

Biologia w Szkole

z Przyrodą

GMO

Nr 5 WRZESIEŃ/PAŹDZIERNIK 2011 331 (LXIV) indeks 352659 CENA 16,90 zł (w tym 5% VAT)

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

Neurodydaktyka

**Najstarsza
biotechnologia**

82060301110005

ISSN 0137-8031

10



9 770137 803102

Układ krążenia

Centrum UNEP/GRID-Warszawa

Twój partner w nowoczesnej edukacji



**Zapraszamy
do współpracy
szkoły z całej Polski!**



Centrum Informacji o Środowisku UNEP/GRID-Warszawa
ul. Sobieszyńska 8, 00-764 Warszawa
tel. +48 22 840 6664, fax. +48 22 851 6201
e-mail: grid@gridw.pl, <http://www.gridw.pl>



Czasopisma
Pedagogiczne

NUMER 5

WRZESIEŃ/PAŹDIERNIK 2011
331 (LXIV) indeks 352659

Nakład 4000 egz.

CENA zł 16,90 (w tym 5% VAT)

Redakcja

Piotr Borsuk (redaktor naczelny)
prazm@gazeta.pl

Adres redakcji

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

Wydawca

Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Sp. z o.o.
ul. Młynarska 8/12
01-194 Warszawa

tel. 22 244 84 00, faks 22 244 84 20
e-mail: raabe@raabe.com.pl

www.raabe.com.pl

NIP: 526-13-49-514

REGON: 011864960

Zarejestrowana w Sądzie Rejonowym dla
m.st. Warszawy w Warszawie
XII Wydział Gospodarczy KRS
KRS 0000118704

Wysokość Kapitału Zakładowego:
50.000 PLN

Prezes zarządu

Michał Włodarczyk

Dyrektor wydawniczy

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

Dział obsługi klienta

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

Dyrektor marketingu

Anna Gryczewska
a.gryczewska@raabe.com.pl

Kolportaż

Anna Niepiekło, tel. 22 244 84 78,
faks 22 244 84 76

a.niepieklo@raabe.com.pl

Reklama

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

Skład i łamanie

Vega design

Druk i oprawa

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

Zdjęcia na okładce:

Piotr Borsuk

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

Biologia w Szkole

Z Przyrodą

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

SPIS TREŚCI

CO NOWEGO W BIOLOGII?

- 5 Neurodydaktyka. Czy wiedza o mózgu nas zmienia?**
▪ Marek Kaczmarzyk, Jacek Francikowski,
Dorota Kopec
- 14 Układ krążenia oczami fizyka i biologa**
▪ Dawid Basak, Karina Kubiak, Marlena Zielińska
- 29 GMO – lęk przed nieznanym?**
▪ Ewa Bartnik
- 32 Galeria fotografii przyrodniczej**
- 35 Biotechnologia stara jak świat, czyli życie z GMO?**
▪ Piotr Borsuk

Z PRAKTYKI SZKOLNEJ

- 40 Jak na biologii uczyć rozpoznawania organizmów?**
▪ Julian Piotr Sawiński
- 48 Elektrokardiografia. Scenariusz lekcji**
▪ Dawid Basak, Karina Kubiak, Marlena Zielińska
- 53 Ciśnienie krwi w organizmie człowieka. Scenariusz lekcji**
▪ Dawid Basak, Karina Kubiak, Marlena Zielińska
- 57 Czym się żywić w lesie? O związkach między organizmami. Scenariusz lekcji**
▪ Dominik Marszał
- 64 95 kg na ucznia**
▪ Katarzyna Triantafelo



Zapraszamy do odwiedzenia naszej strony w Internecie www.edupress.pl

Szanowni Czytelnicy

Jak co roku przyszła do nas złota polska jesień. Bogata w barwy, dojrzałe owoce i skarby polskich lasów – grzyby. Niedawno z prasy dowiedziałem się, że aby stać się grzyboznawcą, trzeba mieć ukończoną szkołę średnią, kurs za 1700 zł i zdać specjalny egzamin. Znak czasu! Dawniej bywało inaczej. Moim nauczycielem i egzaminatorem była babcia, która nauczyła mnie podstawowej zasady „nie zbieraj tego, czego nie znasz”. Mam jednak poważną obawę, że współczesna młodzież potrzebuje kursów „grzyboznawczych”. Wraz z „rozwojem” cywilizacji tracimy kolejną umiejętność wiążącą człowieka z otaczającą go przyrodą. Grzybiarz podnosi muchomora sromotnikowego, myśląc, że to czubajka kania, myśliwy strzela do żubra, sądząc, że to dzik... Można się z tego śmiać, ale gdy chodzi o życie, nie miejsce na śmiech. Zawsze uważałem, że umiejętność rozpoznawania pospolitych gatunków roślin i zwierząt powinna być normą. Niestety nie jest. W tym kontekście szczególnie cenny jest artykuł Pana Juliana Piotra Sawińskiego, przypominający, że walka o nauczanie podstawowej kompetencji przyrodniczej, jaką jest rozpoznawanie roślin i zwierząt, w polskich szkołach trwa od wielu, wielu lat. Niestety, w moim odczuciu z miernym skutkiem. Nie oznacza to, że powinniśmy skapitulować. Wprost przeciwnie! Może w procesie walki o świadomość biologiczną Polaka należy posłużyć się osiągnięciami współczesnej neurodydaktyki? Po lekturze artykułu przygotowanego dla „Biologii w Szkole” przez pracowników Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego myślę, że tak. Gorąco namawiam także do lektury artykułu znanego Państwu ze wcześniejszych publikacji zespołu autorskiego Basak-Kubiak-Zielińska. Tym razem autorzy przybliżają nam układ krwionośny jako system naczyń, w których porusza się krew podlegająca prawom fizyki. Ich znajomość pozwala nie tylko na opisanie i skwantyfikowanie ruchu krwi i limfy, ale również na lepsze zrozumienie funkcjonowania krwioobiegu. Od jakiegoś czasu staramy się, aby artykuły z działu „Co nowego w biologii?” były wsparte materiałami pozwalającymi na przeprowadzenie lekcji. Tak jest i w niniejszym numerze. Mam nadzieję, że będą one przydatne w Państwa pracy dydaktycznej.

Zycząc miłej lektury

Piotr Borsuk

Neurodydaktyka

Czy wiedza o mózgu nas zmienia?

■ MAREK KACZMARZYK, JACEK FRANCIKOWSKI, DOROTA KOPEĆ

Neurobiologia jest obecnie jedną z najgwałtowniej rozwijających się dziedzin nauk przyrodniczych. Pojawienie się nowych metod obrazowania pracy mózgu oraz szybki rozwój już istniejących technologii pozwalają na obserwowanie pracy tego narządu z niespotykaną precyzją i to bez konieczności ingerencji w jego struktury. Chociaż obraz, jaki wyłania się z najnowszych badań, daleki jest od klarowności, to jednak wydaje się, że wiemy już dostatecznie dużo, żeby nie tylko – co było od początku celem neurologii klinicznej – przewidywać i minimalizować następstwa uszkodzeń, ale także podejmować próby optymalizacji pracy mózgu. Z oczywistych powodów nauczycieli i wychowawców szczególnie interesuje ta druga możliwość.

Neurodydaktyka jest dzisiaj projektem o ogromnym znaczeniu. Wymaga znacznego wysiłku i właściwego zrozumienia odkryć z zakresu budowy i fizjologii ośrodkowego układu nerwowego. Szczególnie wymaga odpowiedzialnego podejścia do ich interpretacji. Problem w tym, że nie jest łatwo zrozumieć biologię mózgu. Nie poddaje się medialnemu uproszczeniu. Trudno jest wyjaśnić związki pomiędzy nią a, powiedzmy, szkolną czy domową praktyką wychowawczą. Postulaty, jakie można znaleźć w wielu artykułach i książkach na ten temat, mówiące o konieczności nauczania zgodnego z zasadami funkcjonowania mózgu, są praktycznie nie do zrealizowania bez tej wiedzy. Nawet zaawansowane techniki, takie jak komputerowe systemy neurodydaktyczne (KSN) wykorzystujące zasady tzw. neurofeedbacku, choć mogą być przydatne, rozwiązują tylko część problemów i to w sposób

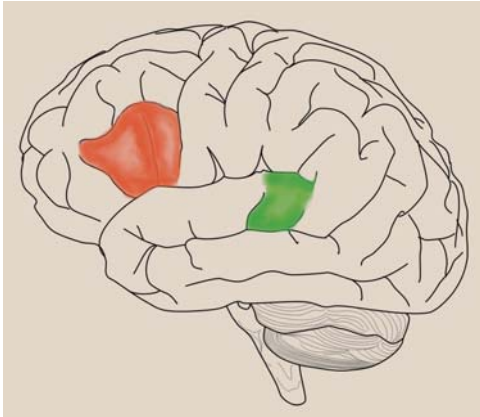
daleki od stanu możliwego do zaakceptowania przez nauczycieli/wychowawców.

Celem neurodydaktyki nie jest tworzenie szkół, w których zamkniemy ucznia w naszpikowanej elektroniką komorze, gdzie – odpowiednio stymulowany wyrafinowanym zbiorem bodźców – nabędzie szybko i bezpiecznie wszystkie wymagane w życiu kompetencje. Na szczęście taki model dydaktyczny nie może dziś zostać zrealizowany. Poznanie podstawowych zasad pracy ośrodkowego układu nerwowego, jego możliwości i wynikających w fizjologii ograniczeń pozwala jednak często na zrozumienie trudnych do interpretacji zjawisk znanych nauczycielom. Neurodydaktyczna interpretacja procesów lustrzanych, znaczenie różnorodności metod dydaktycznych, jakości i rodzajów pamięci to tylko niektóre tego przykłady.

Wiedza na temat pracy mózgu może być z powodzeniem wykorzystywana do prób zrozumienia tego, co z innej perspektywy jest niezrozumiałe. Może pozwolić na eliminowanie błędów, poprawienie wydajności procesu dydaktycznego i komfortu, w jakim jest realizowany.

Mowa-trawa...

Zdolności językowe to, w perspektywie wyznaczonej historią zmian ewolucyjnych, nowy nabytek naszego gatunku. Wielu badaczy uważa, że to właśnie mowa w sposób zasadniczy różni nas od innych zwierząt. To dzięki niej rozwijamy i utrwalamy relacje społeczne. Z drugiej strony to mowa, w postaci nazywanej plotką, uniemożliwia ich skostnienie. Szybka i precyzyjna wymiana informacji pozwala godzić indywidualizm



Rys. 1 Ośrodek Broki (kolor czerwony) i ośrodek Wernickiego (zielony). Oba ośrodki są związane z mówieniem. Uszkodzenie ośrodka Broki prowadzi do afazji. Chory rozumie mowę innych, ale nie potrafi wypowiedzieć słowa. W przypadku ośrodka Wernickiego uszkodzenie powoduje, że chory słyszy, ale nie rozumie znaczenia słów

z interesem grupy, chociaż mechanizmy regulujące taką dynamiczną równowagę wcale nie muszą działać bezboleśnie zarówno dla jednostek, jak i złożonych z nich grup.

Zdolność rozumienia mowy innych, a także wyrażania własnych stanów wewnętrznych za pomocą odpowiednich dźwięków jest związana z aktywnością ośrodków korowych, zlokalizowanych u większości z nas w lewej półkuli mózgu. To ciekawe, że dominuje ona pod tym względem u wszystkich osób praworęcznych (pamiętamy, że większość szlaków nerwowych łączących korę półkul mózgowych ulega skrzyżowaniu w pniu mózgu, więc kontrola prawej części ciała jest domeną lewej półkuli i odwrotnie) oraz u zdecydowanej większości leworęcznych. Używać języka „potrafi” więc najczęściej lewa półkula. Prawa jest niema, chociaż może uczestniczyć w komunikowaniu się za pomocą gestów, a także... „śpiewa”. To dlatego wielu ludzi mających problemy z płynnym wypowiedzianiem zdań (jąkanie się) nie zaczyna się, śpiewając.

Rozumienie mowy jest związane z niewielkim fragmentem kory zlokalizowanym w obrębie płata skroniowego (tzw. ośrodek Wernickiego), mówienie zaś, jeśli rozumie-

my przez to zmianę myśli w odpowiednie słowa, z płatem czołowym (ośrodek Broki) (Rys. 1).

Oba te ośrodki pracują zapewne równie szybko, jednak pojawienie się słowa jako konkretnej sekwencji dźwięków wydawanych przez ludzki aparat mowy wymaga czegoś więcej. Działanie pola Broki ma sens, jeśli powstające w nim „słowo” zostanie przetworzone w instrukcje dla mięśni związanych z aparatem mowy. Krtań, gardło, język – wszystkie te elementy muszą układać się odpowiednio, żeby możliwe było wydawanie zrozumiałych dźwięków.

Chwila zastanowienia wystarczy, żeby uświadomić sobie, że przetwarzanie informacji w obu kierunkach różni się szybkością. Mówiący, przykładowo wykładowca uniwersytecki, i słuchacz, jego student, nie przetwarzają informacji w równym tempie.

Z powodu konieczności angażowania aparatu mowy wypowiedzianie tego, co chcemy przekazać, jest możliwe u przeciętnego mówcy z szybkością około 100–150 słów na minutę. W tym samym czasie słuchacz może bez trudu dekodować przekaz językowy z szybkością 500 słów. Słuchający wykładu ma dzięki temu spory margines potencjalnych możliwości, których nie może zagospodarować głos wykładowcy, a ponieważ wykład nie odbywa się w próżni, z głosem nauczyciela konkurują setki innych bodźców i robią to, niestety, zazwyczaj bardzo skutecznie.

Badania dydaktyków i doświadczenie praktyków są zgodne – dorośli, przychylny słuchacz jest w stanie skupić swoją uwagę na wywodzie wykładowcy nie dłużej niż 10–15 minut. Po tym czasie nic porozumienia zostanie prawdopodobnie zerwana. Oczywiście po pewnym czasie więź może zostać nawiązana ponownie, ale jeśli zerwanie nastąpi w kluczowym momencie wykładu, ucierpi treść przekazu.

