroskop. Jak już wcześniej wspominałem, ostrość reguluje się tutaj poprzez zmianę odległości soczewki obiektywu od matrycy. Im bliżej matrycy położona jest soczewka, tym dalej od kamery może znajdować się fotografowany przedmiot, tak by uzyskany obraz był wyraźny. W naszym przypadku większe znaczenie ma fakt, że przy odpowiednio zwiększonej odległości matryca-soczewka możliwe staje się otrzymanie wyraźnego obrazu przedmiotów znajdujących się bardzo blisko soczewki! Daje to możliwość uzyskania całkiem sporych powiększeń, oczywiście jak na tak prostą konstrukcję.

Konieczność zbliżania soczewki do obserwowanego obiektu na niewielką odległość skutkuje potrzebą niewielkiej przeróbki obiektywu. Soczewka znajduje się w jego dolnej części, tak więc obiektyw jest zwyczajnie zbyt długi (fot. 3A). Mogłoby to przeszkadzać w umieszczeniu obserwowanego obiektu w odpowiednio małej odległości od soczewki.



Fot. 3. Obiektyw; A – przed modyfikacją, B – po modyfikacji

Obiektyw należy skrócić o przednią część, która nie zawiera soczewki. Element ten jest wykonany z tworzywa sztucznego, więc modyfikacja nie nastęrcza trudności. Najlepiej ciąć tworzywo przy pomocy piły włósnicowej, uważając, by nie uszkodzić soczewki i pozostałego gwintu. Powstałą krawędź dobrze jest wygładzić przy pomocy drobnoziarnistego papieru ściernego, a następnie oczyścić soczewkę z powstałego pyłu.



Rys. 2. Schemat konstrukcji nośnej i regulacyjnej mikroskopu; opis w tekście

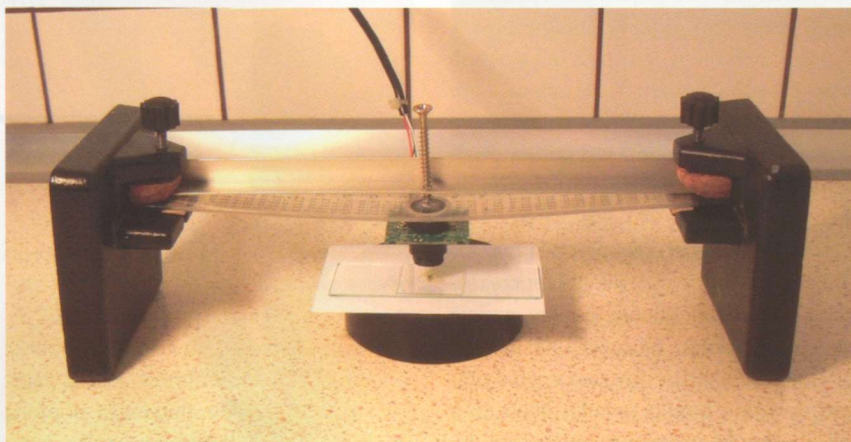
W przypadku użytej w doświadczeniu kamery długość obiektywu wynosiła pierwotnie 17 mm, zaś po modyfikacji 9 mm.

Tak przygotowany obiekt umieszczamy z powrotem w oprawie z matrycą światłoczułą. Regulacja odległości między matrycą a soczewką, a także między soczewką a preparatem pozwala na uzyskanie wyraźnych obrazów przy zróżnicowanych powiększeniach.

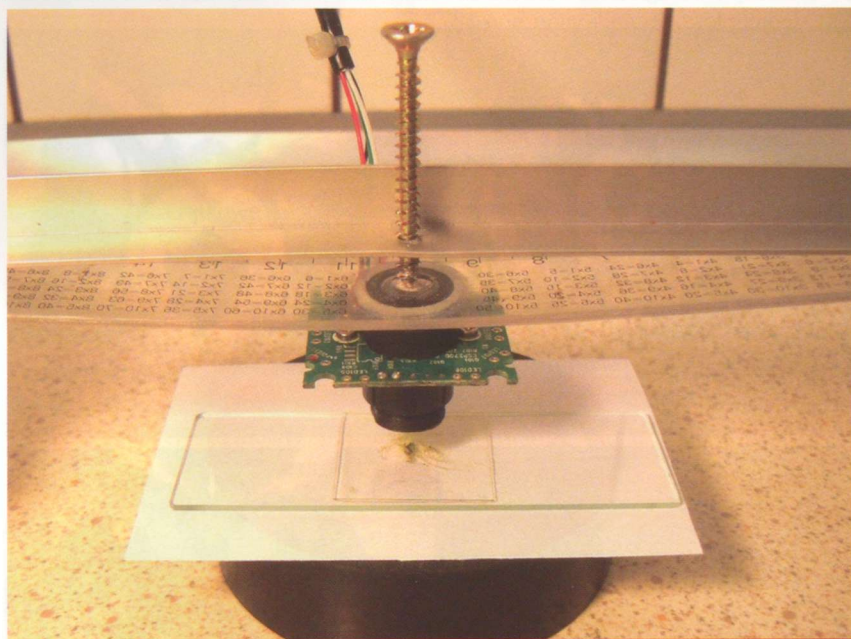
Musimy jeszcze umożliwić regulację odległości obiektywu kamery od obserwowanego obiektu. Dokładność tej regulacji jest warunkiem otrzymania jak najwyraźniejszych obrazów. Na rys. 2 przedstawiam proponowane przeze mnie rozwiązanie.