Ze znajomości tych faktów wypływa kilka wniosków.

Po pierwsze skupieni początkowo słuchacze, „odpływający” po kilkudziesięciu minutach, są zjawiskiem naturalnym jak zachody słońca albo trzęsienia ziemi. Mo-

żemy je przewidywać, ale nie potrafimy im zapobiegać. Jeśli chcemy, żeby dłuższy wykład miał sens, musimy zaplanować odpowiednią reakcję na te zjawiska i tak skonstruować przekaz, żeby było w im miejsce na coś, co „zresetuje” uwagę słuchaczy.

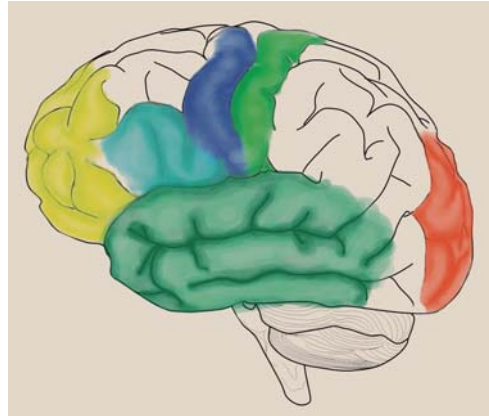
Zmiana głosu, klaśnięcie w dłonie, zabawna dygresja, zmiana tematu, zmiana zachowania. Istnieją setki prostych sposobów, które pozwalają „zacząć wykład od nowa”. Zbiór takich czynników „resetujących” uwagę znajduje się w zestawie kompetencji każdego dobrego wykładowcy.

Po drugie, choć to sprzeczne z tym, co podpowiada nam intuicja, jeśli widząc brak skupienia słuchaczy, zaczniemy mówić wolniej i dobitniej, mając nadzieję, że to pozwoli łatwiej zrozumieć, co mamy do powiedzenia, to efekt będzie dokładnie odwrotny. Mówiąc wolniej pozostawiamy jeszcze więcej miejsca dla czynników konkurujących o uwagę słuchaczy i szybciej ją tracimy.

Powinniśmy więc mówić tak szybko, jak to tylko jest możliwe. Oczywiście musimy brać pod uwagę swoje własne możliwości. Sprzymierzeńcem może okazać się gest, pod warunkiem że nie będzie dla studenta ciekawszy niż słowo. W tym kontekście nic nie wpływa lepiej na naszą dydaktyczną samoświadomość niż obejrzenie nagrania własnej lekcji.

Po jedynej stronie lustra

W ostatniej dekadzie XX wieku neurobiolodzy zajmujący się obszarami mózgu odpowiedzialnymi za wykonywanie ruchów dowolnych (czyli tych zależnych od naszej woli) zauważyli, że zanim w korze ruchowej pojawi się zestaw pobudeń, które są instrukcjami dla mięśni, inne grupy neuronów wykazują aktywność, którą można interpretować jako rodzaj planowania wyprzedzającego ruch. Wzorce pobudeń są w tych częściach kory adekwatne do następującego po nich, konkretnego ruchu i pojawiają się zawsze przed właściwym pobudzeniem obszarów ruchowych. Z powodu położenia tę „planującą” ruchy część kory mózgowej nazwano przedruchową



Rys. 2. Na schemacie zaznaczono korę ruchową (kolor ciemnoniebieski) oraz obszar kory przedruchowej (niebieski). Widoczne są także płaty: czołowy (żółty), skroniowy (szarzielony) oraz potyliczny (czerwony)

(leży bliżej płata czołowego) (Rys. 2). Okazało się, że aktywność kory przedruchowej wyprzedza pojawienie się właściwej instrukcji o około 100–200 milisekund.

Jednym z zespołów badających to zjawisko była grupa Giacomo Rizzolattiego, a obiektem jej zainteresowań były ośrodki ruchowe makaków.

Metody stosowane przez włoskich badaczy były bardzo dokładne. Pozwalały na uchwycenie aktywności małych obszarów kory, a często nawet pojedynczych neuronów. Możliwe było dzięki temu ustalenie, które neurony są aktywne, kiedy małpa wykonuje jakiś ruch (przykładowo sięga po orzech leżący przed nią na stole). Badania trwały już od jakiegoś czasu, kiedy, nieco przypadkowo, badacze dokonali ciekawego odkrycia.

W czasie przerwy, kiedy nie prowadzono obserwacji, ale też nie odłączano małp od skomplikowanej aparatury, jeden z członków zespołu sięgnął po orzech leżący przed małpą. O dziwo, urządzenia wykazały aktywność tych samych obszarów, które ulegają pobudzeniu, kiedy zwierzę samo wykonuje taki ruch. Badacze z grupy Rizzolattiego szybko zmienili profil swoich badań. Zrozumeli, że trafili na coś bardzo ważnego.

W pierwszej dekadzie XXI wieku stało się jasne, że kora ludzkiego mózgu także jest pełna neuronów o podobnym charakterze. Reagują one pobudzeniem nie tylko wtedy, kiedy wykonujemy jakąś czynność, ale też gdy patrzymy, jak robią to inni, a nawet kiedy słyszymy o tym, że ktoś inny to robi.

Zjawiska o podobnym charakterze mają, jak dzisiaj wiemy, znacznie szerszy zakres. Dotyczą nie tylko ruchów, ale także nastrojów, reakcji emocjonalnych, a nawet uczuć. Neurony reagujące w opisany sposób nazwano neuronami lustrzanymi, ponieważ odwzorowują wewnętrzne stany obserwowanych osób. Kopiują je i pozwalają nam w pewnym stopniu poznać aktualne stany innych.

U ludzi dodatkowo fascynujący wydaje się fakt, że neurony lustrzane, związane z planowaniem ruchów, pokrywają się w znacznym stopniu z ośrodkiem Broki. Być może mowa jest rodzajem uzupełnienia (czy może przedłużenia) mechanizmów lustrzanych.

Zachowania innych ludzi mają na nas wpływ nie tylko poprzez efekty, jakie wywołują. Już samo to, że obserwujemy jakąś czynność wykonywaną przez inną osobę wywołuje w nas stany wewnętrzne towarzyszące wykonywaniu tej czynności.

Artyści od wieków intuicyjnie wykorzystywali mechanizmy lustrzane, a dzisiaj najlepszym przykładem jest film. To właśnie mechanizmy lustrzane każą nam się bać na horrorach albo śmiać i wzruszać na romantycznych komediach.

Patrzeć, jak ktoś zjada ze smakiem kanapkę z naszym ulubionym gatunkiem sera, nie zastąpi oczywiście posiłku, ale to, co zjemy wtedy z konieczności, będzie nam zapewne bardziej smakowało.

Nauczyciel przygotowuje mentalne kanapki. Jeśli jego postawa sugeruje, że nie jest to jego ulubione danie, uczniowi też się ono nie spodoba. Wyobraźmy sobie kelnera podającego nam potrawy na wyciągniętej ręce, który równocześnie drugą ręką zatyka sobie nos... Znajomość zasad działania systemów lustrzanych daje nam kilka praktycznych wskazówek.

Okazuje się, że być może równie ważne jak to, co mówimy, jest to, jak to robimy. Jeśli postawa nauczyciela, jego gesty i brzmienie głosu zdradzają zaangażowanie, neurony lustrzane uczniów mogą wywoływać analogiczne stany w ich mózgach.

Starajmy się mówić i działać tak, jakby to, co mówimy i robimy, miało dla nas ogromne/podstawowe znaczenie. Niekoniecznie musimy wyjaśniać uczniom znaczenie tego, czego właśnie się uczą (choć to zawsze daje dobry efekt, nie zawsze jest od razu możliwe), mogą ich do tego przekonać ich systemy lustrzane, jeśli tylko będą miały co „odbijać”.

**„Zrób to... albo choć pomyśl, że robisz”
(o dydaktycznym znaczeniu emulatorów ruchu)**

Ludzkie ciało to fenomenalnie złożony układ mechaniczny. Ponad 200 kości połączonych ze sobą w różny sposób i poruszanych grupami mięśni, których wzajemne zależności, mimo tysięcy lat obserwacji anatomów, wciąż nie są całkowicie jasne. Precyzja i płynność ruchów mają jednak swoje źródło nie tyle w złożoności tego układu, ile w precyzji sterowania, a tym zajmuje się znaczna część naszego mózgu. Narząd ten odbiera ogromne ilości informacji dotyczących położenia, stopnia naprężenia, wzajemnego nacisku poszczególnych części, ciśnienia panującego wewnątrz narządów i wielu innych parametrów. Z oczywistych powodów informacja ta może być użyteczna, jeśli zestawimy ją z bodźcami dopływającymi do nas ze środowiska zewnętrznego.

Przetworzenie takich danych wymaga gigantycznej mocy obliczeniowej oraz czasu. Mózg spełnia ten pierwszy warunek, jednak czas pozostaje nieubłagany. Sytuacja przypomina tu próby ścigania się z własnym cieniem. Nigdy nie wyprzedzimy jego ruchu, a takie właśnie wyprzedzenie byłoby tutaj konieczne.

Kontrola ruchu, w określonych warunkach otoczenia, odbywa się z pewnym poślizgiem względem czasu rzeczywistych wy-

darzeń, ponieważ obraz/model świata, jaki wytwarza mózg w postaci naszego świadomego perceptu, ukazuje jego stany sprzed chwili, a skoro tak, to jak to się dzieje, że tak rzadko obserwujemy u siebie i innych zachowania nieadekwatne do sytuacji?

Wyniki najnowszych badań wskazują, że w trakcie rozwoju ewolucyjnego systemów przetwarzania informacji związanych z kontrolą ruchu pojawiły się w mózgu swiste symulatory/emulatory, których zadaniem jest wytwarzanie stanów będących rodzajem predylekcji (przewidywania) tego, co może się wydarzyć. Rzeczywista reakcja w postaci konkretnej sekwencji ruchów jest odpowiedzią na takie właśnie przewidywanie stanów emulatora, a bieżące potrzeby dotyczą jedynie ewentualnej korekty adekwatnej do kolejnych informacji otrzymywanych ze środowiska.

Działanie emulatora oparte jest na informacjach pochodzących z aktualnych perceptów oraz na uśrednionych informacjach o analogicznych ruchach wykonywanych do tej pory. To drugie źródło danych możemy nazwać pamięcią ruchową. Nie jest jasne, jakie obszary mózgu są zaangażowane w omawiane procesy. Wiadomo, że mechanizmy te działają nie tylko w czasie wykonywania ruchów, ale też wtedy, kiedy tylko myślimy o nich.

Doskonalenie jakiegś określonej czynności ruchowej polega, zgodnie z takim punktem widzenia, na takim kształtowaniu emulatora ruchowego, żeby rozbieżności pomiędzy jego symulacją a rzeczywistymi potrzebami w realnych warunkach ruchu były możliwie jak najmniejsze.

Daje to pewne wskazówki dydaktykom. Zwłaszcza nauczycielom wychowania fizycznego, instruktorom czy nauczycielom gry na instrumentach muzycznych.

Okazuje się, że wykonywanie jakiegś ćwiczenia fizycznego jedynie „w głowie” ma dobry wpływ na jakość jego wykonania w rzeczywistości. Aktywność kory mózgowej w trakcie wyobrażania sobie czynności jest w zasadzie taka sama jak w czasie rzeczywistego ruchu.

Dlaczego więc nie zastąpić żmudnych ćwiczeń wykonywaniem mentalnych symulacji? Może cały trening można przenieść na wygodne fotele w klimatyzowanych salach? Niestety, jak powiedzieliśmy wcześniej, prawidłowe działanie emulatora ma podstawy we wcześniejszych stanach percepcyjnych. Czynność nie może być całkiem „wymyślona”. Takie działanie emulatora byłoby, z przystosowawczego punktu widzenia, pozbawione sensu. Mentalny trening może więc pomagać w doskonaleniu jakiejś czynności, pod warunkiem że generowane w nim stany będą odpowiednio często weryfikowane.

Wielu doskonałych sportowców na kilka chwil przed występem wyobraża sobie ruch, jaki mają wykonać. Czasem widzimy nawet objawy takiego mentalnego przygotowania. W czasie kolejnej transmisji z zawodów lekkoatletycznych przypatrzmy się dokładnej skoczkom w dal, wżwyż albo sprinterom przed startem. Zauważymy delikatne, jakby niedokończone ruchy, które towarzyszą ich wewnętrznej symulacji.

Ku pamięci...

Zdolność uczenia się jest jedną z kluczowych cech układu nerwowego. To proces zdobywania i gromadzenia doświadczeń, którego efektem jest zmiana zachowania. Proces ten jest uwarunkowany zjawiskiem zwanym pamięcią. Pozwala ona na przyswajanie, magazynowanie i odtwarzanie informacji o doświadczeniach. Pamięć jest cechą układu nerwowego wynikającą z zasad jego funkcjonowania. Zjawisko to możemy obserwować już u najprostszych zwierząt. Tam, gdzie widzimy choćby tylko dwie komórki nerwowe połączone synapsą, może wystąpić zjawisko pamięci i efekt uczenia się. Jednak dla naszego mózgu nie jest bez znaczenia to, co zapamiętujemy, i dlaczego to robimy. Nie chłonie on wszystkich informacji. Najlepiej zapamiętujemy te z nich, które są istotne dla naszego przeżycia i funkcjonowania w określonych warunkach. To na nie nasz mózg jest wrażliwy, ponieważ takie były warunki, w którym

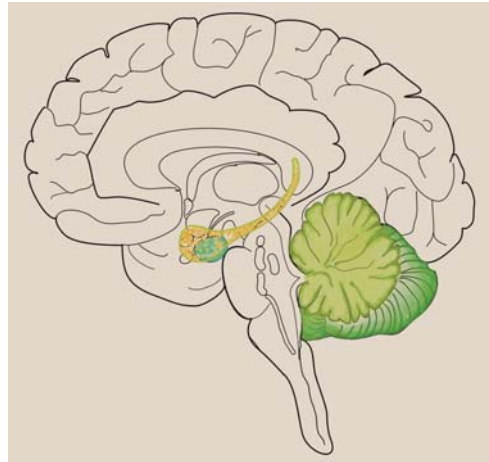
działał dobór, który go ukształtował. Należą do nich ważne miejsca i czynności, twarze i relacje z innymi osobami (dlatego tak trudne do zapamiętania są np. daty ważnych wydarzeń historycznych, mających z przystosowawczego punktu widzenia niewielką wartość). Pamięć sama w sobie nie ma sensu bez mechanizmu uwagi, zmysłów, przetwarzania informacji, a jej funkcjonowanie jest wypadkową pobudzenia wielu obszarów mózgu.