Głównym elementem nośnym konstrukcji mikroskopu jest sztywna belka A, wykonana np. z płaskownika lub kątownika aluminiowego dostępnego w sklepach budowlanych. W nagwintowanym otworze w tej belce jest umieszczony wkręt B opierający się na środkowym punkcie elastycznej belki C – w tej roli zastosowałem zwykłą linijkę z tworzywa sztucznego. Belki mają zbliżoną do siebie długość, w przypadku mojego urządzenia jest to 20 cm. Są połączone na końcach przez kilkukrotne owinięcie taśmą izolacyjną z tworzywa sztucznego. Do belki C przymocowano kamerę D, której obiektyw powinien być skierowany w dół, czyli w kierunku obserwowanego preparatu E. Cała konstrukcja opiera się na podstawach F, których rolę mogą pełnić niewielkie statywy laboratoryjne, stopy książek lub cokolwiek innego, co umożliwi solidne oparcie.

Poprzez pokręcanie wkrętu B powodujemy mniejsze lub większe ugięcie belki C. Tym samym zyskujemy możliwość dokładnej regulacji odległości so-



Fot. 4. Gotowy mikroskop

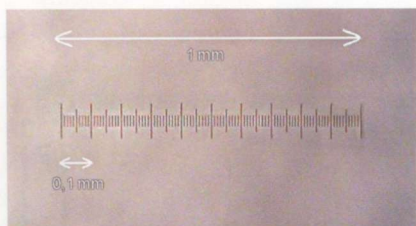


Fot. 5. Układ regulacji odległości obiektyw-preparat

czewki obiektywu kamery od preparatu, a więc też ostrości obrazu. Zakres regulacji jest wystarczający – nie należy pozwalać na zbyt duże ugięcie elastycznej belki, ponieważ może to doprowadzić do jej złamania. Zestawiony układ można zobaczyć na fot. 4. Natomiast fot. 5

przedstawia zbliżenie układu regulacji. Jak widać, w roli elementów nośnych zastosowałem stalowe podstawy niewielkich statywów laboratoryjnych. Ustawiłem je nietypowo, to znaczy bokiem.

Zaletą proponowanego rozwiązania jest to, że wykorzystano w nim jedynie



Fot. 6. Obraz skali szkiełka mikrometrycznego

łatwo dostępne materiały. Przy odpowiedniej staranności wykonania uzyskane efekty są całkowicie zadowalające. Wypróbowałem także inny sposób, z wykorzystaniem korpusu mikroskopu wraz z mechanizmem śruby makro- i mikrometrycznej. Umożliwia to znacznie doskonalszą regulację i jest godne polecenia, oczywiście jeśli ktoś ma dostęp do tego typu sprzętu.

Obserwowane obiekty mogą być zarówno przezroczyste, jak i nieprzezroczyste. Jako oświetlenie dobrze nadaje się zwykła lampa biurkowa, ale nic nie stoi na przeszkodzie, by zastosować prawie dowolne źródło światła. Nietrudno też zbudować prosty oświetlacz, tak by prowadzić obserwacje także w świetle

przechodzącym. Barwę tła i sposób oświetlenia należy dobierać tak, aby uzyskać jak największy kontrast obrazu.

Po podłączeniu do komputera obraz w postaci zdjęć lub filmów można zapisywać na dysku komputera za pomocą standardowego oprogramowania do obsługi kamer internetowych. Istnieje też możli-

wość prezentacji obrazu w czasie rzeczywistym na ekranie komputera lub na ekranie przy wykorzystaniu rzutnika multimedialnego.

Rozdzielczość uzyskanych obrazów zależy od możliwości matrycy. W przypadku tanich kamer jest to zwykle 640 x 480 lub 800 x 600 pikseli. Nie jest to dużo, ale całkowicie wystarczająco do przeprowadzenia wielu obserwacji. Na dowód użyteczności opisywanego rozwiązania można przytoczyć fot. 6. Przedstawia ona uzyskany właśnie w ten sposób obraz skali szkiełka mikrometrycznego. Z łatwością można rozróżnić na niej działki o rozpiętości zaledwie 0,01 mm.

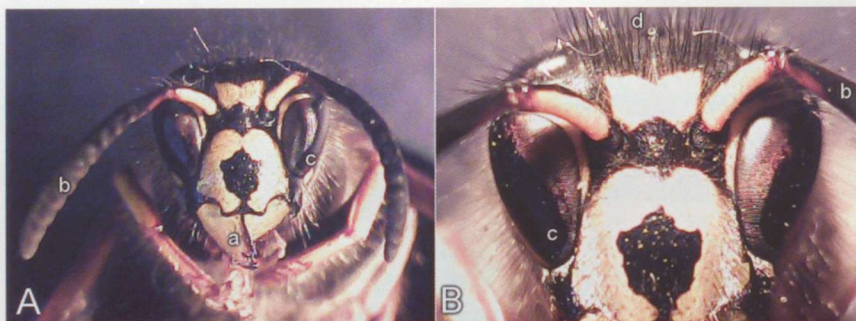
## Obserwacje

By nie być gołosłownym, chciałbym zaprezentować wyniki uzyskane przy pomocy tego prostego mikroskopu. Są to oczywiście jedynie przykładowe spostrzeżenia – zachęcam do własnych eksperymentów!

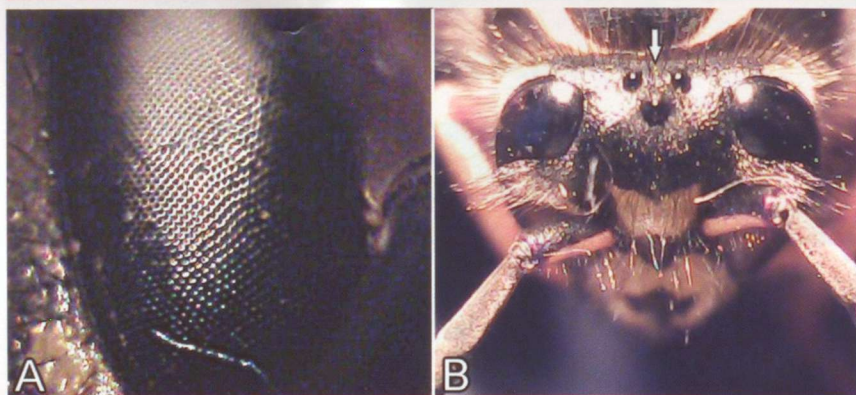
Urządzenie nadaje się wręcz wyśmienicie do prowadzenia obserwacji zewnętrznej budowy ciała niewielkich zwierząt, na przykład owadów.

Niesamowite wrażenie robi już nawet widok głowy osy średniej należącej do błonkoskrzydłych (*Hymenoptera*) [fot. 7]. Zwracają uwagę masywne żuwaczki, segmentowane czułki, a także duże oczy złożone.

U osowatych (*Vespidae*) oczy złożone mają kształt nerkowaty, co jest wyraź-



Fot. 7. Głowa osy średniej (*Dolichovespula media*); A – widok ogólny, B – zbliżenie; a – żuwaczki (*mandibulae*), b – czulek (*antenna*), c – oko złożone (*oculus compositus*), d – przyoczek (*ocellus*)



Fot. 8. Oczy osy średniej (*Dolichovespula media*); A – zbliżenie oka złożonego, widoczne ommatidia (*ommatidia*), B – widok górnej powierzchni głowy, między oczami głównymi widoczne przyoczek (*ocelli*) oznaczone strzałką

nie widoczne na zdjęciu. Jak wiemy, u owadów (*Insecta*) należących do typu stawonogów (*Arthropoda*) występują przeważnie oczy złożone o budowie mozaikowej. Można to z łatwością zauważyć na fot. 8A ukazującej oko w większym zbliżeniu.

Oko złożone jest zbudowane z wielu pojedynczych elementów nazywanych ommatidami lub fasetkami, dlatego ten typ oka bywa nazywany także fasetkowym. Co więcej, u owadów występują też dodatkowe proste narządy wzroku określane jako przyoczka. W opisywanym przypadku występują trzy przyoczka, położone między oczami złożonymi (fot. 7B i fot. 8B). Nie dostarczają one owadowi wyraźnego obrazu, mogą jednak dawać informację o jasności przedmiotów [2].

Bardziej subtelne obserwacje wymagają nieco większych wartości powiększeń. Wystarczy spojrzeć na fot. 9 przedstawiającą widok odnóża kroczonego muchy domowej, by zrozumieć, czemu stawonogi zawdzięczają swoją nazwę. Dawniej były one zresztą nazywane członkonogami [3]. Wśród widocznych elementów odnóża szczególnie interesujące są dwa pazurki położone na ostatnim tarsomerze stopy. To one, wraz z towarzyszącymi im przylgami (niewidocznymi na zdjęciu) pozwalają owadowi na wspinanie się po gładkich powierzchniach czy nawet zawisanie głową w dół, choćby na suficie.