Pamięć to cztery ściśle ze sobą sprzężone procesy: zapamiętywanie, przechowywanie, odtwarzanie i oczywiście zapomnianie informacji. Każdy z nich kieruje się swoimi zasadami i może zachodzić z inną wydajnością u każdego z nas. Ponadto warto zdawać sobie sprawę z tego, że różne typy pamięci, i związane z nimi mechanizmy, rozwijają się w różnym tempie.

Nadal dokładnie nie wiemy, czym jest pamięć na poziomie komórkowym. Wciąż trwają poszukiwania mitycznego engramu (śladu pamięciowego), tj. grupy komórek (lub mechanizmu ich działania) przechowujących określoną informację. Niestety nadal nie rozumiemy nawet, co to znaczy, że zapamiętaliśmy np. jabłko. Czy mamy gdzieś w korze mózgu neurony reprezentujące jabłko jako owoc? A może nasz mózg tworzy właściwy percept, kiedy sygnał z kory wzrokowej i semantycznej spowoduje pobudzenie specyficzne dla widzenia jabłka?

Intensywne badania nad zjawiskiem pamięci doprowadziły do odkrycia jej wielorakości i złożoności, a tym samym do podziału na kilka kategorii. Pamięć możemy dzielić ze względu na czas, w jakim poszczególne jej rodzaje przechowują informację (długotrwała, krótkotrwała, robocza), lub charakter i sposób przywoływania zawartości (rozpoznawcza, opisowa i nieopisowa, nieasocjacyjna, torowanie).

Prawdopodobnie nie istnieje w mózgu określone miejsce, w którym są lokowane nasze wspomnienia. Panuje przekonanie, że informacje są zapisywane głównie w obszarach, które zajmują się ich analizą. To dlatego uważamy, że ośrodki pamięci



Rys. 3. Powierzchnia przyśrodkowa mózgowia z zaznaczonym hipokampem (kolor żółty), ciałem migdałowatym (zielony owal) oraz mózdzkiem (zielony)

wzrokowej są skupione w płacie potylicznym, a słuchowej i językowej – w płacie skroniowym. Obszarami naszego mózgu, z którymi wiąże się długotrwała pamięć faktograficzna, są płaty czołowe i ciemniowe. Pamięć proceduralna jest związana z mózdzkiem i prążkowiem, natomiast rola hipokampa jest bardziej złożona. Jest on konieczny do przekształcenia świeżych wspomnień w trwałe ślady pamięciowe, odpowiada też, prawdopodobnie, za pamięć o charakterze przestrzennym. Ciało migdałowe odpowiada z kolei za pamięć emocjonalną (utajoną). Jak widać, pamięć i uczenie się to złożony efekt współpracy wielu różnych obszarów naszego mózgu. Zróżnicowane osiągnięcia w zakresie uczenia się mogą być związane z osobniczo specyficzną wrażliwością i ze stopniem rozwoju opisanych obszarów mózgu (Rys. 2 i 3).

Dla nas, zainteresowanych przebiegiem procesów uczenia się, najważniejszy wydaje się podział ze względu na typ zapamiętywanych informacji. Przyjrzyjmy się więc dokładniej typom pamięci świadomej (opisowej) i nieświadomej (nieopisowej).

Pamięć opisowa, ściśle związana z mową i ze świadomością, jest młodszą ewolucyjnie od nieświadomej. Dlatego też ten typ

pamięci wydaje się „trudniejszy w obsłudze”. W przypadku zapamiętywania świadomego nasza uwaga musi skupić się na istotnych informacjach i przetworzyć je, jesteśmy także w stanie łatwo je zwerbalizować. Pamięć opisowa wymaga silnej motywacji i uwagi, a przecież wiele klasowych informacji to właśnie słownictwo, terminy, wiedza encyklopedyczna. Badania pokazują, że płaty czołowe, z którymi jest związana pamięć opisowa, rozwijają się długo. Są to części kory, które dojrzewają najpóźniej, co tłumaczy problemy z zapamiętywaniem faktograficznym i opisowym u młodszych dzieci. Praktycy doskonale wiedzą, że na wczesnych etapach edukacji warto silnie wiązać nauczanie z emocjami.

Co ciekawe, informacje specyficzne dla pamięci świadomej i nieświadomej biegają innymi drogami i są od siebie niezależne. Osoby z uszkodzonym hipokampem, u których zaburzona jest pamięć epizodyczna i świadome zapamiętywanie, nie mają pro-

blemu z uczeniem proceduralnym (pamięć nieopisowa), mimo że nie pamiętają, by takie uczenie w ogóle miało miejsce. Z kolei osoby z chorobą Parkinsona, u których zaburzona jest sygnalizacja dopaminergiczna, a tym samym funkcjonowanie prążkowiec, wykazują prawidłową pamięć opisową, ale mają problemy z pamięcią proceduralną (nieopisową).

W trakcie nieświadomego uczenia się najczęściej wiemy, że przyswajamy jakąś umiejętność, jednak dane, które przetwarzamy, nie są nam w pełni dostępne. Dobrym przykładem jest uczenie się jazdy na rowerze. Nie mamy wtedy bezpośredniego dostępu do wielu informacji dotyczących, przykładowo, mechaniki mięśni i równowagi, a tym samym trudno te procesy zwerbalizować. Wydaje się, że ten typ pamięci ma nieograniczoną pojemność, wymaga mniejszej liczby powtórzeń i mniejszej motywacji.

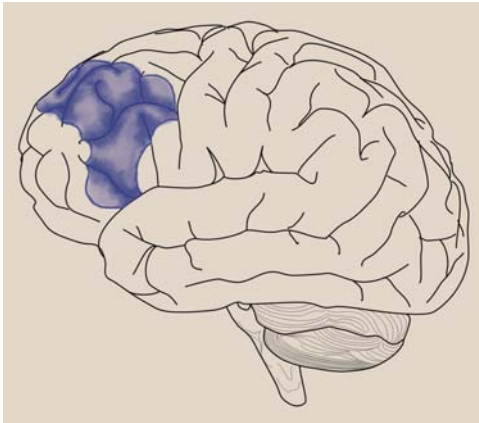
Spośród różnych opisywanych często typów pamięci uwagę pedagogów zwraca



nadmorskie WARSZTATY PRZYRODNICZE

więcej na stronie: www.via.lunar.pl
lub pod numerem telefonu: 602 25 18 63





Rys. 4. Powierzchnia górnoboczna mózgowia z zaznaczeniem obszaru płata czołowego związanego z pamięcią roboczą (kolor niebieski)

ostatnio pamięć roboczą (*working memory*, WM). Każda informacja, która ma być włączona w system wiedzy jednostki, musi przejść przez swoisty bufor tego rodzaju pamięci. Bez niej niemożliwe byłyby: rozmowa, czytanie czy dodawanie w pamięci. Pozwala także na wykonywanie kilku zadań równocześnie i jest ściśle związana z uwagą, motywacją i ze świadomością. Badania wskazują na lokalizację ośrodków związanych z WM w obrębie płata czołowego (Rys. 4).

W literaturze przedmiotu funkcjonuje kilkanaście różnych modeli opisujących funkcjonowanie pamięci roboczej. Jej pojemność jest mocno ograniczona, choć klasyczne badania ograniczają się najczęściej do stwierdzenia, że pamięć robocza może pomieścić jednocześnie $7 (\pm 2)$ elementów lub angażować się w rozwiązywanie 2–3 zadań równocześnie. Niezwykle trudno jednak zobiektywizować takie dane. Wraz

z grupą studentów staraliśmy się określić bitową pojemność WM. Chociaż wyniki wykazują pewną jej elastyczność w zależności od trudności zadania, wydaje się, że pojemność bitowa buforu WM mieści się w zakresie 30–40 bitów. To niewiele, zwłaszcza na zadania, jakie stoją przed uczniem w trakcie przeciętnej lekcji. Już sama elokwencja i kwiecistość języka, jakim posługuje się nauczyciel, może spowodować przekroczenie pojemności. W efekcie, kiedy nauczyciel kończy zdanie (np. podawaną po raz pierwszy definicję jakiegoś pojęcia), uczeń może nie pamiętać jego początku.

Neurodydaktyka praktyczna dopiero powstaje. Być może jej narodziny mamy jeszcze przed sobą. Reakcja nauczycieli/wychowawców, zarówno na samą wiedzę, jak i na sposób jej przekazywania oraz propozycje obszarów zastosowania, może mieć tutaj kluczowe znaczenie. Kierunki badań w tym zakresie powinny być w znacznej mierze podporządkowane takim właśnie reakcjom, do których oczywiście, jako autorzy artykułu, zachęcamy.

dr **MAREK KACZMARZYK**

Pracownia Dydaktyki Biologii, Wydział Biologii
i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski

mgr **DOROTA KOPEĆ**

Pracownia Dydaktyki Biologii, Wydział Biologii
i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski

mgr **JACEK FRANCIKOWSKI**

Katedra Fizjologii Zwierząt i Ekotoksykologii, Wydział Biologii
i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski

„Biologia w Szkole” w wersji cyfrowej!

Nasze czasopismo można kupić i zaprenumerować w wersji cyfrowej, w postaci pliku PDF, na następujących platformach: www.raabe.com.pl, www.zixo.pl, www.kiosk24.pl.

Wydania archiwalne można zamówić poprzez naszą stronę internetową: www.edupress.pl.

Rok szkolny z Centrum UNEP/GRID-Warszawa

Przed nami miesiące wyjątkowej pracy w szkolnych murach. Warto poszukać inspiracji i pomysłów na atrakcyjne zajęcia lekcyjne oraz poznać możliwości podnoszenia własnych kwalifikacji. Nie zabraknie ich wśród propozycji, które na ten rok szkolny przygotowało Centrum UNEP/GRID-Warszawa.

Programy edukacyjne Centrum skierowane są do uczniów oraz nauczycieli wszystkich poziomów nauczania. Z bogatych doświadczeń w zakresie edukacji mogą również korzystać pracownicy centrów i ośrodków edukacji środowiskowej oraz innych placówek. W swoich projektach Centrum kładzie nacisk na praktyczne aspekty nauczania oraz powszechne zastosowanie nowoczesnych narzędzi badawczych oraz technologii informacyjnych i komunikacyjnych.

Jak co roku szczególnie gorąco zespół Centrum zaprasza szkoły do udziału w międzynarodowym badawczym Programie GLOBE. Już w październiku odbędą się warsztaty początkowe dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych zgłaszających akces do projektu. W listopadzie natomiast wszyscy zainteresowani mogą wziąć udział w konferencji dotyczącej nowoczesnej edukacji ekologicznej (więcej o programie na <http://www.gridw.pl/globe/>).

Propozycja Centrum obejmuje również możliwość włączenia się w działania prowadzone w ramach Regionalnych Projektów Badawczych. Lokalni trenerzy czekają na chętnych do wspólnych zajęć na edukacyjnych ścieżkach przyrodniczych. Dostępność trenerów w swojej okolicy można sprawdzić na <http://gridw.pl/globe/rpb>. Na stronie są też do pobrania materiały szkoleniowe i instruktażowe.

Gimnazjaliści otrzymują zaproszenie do konkursu „Jasna szkoła – prosta sprawa!”, w którym nagrodą jest modernizacja oświetlenia w zwycięskiej szkole. Uczniowie będą rywalizowali na płaszczyźnie intelektualnej i sportowej. Zgłoszeń można dokonywać do końca października br. (więcej na www.jasnaszkola.pl).

Dla nauczycieli biologii i geografii przygotowany został poradnik „GIS w szkole”, a w nim wiele materiałów i pomocy do prowadzenia aktywnych zajęć z uwzględnieniem nowoczesnych narzędzi geoinformacyjnych (GIS to skrót od angielskiej nazwy Geographic Information System – Systemy Informacji Geograficznej). Publikacja powstała w ramach projektu Akademia EduGIS. Jest wynikiem współpracy Grupy Roboczej EduGIS, zespołu Centrum UNEP/GRID-Warszawa oraz nauczycieli z Norwegii. Poradnik nauczyciele znajdują w Ośrodkach Doskonalenia Nauczycieli i centrach edukacyjnych parków narodowych. Udostępniony został również bezpłatnie w formie elektronicznej na <http://www.edugis.pl/pl/dla-nauczyciela/poradnik> (w dwóch wersjach językowych: polskiej i angielskiej).

Wszystkich zainteresowanych przeprowadzeniem zajęć dotyczących partycypacji społecznej, zrównoważonego rozwoju i planowania przestrzennego zapraszamy do wykorzystania specjalnie opracowanego e-Pakietu i materiałów dla nauczycieli dostępnych na portalu www.geokonsultacje.edu.pl. e-Pakiet został opracowany w ramach projektu „Dialog, kompromis, partycypacja społeczna – edukacja w szkole na rzecz zrównoważonego rozwoju gmin na obszarach chronionych”.



Warsztaty dla nauczycieli

foto: Centrum UNEP/GRID-Warszawa



Innowacyjne zajęcia terenowe

foto: Centrum UNEP/GRID-Warszawa



Nowoczesna edukacja przyrodnicza

foto: Centrum UNEP/GRID-Warszawa

To tylko niektóre z propozycji przygotowanych na rozpoczynający się właśnie rok szkolny. O każdej nowej inicjatywie Centrum informuje na stronie internetowej www.gridw.pl, a szczegółowych informacji dostarczają strony programów. Zapraszamy do ich systematycznego odwiedzania!