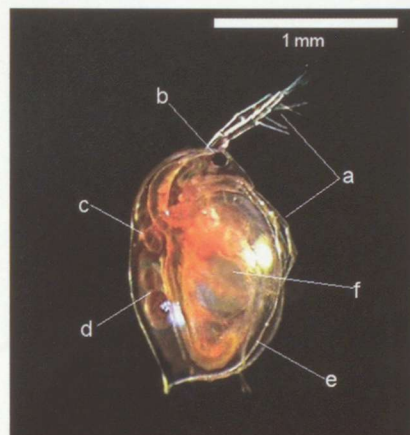
Niezapomnianych wrażeń może dostarczyć obserwacja rozwielitek, inaczej nazywanych dafniami. Są one niewielkimi skorupiakami (*Crustacea*) należącymi do wioślarek (*Cladocera*) i zasiedlają wody słodkie, także okresowo wysychające. Rozwielitki są interesujące z tego względu, że ich cienki chitynowy pancerz nazywany karapaksem jest przejrzysty. Dzięki temu z łatwością można analizować szczegóły budowy nie tylko zewnętrznej, ale i wewnętrznej, np. u rozwielitki pchlicy (fot. 10). Głównym organem służącym lokomocji są silnie rozbudowane rozgałęzione czułki drugiej pary. Pierwsza para czułków jest dalece zredukowana i pełni funkcje czuciowe. U rozwielitek, podobnie jak u pozostałych wioślarek, występuje pojedyncze ruchliwe oko powstałe z połączenia się dwóch oczu złożonych. Przy



Fot. 9. Odnóże kroczone muchy domowej (*Musca domestica*); a – udo (*femur*), b – goleń (*tibia*), c – złożona z tarsomerów stopa (*tarsus*), d – pazurki (*unguis*)

znaczniejszych powiększeniach daje się też zauważyć szczytkowe oko naupliusowe. Odnóża tułowiowe (5 par) są spłaszczone i ukryte pod karapaksem – służą one filtrowaniu z wody cząstek organicznych stanowiących pokarm. Pięknie prezentuje się uderzające z dużą częstotliwością serce skorupiak.

Co ciekawe, rozwielitki posiadają zdolność do rozmnażania na drodze par-



Fot. 10. Rozwielitka pchlica (*Daphnia pulex*); a – czułki drugiej pary, b – oko złożone, c – serce, d – jaja letnie w komorze łęgowej, e – karapak, f – odnóża tułowiowe

tenogenezy (dzieworódtwa). Przy sprzyjających warunkach środowiska, skorupiaci te wytwarzają jaja, do których rozwoju nie jest wymagane zapłodnienie – są to tak zwane jaja letnie. Rozwijają się one w komorze łęgowej pod karapaksem i dają początek następnym partenogenetycznym pokoleniom samic. Znacznie mniejsze samce pojawiają się jedynie okresowo, w szczególności przed zimą. Są one potrzebne do zapłodnienia tzw. jaj zimowych, które są zdolne do przetrwania w trudnych warunkach środowiska, tak by na wiosnę mogły rozwinąć się kolejne pokolenia samic. Zjawisko to nosi miano heterogonii [4].

Poznawanie szczegółów budowy ciała niewielkich zwierząt nie wyczerpuje możliwości mikroskopu. Za jego pomocą można prowadzić też obserwację komórek zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych.

Szczególnie łatwo jest przygotować preparat ze skórki wewnętrznej strony liścia spichrzowego cebuli zwyczajnej.



Fot. 11. Skórka wewnętrznej strony liścia spichrzowego cebuli zwyczajnej (*Allium cepa*); A – widok naturalny, B – widok po wybarwieniu, widoczne jądra komórkowe (ciemne) i cytoplazma (różowa)



Fot. 12. Nitkowata plecha skrętnicy (*Spirogyra*)



Fot. 13. Pantofelki (*Paramecium bursaria*)

Naturalny preparat jest prawie przezroczysty, można dosyć łatwo zauważyć jedynie układ komórek epidermy (fot. 11A). Dla uzyskania większego kontrastu konieczne jest wykorzystanie odpowiednich barwników, np. eozyny, safraniny, fioletu gencjanowego czy innych substancji chemicznych wiążących się z określonymi strukturami komórkowymi. Właśnie dzięki temu procesowi obraz widoczny na fot. 11B jest znacznie bardziej kontrastowy i możemy na nim zaobserwować choćby ciemno wybarwione jądra komórkowe. Prawie całą objętość komórki wypełnia tutaj pojedyncza wakuola – wybarwiona na różowo cytoplazma jest widoczna jedynie obwodowo. Można pokusić się o obserwację zjawiska plazmolizy po umieszczeniu komórek w środowisku roztworu hipertonicznego [5].

Już przy niezbyt dużych powiększeniach można poczynić pewne ciekawe spostrzeżenia w przypadku komórek glonów, których przedstawicielem jest np. skrętnica (fot. 12). Wewnątrz komórek budujących jej plechę można łatwo zauważyć zielone helikalne struktury. Są to oczywiście chloroplasty.