Centrum jest otwarte na indywidualnie zgłaszane pomysły na współpracę i projekty z zakresu edukacji przyrodniczej. Pytania można kierować na adres grid@gridw.pl.



Centrum UNEP/GRID-Warszawa
GRID Warszawa
Global Resource Information Database

Układ krążenia

oczami fizyka i biologa

Fizyka jako jedna z nauk przyrodniczych powinna znaleźć swoje miejsce również na lekcjach przyrody, biologii, chemii, geografii i vice versa. Powinniśmy uświadamiać uczniom, że nie są to oddzielne, rozłączne dziedziny wiedzy, ale ściśle ze sobą powiązane. Należy podkreślać, że wszelkie obserwowane zjawiska, takie jak: pory dnia i roku, meandrowanie rzek, zjawiska zachodzące w gazach, czy elektrokardiogram pracy serca można wyjaśnić prawami fizyki. Nauczyciel fizyki może na swoich lekcjach wykorzystywać wiadomości zdobyte przez uczniów na lekcjach biologii i wyjaśniać je, a nauczyciel biologii ma wiele okazji do nawiązania do wiadomości i umiejętności wyniesionych z lekcji fizyki.

■ DAWID BASAK, KARINA KUBIAK, MARLENA ZIELIŃSKA

Wielkość uczonego nie tylko mierzy się ilością i jakością opublikowanych prac, ale również ilością i wielkością wychowanych studentów, którzy przejęli entuzjazm swojego nauczyciela do poszerzania swojej wiedzy.
prof. B. G. Wybourne

Wstęp

Połączenie fizyki z biologią nazywamy biofizyką. Biofizyka zajmuje się badaniem procesów fizycznych związanych z funkcjonowaniem określonych obiektów żywych: organizmów, organów, tkanek, komórek. Zajmuje się takimi procesami, jak: przemiany energetyczne, zjawiska elektryczne, mechanika ruchów itd. Bada struktury cząsteczkowe i procesy fizyczne zachodzące w żywej komórce. Podejmuje również próby ustalenia uniwersalnych praw biologicznych niezależnych od konkretnej formy życia.

Uczniowie zazwyczaj interesują się swoim ciałem, zatem postaramy się te zaintereso-

wania wykorzystać i pomożemy im zrozumieć, co się w ich organizmach dzieje. W ten sposób wzbudzimy w nich również motywację do uczenia się nie tylko biologii, ale również fizyki i wykorzystywania jej praw do tłumaczenia różnych zjawisk i procesów.

Celem tego artykułu jest pokazanie, jak wykorzystać prawa fizyki do wyjaśnienia procesów zachodzących w układzie krwionośnym człowieka. Pierwsza jego część dotyczy działania układu krwionośnego, a druga jest poświęcona przepływowi krwi. Staraliśmy się podać jak najwięcej faktów i pomysłów, które nauczyciel może wykorzystać na lekcji. Artykuł dopełniają dwa przykładowe scenariusze lekcji biologii w połączeniu z fizyką.

Część I. Serce i układ krwionośny

Serce i układ krwionośny

Układ krążenia ssaka (Rys. 1) składa się z dwóch krwiobiegów: dużego (obwodowego) i małego (płucnego).

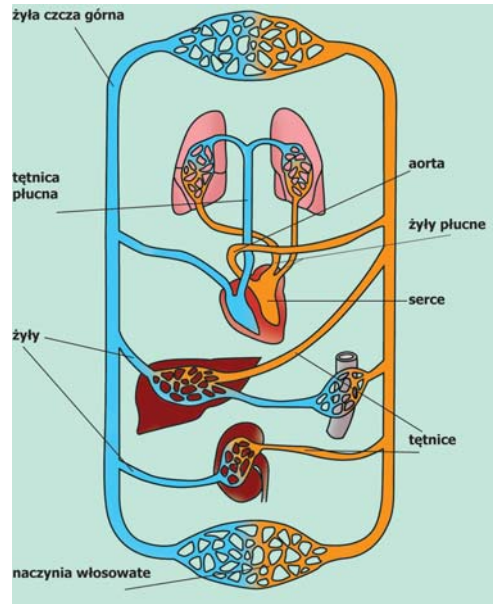
Układ krwionośny jest zbudowany z serca i sieci naczyń krwionośnych (Rys. 2). Or-

ganizację naczyń krwionośnych wychodzących z serca można przedstawić jako drzewo, którego pień stanowi aorta, gałęzie – tętnice i tętniczki, a korona jest zbudowana z kapilar zwanych naczyniami włosowatymi.

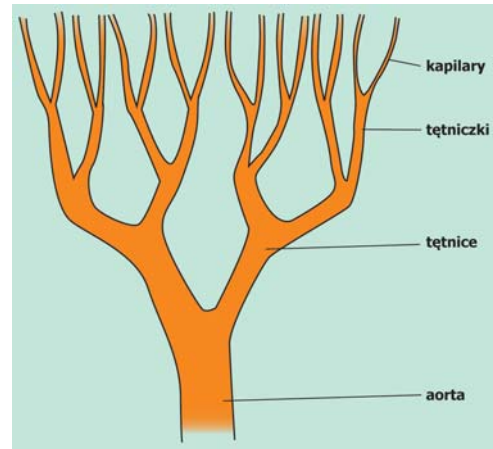
Serce jest centralnym narządem układu krwionośnego położonym w klatce piersiowej, w śródpiersiu, i otoczonym workiem osierdziowym. Organ ten fizycznie możemy utożsamić z pompą ssąco-tłoczącą, która wprawia w ruch krew, umożliwiając przez to transport tlenu i substancji odżywczych do wszystkich komórek ciała oraz odprowadzenie, do odpowiednich narządów, szkodliwych produktów przemiany materii. Serce jest zbudowane z dwóch przedsionków (lewego i prawego) oraz dwóch komór (lewą i prawą), które są oddzielone od siebie przegrodami (Rys. 3). Serce jest określane jako pompa ssąco-tłocząca, ponieważ w momencie skurczu pompuje krew z komór do odpowiednich tętnic. W tym samym czasie w komorach serca ciśnienie spada, dlatego krew jest zasysana z przedsionków (i żył) do komór. Teraz może nastąpić kolejny skurcz serca i wyrzut krwi do tętnic. Ciśnienie w komorach serca jest w każdej fazie pracy serca dodatnie.

Krążenie krwi – krwiobiegi

Odtlenowana krew pochodząca z obwodu organizmu (czyli ze wszystkich komórek, tkanek i narządów, poza płucami) jest doprowadzana żyłą główną do prawego przedsionka. Następnie pokonuje zastawkę trójdzielną i dostaje się do prawej komory serca. Zastawka zapobiega cofaniu się krwi z komory do przedsionka. Następnie z prawej komory, poprzez zastawkę pnia płucnego (zapobiegającą cofnięciu się krwi z tętnicy płucnej do prawej komory), jest przepompowywana do tętnicy płucnej (Rys. 1). Krew jest kierowana do coraz mniejszych tętnic i tętniczek, aż w końcu dociera do sieci naczyń włosowatych otaczających pęcherzyki płucne, gdzie następuje wymiana gazowa, czyli pobieranie tlenu do krwi, a usuwanie z niej dwutlenku węgla. Natlenowana krew jest zbierana



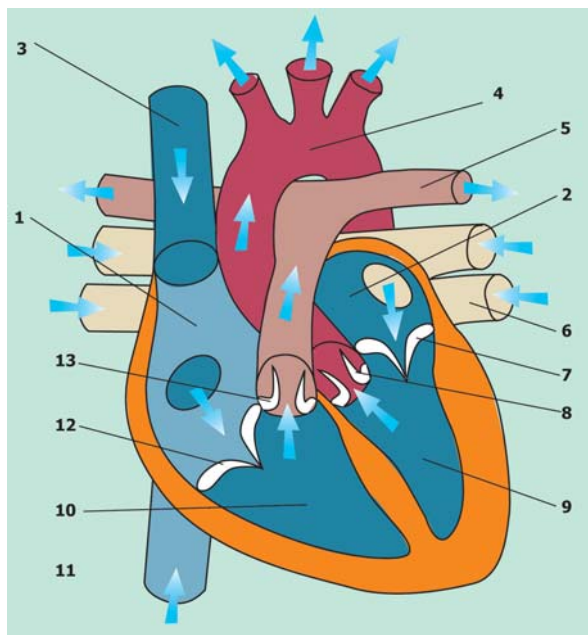
Rys. 1. Schemat układu krwionośnego



Rys. 2. Schemat „drzewa” w układzie krążenia

przez żyłne naczynia włosowate, które łączą się w coraz większe żyły tworzące w końcu żyły płucne wpadające do lewego przedsionka serca (Rys. 1, Rys. 3).

Bogata w tlen krew z lewego przedsionka serca przepływa przez zastawkę dwudzielną (mitralną) do lewej komory serca. W czasie skurczu serca krew z lewej komory, poprzez zastawkę aortalną, jest wtlacza-



Rys. 3. Schematyczna budowa serca

1. Prawy przedsionek, 2. Lewy przedsionek, 3. Żyła główna górna, 4. Łuk aorty, 5. Lewa tętnica płucna, 6. Żyła płucna dolna, 7. Zastawka dwudzielna, 8. Zastawka aortalna, 9. Komora lewa, 10. Komora prawa, 11. Żyła główna dolna, 12. Zastawka trójdzielna, 13. Zastawka pnia płucnego

na do tętnicy głównej, czyli aorty. Dokładnie tak, jak w obiegu płucnym aorta dzieli się na coraz mniejsze tętnice, które doprowadzają krew do wszystkich komórek naszego ciała. Tam krew oddaje tlen i substancje odżywcze (pobrane w międzyczasie w jelitach) i jest zbierana w kolejne, coraz większe naczynia żyłne docierające do serca w postaci żył głównych (Rys. 1, Rys. 3). Tu cykl obiegu krwi zamyka się. Warto dodać, że toksycznych produktów przemiany materii krew pozbywa się w nerkach.

Serce, tak jak wszystkie inne narządy, jest zbudowane z komórek, które do swojego prawidłowego funkcjonowania potrzebują tlenu i substancji odżywczych. Pomimo tego, że serce jest zawsze wypełnione krwią, nie może ona bezpośrednio dotrzeć do budujących je komórek, by je odżywić, natlenić i odebrać szkodliwe metabolity. Serce jest zaopatrywane w tlen i substancje

odżywcze dzięki naczyniom wieńcowym, które odchodzą od aorty w początkowej jej części. Naczynia te są naczyniami tętniczymi, dzielą się stopniowo na coraz mniejsze i doprowadzają krew do mięśnia tworzącego ściany serca. Następnie, dokładnie tak samo, jak w dużym obiegu, krew odtlenowana i pozbawiona substancji odżywczych jest zbierana przez naczynia żyłne i w końcu żyłami dociera do prawego przedsionka. Prawidłowa budowa i działanie naczyń wieńcowych są nieodzowne do prawidłowej pracy serca.

Choroby serca

Najczęstszą chorobą serca jest zawał mięśnia sercowego. Podczas zawału część mięśnia sercowego przestaje pracować na skutek „niedożywienia”. Słowo *niedożywienie* oznacza w tym przypadku niewystarczające zaopatrzenie serca w tlen. Przyczyną zawału zazwyczaj jest zakrzep w tętnicy wieńcowej, który zamyka jej światło, działając

jak mechaniczna zatyczka (Rys. 4). Zakrzep często powstaje w miejscu gromadzenia się substancji tłuszczowych (blaszki miażdżycowej). W ciągu kilku minut od zablokowania tętnicy wieńcowej mięsień zaczyna obumierać. Związane jest to z tym, że mięsień sercowy, w przeciwieństwie do mięśni szkieletowych, nie może pracować w warunkach długu tlenowego (tj. przy niedoborze tlenu). W komórkach mięśni poprzecznie prążkowanych (szkieletowych) obecne są cząsteczki białka mioglobiny, której zadaniem jest magazynowanie tlenu i uwalnianie go w przypadku, gdy ilość tlenu dostarczana przez krew jest niewystarczająca.

Rozrusznik serca

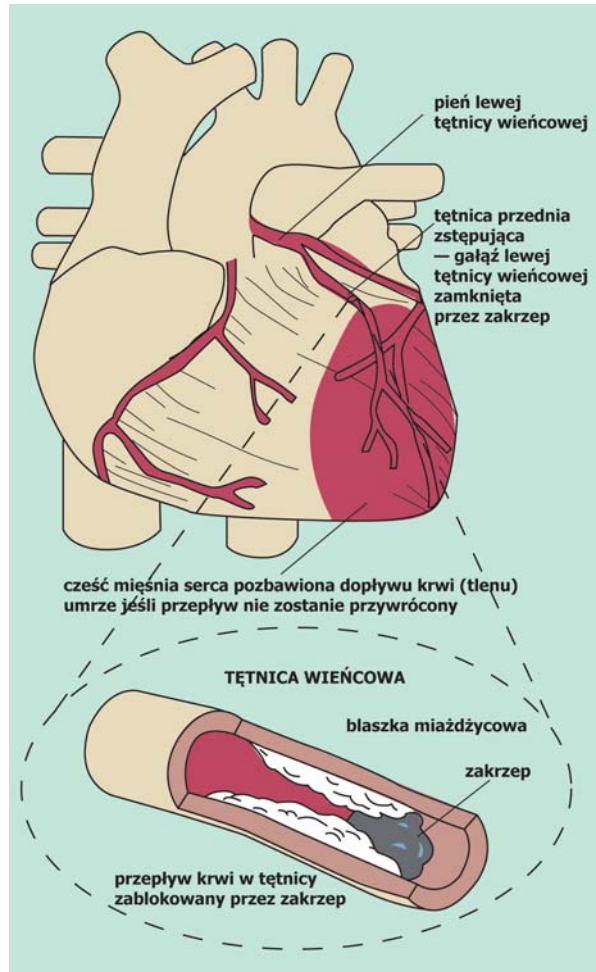
Rozrusznik serca to stały elektrostymulator (kardiostymulator) serca. Jest to urządzenie elektryczne generujące impulsy elektryczne, które pobudzają (czasem wymu-

szają) rytm serca wtedy, gdy naturalny rozrusznik, czyli węzeł zatokowo-przedsionkowy (węzeł Keitha-Flacka, łac. *nodus sinuatrialis*) nie spełnia swojej roli. Węzeł zatokowo-przedsionkowy jest nadrzędnym ośrodkiem układu bodźcowo-przewodzącego serca, znajdującym się w ścianie prawego przedsionka. Zbudowany jest z wyspecjalizowanych komórek posiadających zdolność do spontanicznych wyładowań, które są impulsem rozpoczynającym każdy cykl pracy serca. Stanowi ośrodek pierwszorzędowy, narzucając swój rytm całemu sercu. Jeśli jego działanie jest w jakikolwiek sposób upośledzone, można je wspomóc, wszczepiając sztuczny rozrusznik serca.