Doskonałymi obiektami do obserwacji są także orzęski (*Ciliata*), uważane za jedne z najwyższej uorganizowanych organizmów należących do królestwa proty-

Orzęski należące do gatunku *Paramecium bursaria* egzystują w endosymbiozie z glonem (*Chlorella paramecii*). Glon żyjący wewnątrz komórki gospodarza jest nazywany zoochlorellą i jako autotrof dostarcza orzęskowi wytworzone na drodze fotosyntezy węglowodany (głównie maltozę i glukozę) oraz tlen.

stów (*Protista*). Ich nazwa wiąże się z obecnością bardzo licznych rzęsek stanowiących organella ruchu lub mogących służyć pobieraniu pokarmu. Są one ułożone wzdłuż ciała w charakterystycznych szeregach i mogą wykonywać skoordynowane ruchy. Okrywająca komórkę orzęsków pelikula ma bardzo złożoną strukturę, przez co wodniczki mogą się tworzyć lub opróżniać jedynie w tych jej obszarach, które są pozbawione rzęsek. Pokarm jest więc pobierany przez tzw. cytostom, a niestrawione pozostałości są usuwane przez cytopyge. Wśród orzęsków spotyka się formy pływające, pełzające lub osiadłe.

Do bardziej znanych orzęsków należą te z rodzaju pantofelków (*Paramecium*). Są one heterotrofami, czyli organizmami cudzożywymi. Mikroorganizmy te nie posiadają chloroplastów, nie mogą więc prowadzić fotosyntezy. Widoczne jednak na fot. 13 komórki pantofelków mają zieloną barwę. Jak to wyjaśnić?

Okazuje się, że orzęski należące do gatunku *Paramecium bursaria* egzystują w endosymbiozie z glonem (*Chlorella paramecii*). Glon żyjący wewnątrz komórki gospodarza jest nazywany zoochlorellą i jako autotrof dostarcza orzęskowi wytworzone na drodze fotosyntezy węglowodany (głównie maltozę i glukozę) oraz tlen. Z tych powodów pantofelek ten może z powodzeniem funkcjonować w warunkach niekorzystnych dla przedstawicieli innych gatun-

ków pozbawionych zoochlorelli. Zoochlorella otrzymuje od gospodarza potrzebne składniki mineralne i metabolity, a dodatkowo zyskuje ochronę przed warunkami środowiska i zdolność ruchu [6] [7].

Jak więc widać, nawet przy pomocy tak prostego i taniego urządzenia można dokonać bardzo wielu interesujących obserwacji. Brak dużych środków finansowych nie może być więc wymówką! Wystarczy jedynie nieco chęci do poznawania świata, a sposób zawsze się znajdzie.

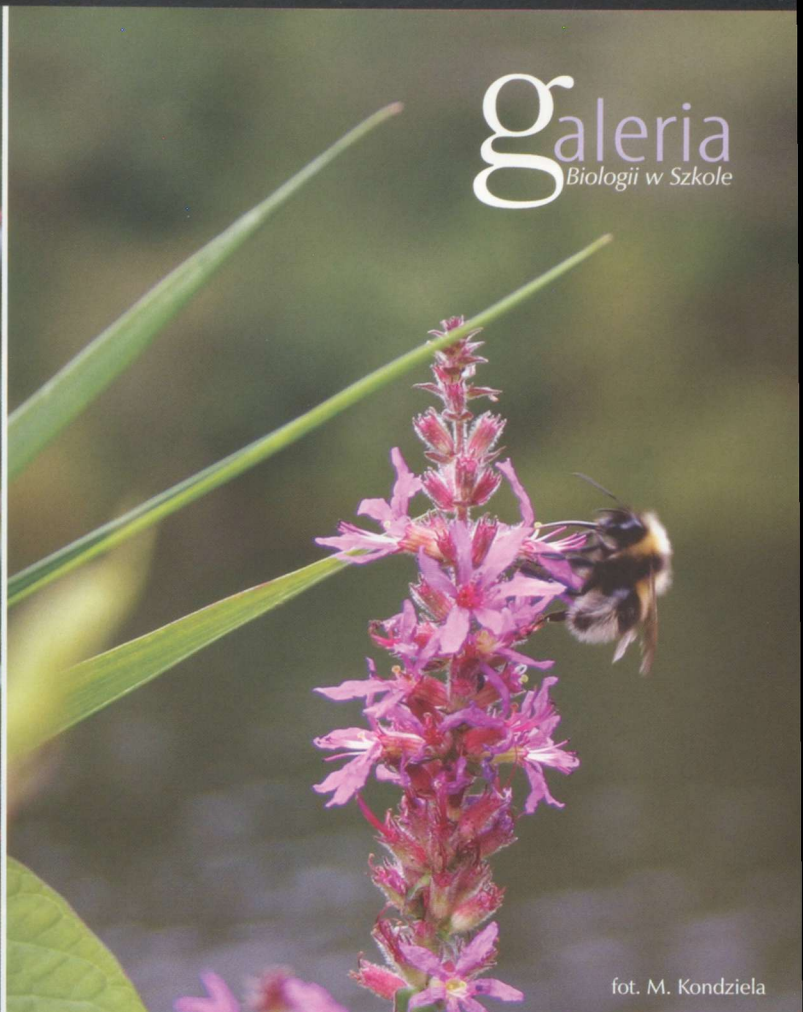
#### Literatura:

- Ples M., *Laserowy mikroskop – Zrób to sam*, Biologia w Szkole, 3 (5), 2015.
- Razowski J., *Słownik entomologiczny*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987.
- Simm K., *Zoologia dla przyrodników i rolników. Tom 2 – Członkonogi (dokończenie), szkarłupnie, mięczaki, strunowce*, Poznań 1949.
- Jura Cz., *Bezkęgowce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- Szwejkowska A., Szwejkowski J., *Botanika. Tom 1 – Morfologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Kawecka B., Eloranta P.V., *Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
- Kvitko K.V., Migunova A.V., Karelov D.V., Prokosheva M.J., *Molecular taxonomy of virus-sensitive Chlorella sp. – symbionts of Paramecium bursaria*, Protistolog, 2 (2), 2001.

mgr Marek Ples  
marek.ples@o2.pl  
www.weirdscience.eu



fot. M. Kondziela



fot. M. Kondziela



fot. K. Zaborowska



fot. K. Zaborowska



fot. M. Kondziela



fot. M. Kondziela



fot. M. Kondziela

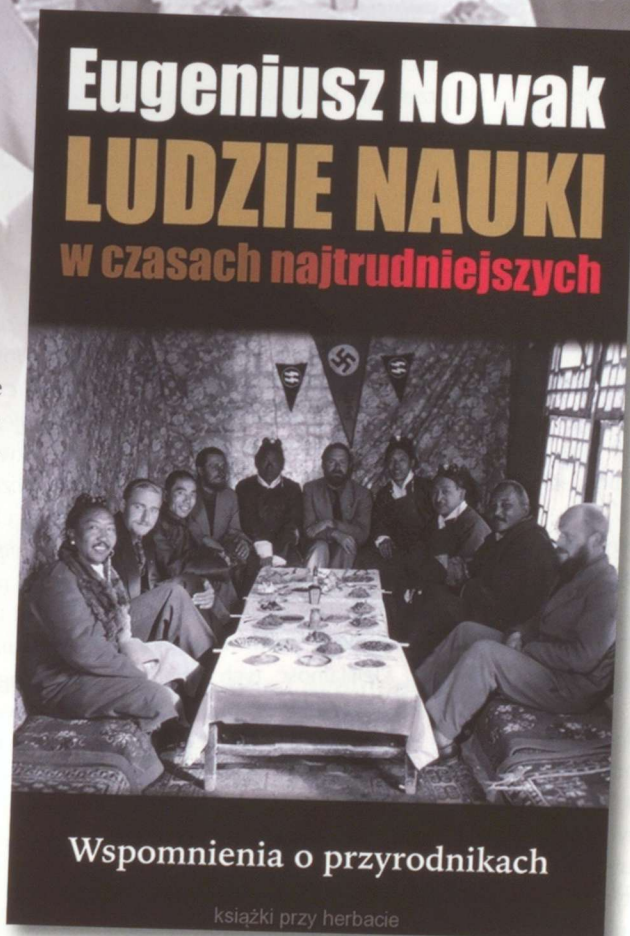


# LUDZIE NAUKI w czasach najtrudniejszych

Z KSIĘGARSKICH PÓLEK

## Wspomnienia o przyrodnikach

Czasem trudno uwierzyć, że naukowcy to zwykli ludzie, ze smutkami, radościami, ambicjami i życiowymi niepowodzeniami. Mówi się, że „tyle wiemy o sobie, ile nas sprawdzono”. Najbardziej sprawdzają nas sytuacje krytyczne, zawirowania historii połączone z powstaniem i upadkiem systemów. Niewątpliwie wieki XIX i XX były trudnymi, ale i ciekawymi czasami. W tym czasie powstawało nowoczesne przyrodznanstwo, a wśród największych naukowych geniuszy prym wiedli ornitologów. W zasadzie, analizując ornitologiczne życiorysy, można odtworzyć problemy ludzkich postaw, ale także poznać „zaplecze” sposobu upra-



Eugeniusz Nowak, *Ludzie nauki w czasach najtrudniejszych. Wspomnienia o przyrodnikach*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2013, 460 s., cena: 48 zł, ISBN: 9788363400071.