Pierwszy zewnętrzny rozrusznik serca zbudował John Hopps w 1950 r., a pierwszy wewnętrzny rozrusznik wszczepił 8 października 1958 r. w Sztokholmie Åke Senning, szwedzki kardiochirurg, przy współpracy z Rune Elmquistem. Elektrody tego rozrusznika były umieszczone na nasierdziu, czyli cienkiej błonie otaczającej serce (tzw. elektrody nasierdziowe), a nie wewnątrz jam serca. Rozrusznik zawiódł po 3 godzinach. W Polsce pierwszy zabieg implantacji rozrusznika został wykonany w roku 1963 w Gdańsku przez prof. Zdzisława Kieturakisa i dr. Wojciecha Kozłowskiego.

Obecnie w Polsce żyje ponad 100 000 osób z wszczepionym kardiostymulatorem, a liczbę wszczepień szacuje się na 9500 rocznie. 80–90% tych zabiegów to wszczepienia nowych rozruszników (implantacja kardiostymulatora), a w 10–20% to wymiany wyczerpanych stymulatorów (reimplantacja).

Rozrusznik serca (Rys. 5) składa się z rozrusznika właściwego zawierającego baterie i z układu elektronicznego sprawdzającego pracę serca i generującego impulsy



Rys. 4. Zawał mięśnia sercowego i jego przyczyna

elektryczne oraz elektrody wszczepione bezpośrednio w sercu. Rozrusznik właściwy to hermetyczne pudełko mniejsze od pudełka zapalek, wykonane z materiałów biologicznie obojętnych, wszczepione pod skórą w okolicy lewego ramienia. Wewnątrz znajdują się baterie oraz układ detektora i generatora impulsów elektrycznych o napięciu rzędu 0,5–5 woltów w czasie 0,2–1 milisekundy. Metalowe elektrody w liczbie od 2 do 4, połączone z rozrusznikiem, są wszczepione do komory serca. Sygnał z rozrusznika dociera do elektrod i pobudza skurcze serca. Na powierzchni elektrod



Rys. 5. Rozrusznik serca

zwykle znajdują się różnego rodzaju wypustki ułatwiające przytwierdzenie elektrody w pożądanym miejscu.

Stały stymulator zapobiega zatrzymaniu pracy serca (asystolia). Co ważne, typ rozrusznika i typ stymulacji serca muszą być dla każdego pacjenta dobrane indywidualnie.

Warto wspomnieć, na co ludzie mający rozrusznik serca muszą zwracać uwagę. Ponieważ niektórych zabiegów i badań diagnostycznych nie można wykonywać w przypadku osób z kardiostymulatorem, powinni oni zawsze informować lekarza, pielęgniarkę, a nawet dentystę o wszczepionym rozruszniku. Jest to związane z możliwością zakłócenia działania rozrusznika lub nawet jego trwałego uszkodzenia, co może spowodować śmierć pacjenta.

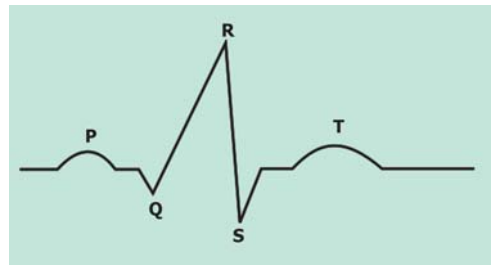
W przypadku osób z wszczepionymi rozrusznikami serca zakazanymi zabiegami są: kardiowersja elektryczna i defibrylacja, litotrypsja oraz napromienianie terapeutyczne, a badaniami: rezonans magnetyczny (MRI) i diatermia. Większość typowych domowych urządzeń elektrycznych, takich jak: telewizor, radio, kuchenka mikrofalowa, komputer, golarka elektryczna, pralka, może być bezpiecznie używana, należy jednak dbać o dobry stan techniczny tych urządzeń, a zwłaszcza o ich uziemienie. Telefon komórkowy również może być bezpiecznie używany, jednak nie powinien być zbliżany w okolice rozrusznika serca na od-

ległość mniejszą niż 15 cm, a rozmowy powinno się przeprowadzać, trzymając telefon przy uchu przeciwnym do strony, po której został wszczepiony rozrusznik. Nie należy nosić telefonu komórkowego w kieszeni blisko rozrusznika, nie można też do niego zbliżać na bardzo małą odległość suszarki do włosów.

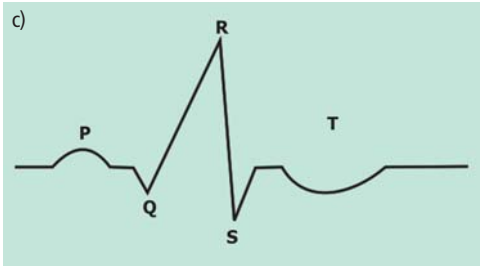
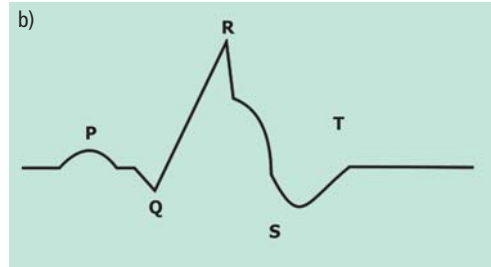
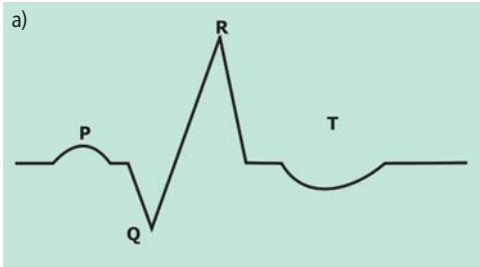
Elektrokardiogram pracy serca, czyli EKG

Skurcz każdego mięśnia, a więc i mięśnia sercowego, jest związany z jego depolaryzacją, czyli zmianą stanu elektrycznego, którą można wykryć za pomocą elektrod umieszczonych na powierzchni ciała pacjenta. Zapis EKG (elektrokardiogram) jest rezultatem zmian elektrycznych w sercu, związanych z pobudzeniem najpierw przedsionków, a później komór. Ponieważ masa mięśni przedsionków jest znacznie mniejsza od masy mięśni komór, to zmiany stanu elektrycznego towarzyszące skurczom przedsionków będą znacznie mniejsze niż zmiany towarzyszące skurczom komór. Skurcze przedsionków powodują pojawienie się w zapisie EKG załamka P, natomiast skurcz komór objawia się w postaci zespołu QRS (Rys. 6). Kolejną cechą widoczną na Rys. 6 jest załamek T związany z repolaryzacją komórek mięśnia sercowego, czyli powrotem ich stanu elektrycznego do stanu początkowego. Na Rys. 6 przedstawiono część wykresu EKG, ten wzór u zdrowego pacjenta będzie się powtarzał w czasie całego pomiaru.

Zwykle EKG jest wykonywany za pomocą pięciu elektrod, z których cztery są przy-



Rys. 6. Prawidłowy wykres czynności serca

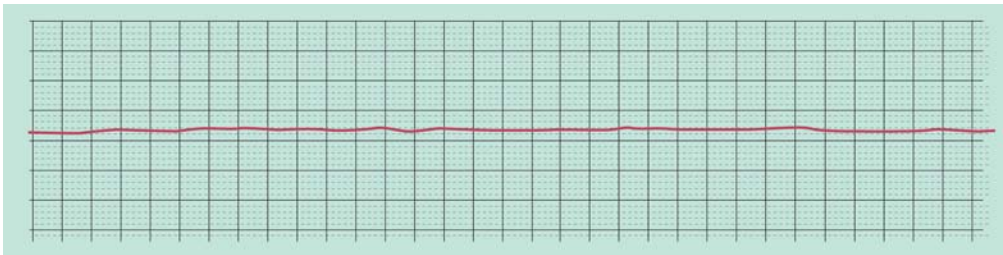


Rys. 7. Przykładowe EKG po zawale mięśnia sercowego dla: martwicy (a), uszkodzenia (b) i niedotlenienia (c) części serca

mocowane na kończynach, a piąta na klatce piersiowej i jest przesuwana w różne położenia. Czasem stosuje się 12 elektrod, z których cztery są umieszczone na kończynach, a pozostałe na stałe (na czas badania) są przymocowane do klatki piersiowej. Ponieważ bardzo ważny jest dobry kontakt elektryczny elektrody ze skórą, nanosi się na nią żel zmniejszający jej oporność. Aparat EKG wyrysowuje na papierze zmiany stanu elektrycznego elektrod. Szybkość przesuwu papieru zależy od ustaleń danego kraju, może ona wynosić od 25 do 50 mm/s. Wpływa to na wygląd wykresu – załamki występują gęściej lub rzadziej.

Na podstawie przebiegu EKG można rozpoznać przebyty zawal serca. Przykładowe, pozawałowe wykresy EKG przedsta-

wiono na Rys. 7. Wykres wyglądający podobnie do tego na Rys. 7a otrzymamy w przypadku pacjenta, u którego na skutek przebytego zawalu doszło do martwicy części mięśnia sercowego. W przypadku zawalu mniej rozległego może dojść jedynie do uszkodzenia części mięśnia sercowego (Rys. 7b) lub jedynie do jego niedotlenienia (Rys. 7c). Porównując wykresy pokazane na Rys. 7 z prawidłowym przebiegiem EKG (Rys. 6), widzimy, że w przypadku martwicy załamek Q jest znacznie głębszy, a załamek T ulega odwróceniu (jest ujemny). W przypadku uszkodzenia mięśnia sercowego załamek Q jest prawidłowy, załamek T nadal jest ujemny, ale dodatkowo załamek RS jest uniesiony (wybrzuszenie na tym odcinku). Niedotlenienie wprowadza najmniej-



Rys. 8. Asystolia

sze zmiany do przebiegu EKG, ograniczone tylko do załamka T, który jest ujemny.

Asystolia to brak czynności elektrycznej serca – co w zapisie EKG objawia się w postaci linii izoelektrycznej (linia pozioma) w co najmniej dwóch sąsiadujących odprowadzeniach EKG (Rys. 8). Jej wystąpienie oznacza zazwyczaj całkowity brak czynności skurczowej serca, poza przypadkami asystolii rzekomej, która jest spowodowana problemami technicznymi sprzętu do rejestracji EKG, złym przyleganiem elektrod do skóry lub błędami w technice badania.

Rutynowo wykonywany zapis EKG pozwala na zaledwie parominutową rejestrację czynności elektrycznej serca (EKG), natomiast metoda Holtera umożliwia wielogodzinną rejestrację EKG w warunkach nieskrępowanej całodobowej aktywności badanego. Rejestracja zapisu może odbywać się w dwóch systemach. System tradycyjny polega na zapisie sygnału na taśmie magnetycznej w rejestratorze noszonym przez badanego i analizie tego sygnału w stacjonarnym urządzeniu z szybkością 60–240-krotnie większą od szybkości rejestracji. Drugi system opiera się na rejestracji sygnału w tzw. czasie rzeczywistym, gdzie urządzenie rejestrujące jest jednocześnie analizatorem zapisywanego sygnału. W zestawach Holterowskich analizujących zapis w czasie rzeczywistym rejestracji sygnału EKG dokonuje się na taśmie magnetycznej albo stosuje się rejestratory beztaśmowe, wykorzystujące pamięć elektroniczną.

Badanie to służy ocenie czynności elektrycznej serca. Umożliwia rejestrację zaburzeń rytmu i przewodnictwa, ocenę pracy rozrusznika serca oraz nieprawidłowości w ukrwieniu mięśnia sercowego dzięki zastosowaniu wielogodzinnej rejestracji zapisu EKG w warunkach normalnej aktywności badanego.

Podczas badania, na klatce piersiowej badanego, po przygotowaniu skóry (wygoleniu włosów i odtłuszczeniu alkoholem lub benzyną), nakleja się elektrody, które łączy się następnie odpowiednio oznakowanymi kablami z urządzeniem rejestrującym zapis EKG.

Urządzenie rejestrujące jest przypinane najczęściej do paska, co umożliwi badanemu swobodne poruszanie się. Każdy rejestrator ma przycisk służący do sygnalizowania przez badanego odczuwanych dolegliwości. Badany zobowiązany jest do prowadzenia w czasie rejestracji dziennika pacjenta, w którym są nanoszone ważniejsze wykonywane czynności i dolegliwości, z zaznaczeniem godziny, o której wystąpiły. Badany informowany jest również przy zakładaniu rejestratora o terminie zgłoszenia się w celu zdjęcia aparatu. W czasie trwania rejestracji obowiązuje zakaz kąpieli i pryszniców, nie wolno używać poduszek i koców elektrycznych oraz manipulować przy rejestratorze. Wynik badania jest przekazywany w formie opisu, niekiedy z dołączonymi wykresami (zapisem czynności elektrycznej serca w wybranym czasie). Badanie trwa od 24 do 48 godzin.

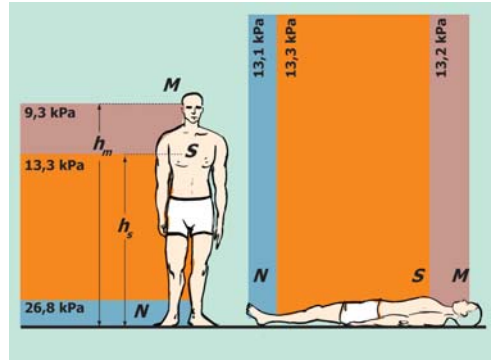
Praca i moc serca

Praca wykonywana przez serce to wiele czynności nieobjawiających się bezpośrednio jako energia krążącej krwi. Na pracę zewnętrzną związaną z uruchomieniem przepływu krwi w obiegu małym i dużym składa się praca objętościowa (związana z przemieszczeniem pewnej objętości krwi), wykonana przeciw ciśnieniu panującemu w aortcie (w komorze prawej) i tętnicy płucnej (w komorze lewej), oraz praca związana z nadaniem krwi energii kinetycznej. Łączna praca objętościowa lewej i prawej komory serca w warunkach spoczynkowych wynosi około 1,1 J/skurcz, a sumaryczna praca kinetyczna obu komór jedynie 0,012 J/skurcz. Praca kinetyczna w warunkach spoczynkowych jest znikomo mała i stanowi zaledwie 1% pracy objętościowej. Przy pojemności minutowej serca równej 5,3 l/min średni strumień objętości krwi wynosi 88 ml/s. Dla takich wartości moce objętościowe lewej i prawej komory wynoszą odpowiednio około 1,16 W i 0,18 W, podczas gdy ich moc kinetyczna jest jednakowa i wynosi około 0,008 W. Łączna spoczynkowa moc serca, związana z uruchomieniem krążenia krwi w małym i dużym krwiobiegu, wynosi około

1,4 W, co stanowi około 2% mocy spoczynkowej człowieka.

Oprócz energii zużywanej na uruchomienie przepływu krwi w warunkach spoczynkowych serce wydatkuje część energii na dodatkowe procesy związane z przemianą materii, ze skurczami mięśni, z uruchamianiem zastawek, przepompowywaniem krwi czy pokonywaniem oporów bezwładnościowych.

Jak wspomniano, komórki mięśnia sercowego, w przeciwieństwie do komórek mięśni szkieletowych, nie mogą pracować w warunkach długu tlenowego. Szacunkowo, w warunkach spoczynku, zapotrzebowanie mięśnia sercowego na tlen wynosi około 0,09 ml tlenu na 1 gram masy serca w czasie 1 minuty. Moc uwalniana w procesach metabolicznych serca o masie 300 g wynosi 9,1 W, natomiast wydajność energetyczna serca w spoczynku (rozumiana jako stosunek mocy zużywanej na uruchomienie przepływu krwi do całkowitej mocy serca) wynosi 15%. W warunkach obciążenia wy-



Rys. 9. Różnice ciśnienia krwi u człowieka w zależności od położenia ciała

dajność energetyczna serca zwiększa się i może osiągnąć nawet 40%.

Część II. Przepływ krwi, czyli hemodynamika

Opisując krążenie krwi w organizmie, musimy używać pojęć pochodzących z hydrodynamiki oraz teorii sprężystości zasto-

Komputerowa gra edukacyjna „Klimatyczna ruletka” - interaktywna pomoc dydaktyczna dla nauczycieli i wykładowców przedmiotów przyrodniczych.



Komputerowa gra edukacyjna wraz z przewodnikiem dydaktycznym dostępna nieodpłatnie.*

Zamówienia prosimy kierować na adres: ruletka@ug.edu.pl.

*do wyczerpania nakładu

„Gramy w rosyjską ruletkę z klimatem, Ale nikt nie wie, w której komorze jest nabój”
Wallace Broecker, twórcza koncepcji cyrkulacji globalnej wszechoceanu

Cele edukacyjne gry:

- **Utrwalenie** i właściwe rozumienie terminów, faktów, teorii naukowych i praw dotyczących: klimatu, historii klimatycznych z dziejów Ziemi, ewolucji i budowy Wszechświata.
- **Porządkowanie** informacji dotyczących zmian klimatycznych i ocieplenia klimatu, poziomu i znaczenia dwutlenku węgla w atmosferze.
- **Praktyczne** posługiwanie się zdobytymi informacjami na temat czynników kształtujących klimat na Ziemi, działających wspólnie na zasadzie sprzężenia zwrotnego.
- **Formułowanie** problemów związanych z możliwymi zmianami klimatu, dokonywanie analizy danych dotyczących poziomów CO₂, temperatury, prognozowanie możliwych zmian klimatu wg tych kryteriów na XXI wiek.
- **Rozwijanie** osobistych zainteresowań i kształtowanie postaw związanych z dziejami Ziemi i całego Wszechświata.

Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



sowanej do badania odkształceń naczyń krwionośnych. A więc ciecz jest traktowana jako ośrodek ciągły, a cząstka cieczy zawiera dużą ilość molekuł, co sprawia, że jej przemieszczanie się oznacza ruch pewnej objętości cieczy. Ruch cieczy opisujemy za pomocą funkcji prędkości: $\vec{v} = v(x, y, z, t)$, ciśnienia: $p = p(x, y, z, t)$ i gęstości: $\rho = \rho(x, y, z, t)$.

Krew składa się z osocza oraz krwinek: białych (leukocyty), czerwonych (erytrocyty) i płytek krwi (trombocyty). Zachowanie krwi jest inne w naczyniach dużych, a inne w małych naczyniach włosowatych, których średnica jest porównywalna z rozmiarami krwinek. Krew jest wprowadzana do aorty z lewej komory serca w sposób nieciągły. W czasie skurczu do aorty jest wyrzucana pewna objętość krwi zwana objętością wyrzutową.

Podczas mierzenia ciśnienia krwi w trzech różnych punktach organizmu ludzkiego (mózg – M, serce – S, nogi – N), w dwóch pozycjach ciała (leżącej i stojącej) możemy zauważyć znaczne różnice. W pozycji leżącej ciśnienie w tych trzech punktach jest prawie jednakowe (Rys. 9). Różnice ciśnienia między sercem, stopami i mózgiem są niewielkie, spowodowane przede wszystkim siłami lepkości. Ciśnienie zmierzone w tych samych punktach ale w pozycji stojącej, jest zupełnie różne.

Dla ciśnienia mierzonego w sercu p_S , nodze p_N i mózgu p_M spełniona jest zależność (1):

$$p_N = p_S + \rho gh_S = p_M + \rho gh_M \quad (1)$$

gdzie ρ jest gęstością krwi.

Równość ta wynika z równania Bernoulliego (2):

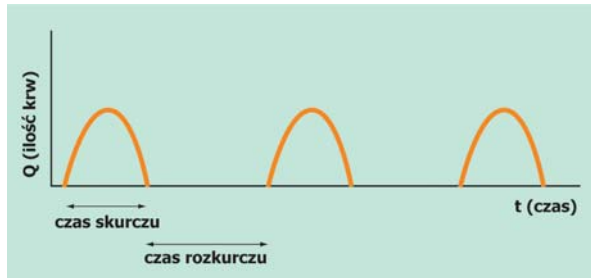
$$p + \rho gh + 1/2(\rho v^2) = \text{const} \quad (1)$$

gdzie:

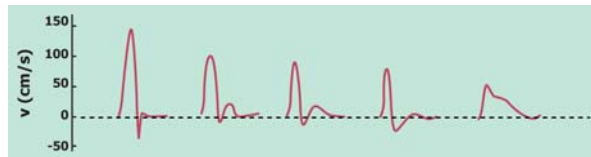
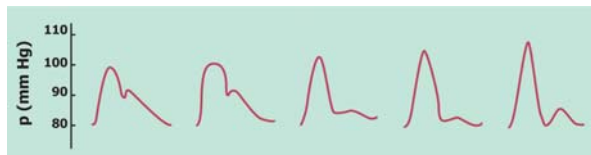
p – ciśnienie cieczy,

ρ – gęstość cieczy,

v – prędkość przepływu cieczy,



Rys. 10. Nieciągłość wprowadzania krwi do aorty



Rys. 11. Przebieg zmian ciśnienia i prędkości krwi w tętnicach znajdujących się coraz dalej od serca

g – przyspieszenie ziemskie,

h – wysokość rurki z cieczą nad powierzchnią ziemi.

Pierwsze dwa człony tego równania możemy ująć ogólną nazwą:

a) ciśnienie statyczne $p_S = p + \rho gh$,

b) natomiast trzeci człon to ciśnienie dynamiczne $p_d = (\rho v^2)/2$; p_S to ciśnienie wywierane prostopadle do kierunku przepływu, a p_d jest ciśnieniem wywieranym równoległe do kierunku przepływu cieczy. Skoro ich suma jest stała, to należy przypuszczać, że na obszarach o większej prędkości przepływu ciśnienie statyczne będzie mniejsze.

Krew jest wprowadzana do aorty z lewej komory serca w sposób nieciągły (Rys. 10). Co pewien czas podczas skurczu jest wyrzucana do aorty pewna objętość krwi zwana objętością wyrzutową. Pomimo to w tętnicach przepływ krwi jest ciągły. Elastyczność naczyń sprawia, że wraz ze zwiększeniem ciśnienia naczynia ulegają rozszerzeniu. Gdyby układ

krążenia krwi składał się z systemu rurek sztywnych, wtedy przy nieciągłym wprowadzaniu krwi do naczyń charakter przepływu w nich byłby także nieciągły (przerwany).

Przeanalizujmy teraz zmiany ciśnienia i prędkości przepływu krwi (Rys. 11). Prędkość przepływu krwi zależy, w sposób ciągły, od czasu i ma charakter oscylacyjny. Czyli przepływ krwi jest przepływem niestacjonarnym.

Pomimo nieciągłego pompowania krwi (zależność prędkości przepływu krwi od czasu) jej przepływ jest ciągły. Im tętnice są dalej od serca, tym ciśnienie w nich panujące staje się większe, a prędkość, z jaką płynie w nich krew, mniejsza. W tętnicach jest obserwowany także przepływ zwrotny krwi (ku sercu). Dzieje się tak, ponieważ w pewnych momentach kierunek spadku ciśnienia zostaje odwrócony, gdyż ciśnienie w aorcie jest wyższe niż w komorze. Ponieważ prędkość przepływu krwi zależy od czasu, to – używając terminologii hydrodynamicznej – należy powiedzieć, że przepływ krwi jest przepływem niestacjonarnym (dla przypomnienia: przepływ stacjonarny to taki, w którym prędkość cieczy w danym punkcie jest stała w czasie). W rurce przepływ stacjonarny cieczy lepkiej ma charakter przepływu laminarnego. Zakłada się obecność naprężeń lepkich (stycznych), które są proporcjonalne do gradientów prędkości przepływu cieczy. Weźmy pod uwagę ustalony ruch płynu w rurce poziomej. Zakładamy, że przy ściankach rurki jego prędkość wynosi zero. Prędkość ta: $v = v(r)$ zależy od r , gdzie r jest odległością cząstki cieczy od osi rurki $0 < r < R$, a R jest promieniem rurki.

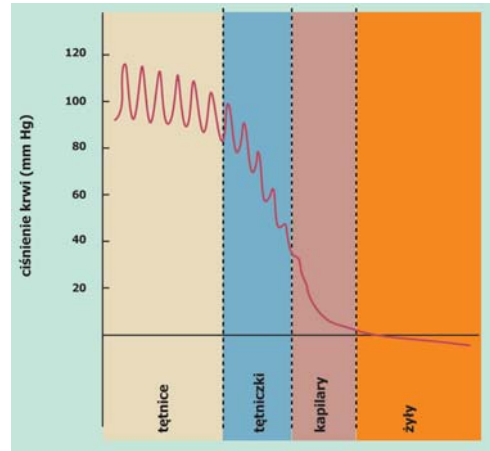
Naprężenie zależne od gradientu prędkości wyraża się wzorem:

$$\rho = -\eta \frac{dv}{dr} \quad (3)$$

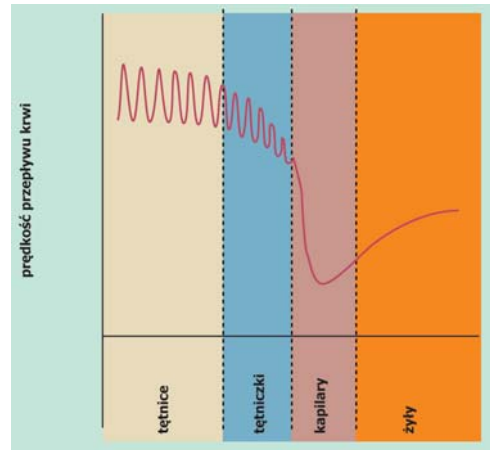
gdzie:

ρ – naprężenie lepkie,
 η – współczynniki lepkości cieczy.

W układzie jednostek CGS jednostką lepkości jest puaz, w układzie SI jednostką lep-



Rys. 12. Przebieg zmian ciśnienia krwi w układzie krążenia człowieka



Rys. 13. Zmiany prędkości przepływu krwi w układzie krążenia człowieka

kości jest niutonosekunda na metr kwadratowy $[N \cdot s/m^2]$ 1 puaz = 1 P = 1 dyn·s/cm² = 1 g·cm⁻¹·s⁻¹. W przepływie stacjonarnym następuje zrównoważenie siły oporu oraz siły napędzającej przepływ. Wtedy wzór na prędkość cieczy w zależności od odległości r od ściany rurki przyjmuje postać:

$$v = \frac{\Delta p}{4\eta l} (R^2 - r^2) \quad (4)$$

gdzie:

$\Delta p = p_1 - p_2$ – różnica ciśnień,
 l – długość rurki.

Objętość (ilość) cieczy przepływającej przez naczynie w jednostce czasu wyraża się wzorem Hagen–Poiseulle'a:

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\eta l} \Delta p \quad (5)$$

Należy pamiętać, że naczynia krwionośne nie są prostoliniowymi rurkami, tylko mają liczne zakrzywienia, a zachodzący w nich przepływ krwi nie jest stacjonarny. Musimy uwzględnić także siłę bezwładności. Idąc od serca ku obwodowi, obserwujemy zmiany ciśnienia krwi (Rys. 12) i prędkości jej przepływu (Rys. 13).