wiania nauki. Doktor Eugeniusz Nowak napisał książkę, którą tak zareklamował wydawca: *Polscy zesłańcy pionierami na Syberii, strażnik z Auschwitz zapalonym ornitologiem, „papież ornitologów”, który przeżył dwie wojny światowe, przyrodnicy różnych narodów jako więźniowie niemieckich obozów śmierci, sowieckich łagrow, jako domniemani szpiegowie, fałszerze i mitomani, ofiary reżimów totalitarnych Europy i Azji, karierowicze wykorzystujący sytuację polityczną, pasjonaci prowadzący badania naukowe wbrew wszelkim przeciwnościom, ludzie zwykli, ale niezłomni, ludzie znani, ale nie pozbawieni słabości, niektórzy o nieczystych rękach, inni potrafiący*

zachować godność i człowieczeństwo w najtrudniejszej próbie. To w zasadzie wystarczy, by zainteresować się książką i zechcieć ją przeczytać. Jej grubość może niektórych przerazić, jednak już po pierwszych kilku stronach przekonujemy się, że proponowana lektura bardzo wciąga, a w jej połowie okazuje się, że skończymy ją czytać zbyt szybko i chcielibyśmy więcej!

Ocena ludzkich spraw, a zwłaszcza wskazywanie na zawiłości i upadki natury ludzkiej wymagają delikatności. Z drugiej strony niezbędne jest zachowanie obiektywizmu, ocena postaw i przedstawienie szerszej refleksji oraz rzecz jasna historycznego kontekstu. Eugeniusz Nowak starał się o właściwe zrównoważenie zimnego obiektywizmu i zwyczajnych ludzkich emocji. Udało się to tak dobrze, być może dlatego, że książka powstawała etapami, najpierw jako seria artykułów w niemieckich czasopismach ornitologicznych, potem wydania w języku niemieckim, a następnie po polsku, z uwzględnieniem naszego krajowego kontekstu. Zatem poprzez własne historie, miejsca pracy, relacje rodzinne i osobowościowe autor proponuje nam subiektywny wybór bohaterów. Są to osoby, z którymi sam często pozostawał w przyjacielskich stosunkach, znał osobście lub zetknął się z ich dorobkiem, nie zawsze mając bezpośredni kontakt. W pracy nad książką sięgnął do źródeł historycznych, także archiwów systemów totalitarnych Niemiec i Związku Sowieckiego, archiwów rodzin swoich bohaterów, często przywracając im dobre imię, utracone w wyniku nieuczciwych praktyk okrutnych reżimów. Nie chcę zdradzać szczegółów, bo to jak ujawnienie zbrodni przed zakończeniem lektury kryminału. Właśnie tak się czyta dzieło Nowaka, często z wypiekami na twarzy i zapartym tchem. Niesztaampowe fotografie tylko potęgują emocje.

Pisanie omawianej książki było tytaniczną pracą, często budzącą sprzeciw wielu osób. Pokazuje to, jak często trudno jest o jednoznaczną ocenę życiorysów tych wielkich przyrodników uwikłanych w bieżące procesy polityczne. Analizując wątki naukowe, wskazuje, że poprzez wzajemne zrozumienie, dystans do zdarzeń politycznych, powinniśmy być sobie bliżsi, zwłaszcza w nauce,

---

*Analizując wątki naukowe, autor książki wskazuje, że poprzez wzajemne zrozumienie, dystans do zdarzeń politycznych, powinniśmy być sobie bliżsi, zwłaszcza w nauce, gdzie nasze osiągnięcia lub porażki mogą mieć znaczenie dla przetrwania przyrody na świecie.*

---

gdzie nasze osiągnięcia lub porażki mogą mieć znaczenie dla przetrwania przyrody na świecie.

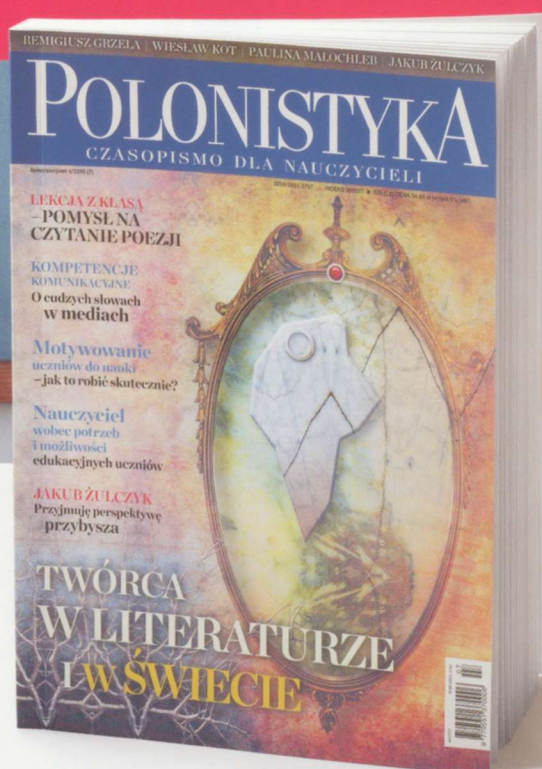
Na przełomie XIX i XX wieku gorące problemy biologiczne dotyczące zoogeografii, ekologii, etologii i ewolucji badano, wykorzystując ptaki jako organizmy modelowe. Ta grupa zwierząt jest fascynująca, a po lekturze książki Nowaka okazuje się, że jej badacze są bardzo interesującą grupą naukowców. Książka zawiera życiorysy 55 badaczy z całego świata, głównie z Europy, w tym 12 Polaków. Przeważają sylwetki polskich ornitologów urodzonych między 1842 a 1940 rokiem. Są to: Michał Jankowski, Włodzimierz Dzieduszycki, Jan Sokołowski, Kazimierz Wodzicki, Kazimierz Szarski, Władysław Siwek, Andrzej Dunajewski, Roman Wojtusiak, Władysław Rydzewski, Bolesław Papi, Kazimierz Dobrowolski i Jerzy Okulewicz. Działalność tych ornitologów zamyka się w okresie przed dynamicznym rozwojem ornitologii amatorskiej na świecie. W książce autor przedstawia pasje badawcze ornitologów tamtego czasu, jak się kontaktowali, jak współpracowali. Pokazuje uniwersalność wiedzy i wymiany informacji między ornitologami z różnych, często znacznie oddalonych od siebie krajów. Ukazuje przyjaźnie i zachwyt nad profesjonalizmem kolegów, podziw dla ich