Liczba Reynoldsa

Warunki powstawania burzliwego przepływu są określone liczbą Reynoldsa:

$$Re = \frac{vr\rho}{\eta} \quad (6)$$

gdzie:

- v – prędkość ruchu cieczy,
- r – promień naczynia,
- η – lepkością cieczy,
- ρ – gęstość cieczy.

Do zaburzeń laminarnego przepływu krwi dochodzi, gdy wartość liczby Reynoldsa (Re) przekroczy wartość krytyczną (tj. około 1000). Przepływ krwi ma charakter burzliwy wszędzie tam, gdzie krew w naczyniu przepływa na tyle szybko, że jej jednorodny strumień może zostać zaburzony. **Dzieje się tak w początkowym odcinku aorty podczas wyrzutu krwi z lewej komory serca, gdzie liczba Reynoldsa nawet 10-krotnie przekracza wartość krytyczną. Można obliczyć, że przepływ burzliwy może stosunkowo łatwo wystąpić w spoczynku w aorcie piersiowej.** Przyjmijmy 150 cm/s jako szczytową szybkość przepływu krwi podczas skurczu, średnicę aorty – 2,5 cm, gęstość krwi – 1,055 g/cm³ i jej przeciętną lepkość równą 0,035 puaza, otrzymamy wówczas:

$$\begin{aligned} Re &= 150 \text{ cm/s} \cdot 1,25 \text{ cm} \cdot \frac{1,055 \text{ g/cm}^3}{0,035 \text{ puaza}} = \\ &= 5652 \end{aligned} \quad (7)$$

Czyli wartość liczby Reynoldsa przekracza wartość krytyczną ponad 5-krotnie. Nie ma więc wątpliwości, że nawet w warunkach normalnego obciążenia organizmu wysiłkiem fizycznym przepływ krwi, przynajmniej chwilowo, jest przepływem burzliwym.

W warunkach spoczynkowych jedynie w początkowej fazie wyrzutu krwi do aorty krytyczna wartość Re zostaje znacznie przekroczone, co wywołuje zawirowania w strumieniu krwi. Zaburzenia te szybko znikają, ponieważ przez większą część cyklu pracy serca krew przepływa przez aortę z szybkością mniejszą niż 26,5 cm/s (odpowiadającą w założonych warunkach krytycznej wartości Re). Podczas wysiłku fizycznego w aorcie przepływ krwi może być burzliwy, zwiększa się on bowiem nawet kilkukrotnie.

Wartość liczby Reynoldsa można ustalić *in vivo* jedynie w sposób orientacyjny, ponieważ wszystkie zmienne, które ją determinują, mają charakter dynamiczny, natomiast traktuje się je tak, jakby były parametrami stałymi (np. prędkość strumienia krwi mierzona w jego przekroju poprzecznym jest zróżnicowana tym bardziej, im większa jest średnica naczynia).

Efekt przyspieszeń

Przeciążenie to stan organizmu, w którym ciało jest poddawane działaniu siły zależnej od jego masy. Najłatwiej jest je zaobserwować podczas startu oraz lądowania rakiet kosmicznych, a także w trakcie akrobacji lotniczych, a na co dzień – jadąc samochodem. Zarówno w locie, jak i w życiu codziennym mamy do czynienia z ruchem związanym ze zmianami prędkości. Wtedy właśnie powstają przyspieszenia. Określamy je, przyjmując za jednostkę 1 g.

Przyspieszenia mogą być: liniowe, dośrodkowe, odśrodkowe, kątowe i Coriolisa. Przeciążenie określa, ile razy w danej chwili zmienił się ciężar ciała w porównaniu z ciężarem w zwykłych warunkach i w konsekwencji o ile zmieniło mechaniczne obciążenie tkanek ciała.

Gdy przeciążenie działa wzdłuż kręgosłupa, nazywamy je podłużnym. Jest ono dodat-

Konkurs organizowany w ramach projektów

➤ Scholaris
– portal wiedzy
dla nauczycieli

➤ Wdrożenie podstawy programowej kształcenia
ogólnego w poszczególnych typach szkół ze szczególnym
uwzględnieniem II i IV etapu edukacyjnego

www.konkurs.ore.edu.pl

Konkurs dla nauczycieli

Weź udział w konkursie:



1.

Napisz
program nauczania
zgodny z nową podstawą programową

3.

Odbierz
nagrody

2.

Prześlij do nas
swój program

Do **7000** PLN
dla najlepszego programu

100x
tablety
graficzne

100x
laptopy



 scholaris

Więcej informacji na stronie
www.konkurs.ore.edu.pl

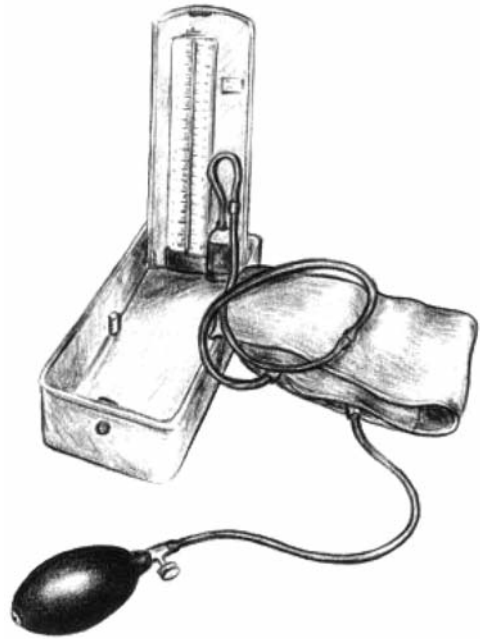
Nagrody dla programów najlepiej
wykorzystujących zasoby portalu Scholaris

nie, gdy działa w kierunku głowa–stopy, i ujemne, gdy działa w kierunku przeciwnym. Przeciążenie działające w kierunku płuca–klatka piersiowa nazywamy poprzecznym dodatnim, a gdy jest skierowane przeciwnie, będzie to przeciążenie poprzeczne ujemne.

Czynnikami decydującymi o tym, jak organizm człowieka znosi przeciążenia, są: wartość przyspieszenia oraz kierunek jego działania i szybkość narastania (gdy jest zmienne w czasie). Człowiek wykazuje największą wytrzymałość na przyspieszenie w kierunku płuca–klatka piersiowa, dlatego kosmonauci startują, leżąc na plecach.

Główną przyczyną zaburzeń funkcjonowania organizmu poddanego działaniu przeciążeń jest zakłócenie obiegu krwi w organizmie. Odległość od serca do mózgu wynosi około 40 cm. W normalnych warunkach serce bez trudu tłoczy krew na tę wysokość, ale gdy na człowieka działa przyspieszenie podłużne dodatnie równe 4 g, krew staje się cięższa, czyli efekt jest taki, jak gdyby odległość pomiędzy sercem a mózgiem wzrosła do 160 cm. W takich warunkach zaopatrywanie mózgu w krew i zapewnienie mu właściwego jej ciśnienia staje się dla serca kolosalnym wysiłkiem. Sprawę pogarsza fakt, że krew tętnicza, podążając z serca do dolnych części organizmu, z trudnością wraca z powrotem, więc coraz większa jej ilość zaczyna zalegać w dolnych partiach ciała, podczas gdy serce odczuwa jej niedobór.

Gdy zaczyna działać przeciążenie podłużne dodatnie, ciśnienie krwi w tętnicy szyjnej obniża się. Receptor znajdujący się w zatoce szyjnej reaguje na zmiany ciśnienia krwi, pobudzając skurcze serca oraz obwodowych naczyń krwionośnych, co zapewnia większe ciśnienie krwi w naczyniach tętniczych i lepszy jej dopływ żyłami do serca. Organizm jest w stanie skompensować przeciążenie tylko wtedy, gdy jest ono mniejsze niż 3 g. Jeśli przekracza tę wartość, szybko zaczynają się pojawiać widoczne efekty niedokrwienia głowy i mózgu. Pierwsze objawy dotyczą wzroku i centralnego układu nerwowego, gdyż leżą one najwyżej i są wyjątkowo wrażliwe. Niedokrwienie siatkówki



Rys. 14. Schemat sfigmomanometru

gałki oka powoduje zmętnienie i zamydlenie obrazu, kolory stają się mniej wyraźne, pole widzenia zwięża się. Poza tym nogi, ręce i głowa stają się bardzo ciężkie.

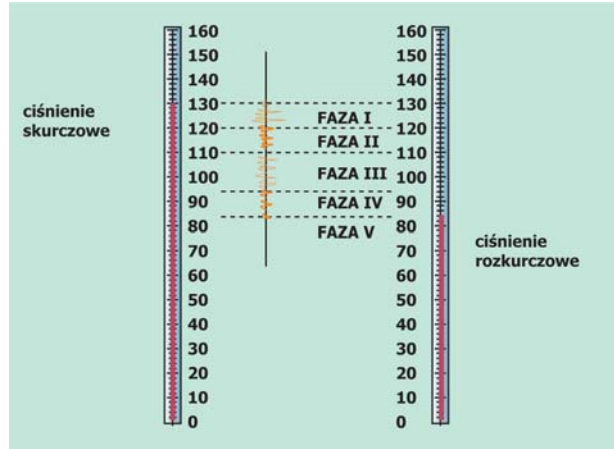
Ujemne przyspieszenia podłużne organizm ludzki znosi znacznie gorzej niż dodatnie. Powoduje ono sztuczne zwiększenie ciśnienia w tętnicy szyjnej, a receptor zatoki szyjnej zwalnia akcję serca, co skutkuje zmniejszeniem ilości „świeżej krwi” dopływającej do mózgu. Człowiek odczuwa przykre rozpieranie w całej głowie i wysadzenie oczu. W polu widzenia pojawiają się czerwone plamy, a pod spojówką oka krwawe wybroczyny, które najprawdopodobniej powstają, choć w mniejszym stopniu, jeszcze w innych miejscach głowy. Dochodzi również do krwotoków w mózgu i płucach.

Pomiar ciśnienia krwi

Badanie polega na pomiarze, w sposób pośredni lub bezpośredni, ciśnienia krwi w dużych tętnicach. Zwykle pomiar ciśnienia jest wykonywany w tętnicy ramiennej. Wartości ciśnienia tętniczego krwi zmie-

niają się pulsacyjnie w czasie pracy serca. Wyróżniamy ciśnienie maksymalne, czyli skurczowe, oraz minimalne, czyli rozkurczowe. Do pomiaru ciśnienia tętniczego krwi używa się przyrządu zwanego sfigmomanometrem i metody osłuchowej. Metoda ta zwana jest również metodą Korotkowa. Są oczywiście jeszcze inne sposoby pomiaru ciśnienia, ale zajmujemy się tylko tą, gdyż jest ona najbardziej intuicyjna i jeszcze dziś najszerszej rozpowszechniona.

Sfigmomanometr (Rys. 14) składa się z opaski gumowej (mankietu) z komorą powietrzną, manometru (rtęciowego, sprężynowego lub elektronicznego) i ręcznej pompki lub kompresora, połączonych ze sobą gumowymi przewodami. Nowoczesne elektroniczne przyrządy do pomiaru ciśnienia wykorzystują najczęściej metodę oscylometryczną, w której są zapamiętywane wyniki 14 pomiarów ciśnienia tętniczego krwi. Pomiar ciśnienia powietrza w mankiecie uciskającym tętnicę, poprzez tkanki, pozwala na pomiar ciśnienia panującego w naczyniu krwionośnym. Jeśli ciśnienie w mankiecie osiąga wartość znajdującą się w przedziale między wartością ciśnienia skurczowego a wartością ciśnienia rozkurczowego, to powoduje ono zamknięcie całkowite tętnicy w fazach rozkurczu serca i pulsacyjne otwieranie w fazach skurczu serca. Krew przepływa wtedy przez uciśniętą tętnicę okresowo i z dużą szybkością, wywołując wiry, wibracje. Powoduje to powstawanie tonów, które są słyszalne w słuchawkach lub mogą być odbierane przez elektroniczny rejestrator tych dźwięków. Tony te, zwykle zgodne z akcją serca, zaczynają powstawać, gdy wartość ciśnienia w mankiecie spadnie poniżej wartości ciśnienia skurczowego, a znikają, kiedy ciśnienie w mankiecie obniży się na tyle, że jest niższe od ciśnienia rozkurczowego w tętnicy. Podczas obniżania się ciśnienia w mankiecie ważny



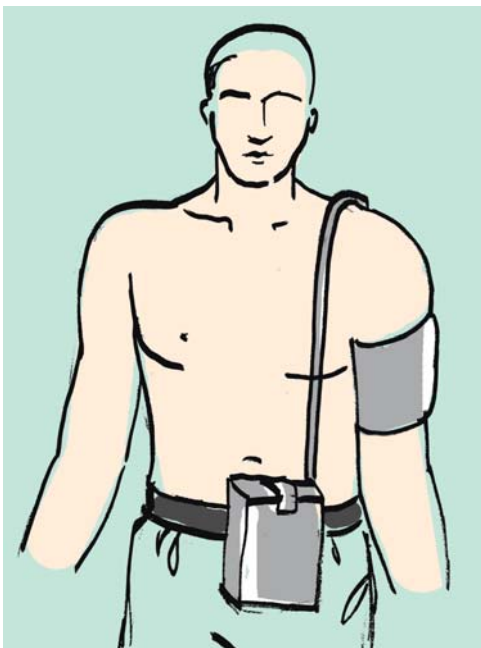
Rys. 15. Fazy Korotkowa

dla ustalenia wartości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego jest moment usłyszenia pierwszego tonu i moment całkowitego zaniku tonów.