dalekich wypraw, udostępniania danych naukowych, a nawet wspólnych publikacji. Sprawdzało się później, nawet w godzinach ciężkiej próby. Uczy pokory wobec losu, ale też jasno wskazuje, że wytrwałość i niepoddawanie się bieżącym trudnościom zawsze przynosi efekty.

Raz jeszcze przytoczę informację wydawcy dotyczącą książki: *Oto bohaterowie pasjonującej opowieści o poplątanych losach przyrodników i ornitologów w obliczu totalitaryzmów XX wieku, która ukazuje, jak wielki, często zgubny wpływ na rozwój nauki wywierać może sytuacja polityczna, oraz jak wielka bywa siła ludzkiego charakteru, która pozwala ocalić osiągnięcia nauki od całkowitego zniszczenia mimo ekstremalnych okoliczności.* Dzięki temu powstała książka do wykorzystania nie tylko na lekcjach przyrody i biologii czy historii i wiedzy o społeczeństwie, ale też książka dla każdego. Rodzi się po niej refleksja, aby starać się nie wydawać pochopnych sądów, a samemu mieć dość sił, by nie ulec pokusie. *Et ne nos inducas in tentationem.*

**prof. dr hab. Piotr Tryjanowski**  
Instytut Zoologii,  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

„Polonistyka”  
jest wsparciem  
w codziennej praktyce  
szkolnej.



Masz pytania? Zadzwoń!

Piotr Langowski

tel.: (61) 66 55 717

mail: piotr.langowski@forum-media.pl

Więcej na: [czasopismopolonistyka.pl](http://czasopismopolonistyka.pl)

Jeżeli chcesz:

- skutecznie przygotować uczniów do **sprawdzianów i egzaminów**
- efektywnie kształtować **kompetencje komunikacyjne uczniów**
- zwiększyć aktywność na lekcjach uczniów o **zróżnicowanym poziomie umiejętności**
- wygrywać z uczniami **międzyszkolne i ogólnopolskie konkursy i olimpiady**

Zdobędziesz wiedzę i sprawdzone pomysły na lekcje języka polskiego:

- **scenariusze lekcji i projektów edukacyjnych** z podziałem na konkretne zagadnienia, aby zrealizować wymagania podstawy programowej
- **arkusze diagnostyczne** pozwalające trafnie ocenić poziom i rodzaj umiejętności ucznia, aby odpowiednio zaplanować przebieg lekcji
- **narzędzia coachingowe**, czyli sprawdzone sposoby, aby skuteczniej motywować ucznia do pracy

# „Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne”

Z jego trenerskiej pomocy korzysta ponad 3.000 czytelników!

- Przygotowany przez profesjonalnych trenerów sportowych, nauczycieli wychowania fizycznego, dietetyków, psychologów sportowych oraz doktorów nauk medycznych.
- Jest przewodnikiem po **najpopularniejszych dyscyplinach sportowych** takich jak piłka nożna, koszykówka, lekkoatletyka oraz piłka ręczna.
- Dostarcza **nieszablonowe rozwiązania** w jaki sposób przygotować ciekawe zajęcia wychowania fizycznego oraz scenariusze zajęć alternatywnych form.
- Przekazuje **praktyczne porady** dotyczące właściwego odżywiania, diety oraz promocji zdrowia.



Masz pytania? Zadzwoń!

Agnieszka Zarębska-Kita

tel. 61 66 55 740

e-mail: [agnieszka.zarebska-kita@forum-media.pl](mailto:agnieszka.zarebska-kita@forum-media.pl)

Więcej na: [wf.e-forum.pl](http://wf.e-forum.pl)