Przy pomiarze ciśnienia pacjent powinien znajdować się w pozycji siedzącej lub leżącej. Najczęściej pomiaru dokonuje się na lewym lub prawym ramieniu (ramię powinno być odsłonięte). Opaskę ciśnieniomierza zakłada się tak, aby równo przylegała do ramienia i znajdowała się na wysokości serca. Jeśli mamy do dyspozycji aparat, w którym mankiet jest wyposażony w specjalny czujnik, to czujnik ten należy umieszczać w miejscu wyczuwalnego palcami tętna na tętnicy ramiennej. Gumowy mankiet badający napełnia się powietrzem za pomocą pompki aż do momentu, kiedy wartość ciśnienia na manometrze przewyższa o 30 mm Hg (około 40 hPa) wartość ciśnienia, przy którym zanika tętno. Badający przykładą słuchawkę do tętnicy łokciowej w zgięciu łokciowym i powoli z mankietu wypuszcza powietrze. Z chwilą pojawienia się pierwszej fali tętna badający słyszy ton, a odczytany w tym momencie poziom słupka rtęci lub wartość na zegarze czy też na skali cyfrowej manometru, podają wysokość ciśnienia skurczowego. Jest to tzw. I faza Korotkowa (Rys. 15). W miarę dalszego wypuszczania powietrza z man-

kietu słycać wyraźnie dźwięczne tony, zwykle zgodne z akcją serca, słyszalne aż do momentu, gdy głośność zmniejsza się, dźwięk cichnie i znika. Wartość ciśnienia odczytana z manometru w chwili, gdy ton całkowicie zanika, wskazuje wysokość ciśnienia rozkurczowego (jest to tzw. V faza Korotkowa). Gdy tony są słyszalne aż do 0 mm Hg, za ciśnienie rozkurczowe przyjmuje się wartość odpowiadającą ich ściszeniu (tzw. IV faza Korotkowa).

Z uwagi na to, że pośredni pomiar ciśnienia tętniczego krwi jest nieinwazyjny, stosowany jest w medycynie powszechnie. Jednak żadna z nieinwazyjnych metod pomiaru ciśnienia nie jest uważana za idealną. Najmniej zawodne są pomiary ciśnienia przy użyciu manometru rtęciowego. Niemniej jednak trzeba pamiętać o odpowiednim przygotowaniu pacjenta. Z uwagi na to, że wartości ciśnienia tętniczego zmieniają się wielokrotnie w ciągu doby, zwykle zalecane jest mierzenie ciśnienia o stałej porze, w tych samych warunkach, po przynajmniej 5 minutach spoczynku.



Rys. 15. Aparatura do 24-godzinnego pomiaru ciśnienia tętniczego krwi

Zaleca się również, aby przez co najmniej 30 minut przed pomiarem ciśnienia nie pić kawy, mocnej herbaty oraz nie palić papierosów.

W niektórych sytuacjach znajduje zastosowanie metoda inwazyjna (krwawa), polegająca na bezpośrednim pomiarze ciśnienia krwi w tętnicy po jej nakłuciu za pomocą kaniuli.

Czasem konieczne jest całodobowe monitorowanie ciśnienia krwi. Wtedy pomocny jest 24-godzinny, automatyczny aparat do pomiaru ciśnienia krwi. Badanemu zakłada się wówczas na ramię mankiet, który łączy się ze specjalnym aparatem wielkości małego radia tranzystorowego, przyczepionym do pasa (Rys. 16). Aparat ten dokonuje odczytu i zapisu kolejnych wyników pomiaru oraz steruje częstotliwością wypełniania mankietu powietrzem i tym, jak długo jest on nim wypełniony (od kilkudziesięciu sekund do kilku minut). Po np. 24 godzinach aparat i mankiet są zdejmowane, a zmiany ciśnienia odczytywane przez komputer.

Według zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia i Międzynarodowego Towarzystwa Nadcisnieniowego z 1999 roku (WHO/ISH 1999) przyjmuje się, dla celów praktycznych i klinicznych, wartości 140 mm Hg dla ciśnienia skurczowego i 90 mm Hg dla ciśnienia rozkurczowego jako wartości wskazujące na nadciśnienie tętnicze. Nieprawidłowość może dotyczyć tylko jednego rodzaju ciśnienia lub też obu. Za optymalne ciśnienie tętnicze uważa się wartość 120/80 mm Hg (160/106 hPa).

mgr **DAWID BASAK**

Zespół Szkół w Górsku

dr **KARINA KUBIAK**

Zakład Biofizyki i Fizyki Medycznej, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

dr **MARLENA ZIELIŃSKA**

Pracownia Dydaktyki Wydziału BiNoZ UMK w Toruniu,
Społeczna Szkoła Podstawowa i Gimnazjum im. J. Słowackiego
w Toruniu

GMO – lęk przed nieznanym?

Człowiek od zawsze lękał się niezbadanych sił przyrody. Strach budziły w nim zjawiska, których nie pojmował, bo nie potrafił przewidzieć, kiedy wystąpią, albo nie znał ich konsekwencji. Tworzył mitologię, sądząc, że objaśnia ona funkcjonowanie otaczającego go świata i czyni go przewidywalnym, a tym samym bezpieczniejszym. Jednak z czasem bogowie, władcy wody, ognia i powietrza odeszli do świata baśni. Czy tak będzie również z naszym lękiem przed GMO?

< red >

■ EWA BARTNIK

Wczoraj na kolację jedliśmy kukurydzę, była słodka, miękka i delikatna, w odróżnieniu od kolb, które trafiły na nasze talerze jakieś 10 dni wcześniej. Przypuszczam, że żadna z nich nie była genetycznie modyfikowana, ale myślę, że jest to dobry moment do nawiązania do tego, że nasza żywność jest (może z wyjątkiem nielicznych w naszej diecie produktów leśnych, takich jak grzyby czy dzikie poziomki) efektem tysięcy lat pracy hodowców nad ulepszaniem tego, co jemy, i tego, co nas otacza. Spożywane przez nas produkty roślinne i zwierzęce, jak również zwierzęta domowe i rośliny ozdobne, którymi się otaczamy, są – wbrew powszechnym poglądom – organizmami bardzo zmodyfikowanymi genetycznie. Nie wiem,



Pole kukurydzy, jeszcze nie GMO, pod Wrocławiem

co zrobiono kukurydzy, by była słodka i miękka, ale wiem, że w spożywanym przez nas pomidorze są geny kilku różnych gatunków, a jamnik – choć trudno w to uwierzyć – pochodzi od wilka, podobnie jak wszystkie inne psy.

Nie powstały one w wyniku dość prostych i stosunkowo szybkich procedur, jak współczesne GMO, tylko wskutek zmuśnionego, trwającego wiele lat, krzyżowania i selekcji. Czasami chodziło o konkretny kolor kwiatów (słynny czarny tulipan), czasem o długie czy krótkie włosy u psów, szybkość u koni, mleczność u krów – lista jest długa i w wielu przypadkach trudno powiedzieć, kiedy nasi przodkowie zaczęli się bawić w ulepszanie gatunków i odmian roślin oraz zwierząt hodowlanych.

Organizmy zmodyfikowane metodami inżynierii genetycznej są z nami od lat 70. ubiegłego wieku, kiedy to wykryto sposoby powtarzalnego cięcia materiału genetycznego – DNA, oraz łączenia go z tzw. wektorami, co pozwala na wprowadzanie kawałków DNA (np. genów) i utrzymywanie ich w komórkach, a także na produkcję w komórkach organizmu-gospodarza białek zapisanych we wprowadzonych do nich genach.

Pierwszymi GMO były bakterie i początkowo, nie znając konsekwencji otrzymania takich szczepów, bano się ich do tego stopnia, że w połowie lat 70. sami naukowcy ogłosili roczne moratorium na prace z tymi tzw. rekombinowanymi organizmami. Później określono, w jakich warunkach i w jaki sposób można z nimi bezpiecznie pracować i wprowadzono różne szczepy laboratoryjne, które miały dodatkowe geny utrudniające lub uniemożliwiające bakteriom GMO przeżycie poza laboratorium. Prace ruszyły pełną parą, doprowadzając do powstania wielu leków, które stosujemy od lat, m.in. zawierające wytwarzane przez bakterie substancje aktywne biologicznie, takie jak ludzka insulina (lek na cukrzycę) i ludzki hormon wzrostu. Pojawiły się nowe rodzaje komórek gospodarzy, przeznaczone do wprowadzania genów i produkcji ludzkich białek.

Obecnie rynek medyczny białek produkowanych przez różne GMO jest ogromny i ciągle rośnie. Wytwarzane są w ten sposób białka o działaniu przeciw konkretnym typom nowotworów, reumatoidalnemu zapaleniu stawów itp., itd. Zwykle nie wywołują one społecznych protestów, choć w drugiej połowie lat 70. zmodyfikowanych genetycznie bakterii obawiano się nawet w USA. Strach minął pod koniec lat 70., ubiegłego wieku, ponieważ nie było doniesień o strasznych bakteriach, które uciekły z laboratorium i zaraz nas zaatakują. Za to dzięki technikom rekombinacji i innym udało się w ciągu około 15 lat od otrzymania pierwszych GMO zrozumieć, jak działają geny organizmów wyższych, rozpocząć projekt sekwencjonowania ludzkiego genomu (zakończony w 2003 r.) i wprowadzić

do obrotu leki i szczepionki otrzymane technikami rekombinowania DNA.

Jeśli chodzi o genetycznie modyfikowane zwierzęta, to jest ich wiele w laboratoriach (myszy, muszki owocowe i szczury), a mało poza nimi. Niektóre z nich są znakomitymi modelami niezastąpionymi w badaniach ludzkich chorób i szukaniu odpowiednich na nie leków. Znana na całym świecie owca Dolly, pierwszy sklonowany ssak, który powstał z materiału genetycznego dorosłej komórki przeniesionego do komórki jajowej, nie była GMO, ale uzyskano ją z myślą o genetycznie modyfikowanych zwierzętach jako producentach leczniczych białek, np. obecnych w ich mleku, a właśnie dobrymi producentami mleka są m.in. owce.

Dla wielu celów wystarczają bakterie, czy bliżej z nami spokrewnione drożdże, w innych przypadkach wyprodukowane przez mikroby białka nie są aktywne, bo muszą być odpowiednio obrobione przez komórki ssaka. Pracuje się również nad świniami, które mniej zanieczyszczają środowisko, a także nad takimi (choć niekoniecznie musi się to udać i cel jest jeszcze dosyć odległy), których narządy posłużą za przeszczepy dla człowieka. To ostatnie jest tym ważniejsze, że przecież ciągle brakuje dawców.

Co pewien czas słyszymy opowieści o rybach, które szybciej rosną i trafiają na nasze świąteczne stoły. Jednak ponieważ nie ma ich w Europie, najczęściej słyszymy o genetycznie modyfikowanych roślinach i o produkowanej z nich żywności. Większość protestów przeciwko GMO dotyczy genetycznie zmodyfikowanej żywności.

Po co produkuje się rośliny modyfikowane genetycznie? W zasadzie są dwa główne powody – by polepszyć jakość odżywczą wytwarzanej z nich żywności i by zwiększyć oporność na szkodniki – wirusy i owady, czyli zwiększyć plony. W tym celu wytwarza się również rośliny bardziej odporne na środki chwastobójcze. Nie chcę tu rozważać, co z tego mają koncerny produkujące takie rośliny i takie środki, jak również co tracą inne wytwarzające nowe odmiany roślin, nieklasyfikowane jako GMO,

i inne preparaty chwastobójcze. W jednym i drugim wypadku w grę wchodzi wielkie pieniądze oraz szansa na łatwiejszą i wydajniejszą uprawę roślin, a tym samym zapewnienie wyższych plonów i/lub zmniejszenie areалу upraw.

Rośliny odporne na herbicydy można próbować uzyskiwać, stosując tradycyjne metody hodowli, np. krzyżując odmiany (często dziką, bez szczególnych walorów użytkowych) oporną na jakiś wirus czy środek chwastobójczy z odmianą wrażliwą, ale cechującą się dobrymi cechami użytkowymi, a następnie przez wiele kolejnych krzyżówek próbując uzyskać coś, co można otrzymać zwykle poprzez wprowadzenie jednego genu do komórki roślinnej i utworzenie z niej całej rośliny.

Oczywiście w obu przypadkach otrzymamy rośliny modyfikowane genetycznie, choć termin GMO stosuje się zwykle jedynie wtedy, gdy mówimy o roślinach, którym dodatkowo gen wprowadzono metodami inżynierii genetycznej. Bez cienia wątpliwości w pierwszym przypadku minie wiele lat, zanim otrzyma się odmianę różniącą się od wyjściowej odmiany użytkowej pod względem jak najmniejszej liczby genów, oprócz warunkującego pożądaną cechę, a w drugim cel ten osiągniemy znacznie szybciej, a ponadto z reguły otrzymuje się organizm wyjściowy posiadający tylko jeden nowy gen.

Roślina GMO, tak jak każda inna, składa się z białek, cukrów, lipidów, DNA itd. Mój organizm, jedząc ją, nie rozróżni DNA z dodatkowym genem od DNA, który go nie zawiera. Ponadto pamiętajmy, że żadna żywność, nawet ta, która została opatrzona etykietką *zdrowa*, nie była i nie jest tak dokładnie badana, jak żywność genetycznie modyfikowana. Nikt nie robi np. testów toksykologicznych (na myszach czy szczurach) nowych odmian kukurydzy czy groszku otrzymanych metodami tradycyjnymi. Z kolei intensywnie testuje się odmiany uzyskiwane technikami inżynierii genetycznej. **Wbrew szeptanej propagandzie nie ma powtarzalnych prac naukowych wykazujących szkodliwość spożycia**

produktów wytwarzanych z GMO. Komisja Europejska wydała ostatnio kilkusetstronicową książkę o 10-letnich badaniach nad genetycznie modyfikowaną żywnością. W USA soja, kukurydza i papaja są uprawiane od kilkunastu lat, podobnie jak bawełna i goździk o interesującej fioletowej barwie, w innych regionach świata jest uprawiany ryż GMO. W Europie wolno uprawiać dwa GMO – jedną odmianę kukurydzy oporną na szkodniki i jeden rodzaj ziemniaka, który nie jest przeznaczony do konsumpcji i przetwarzania na produkty spożywcze, tylko na przemysłowe.

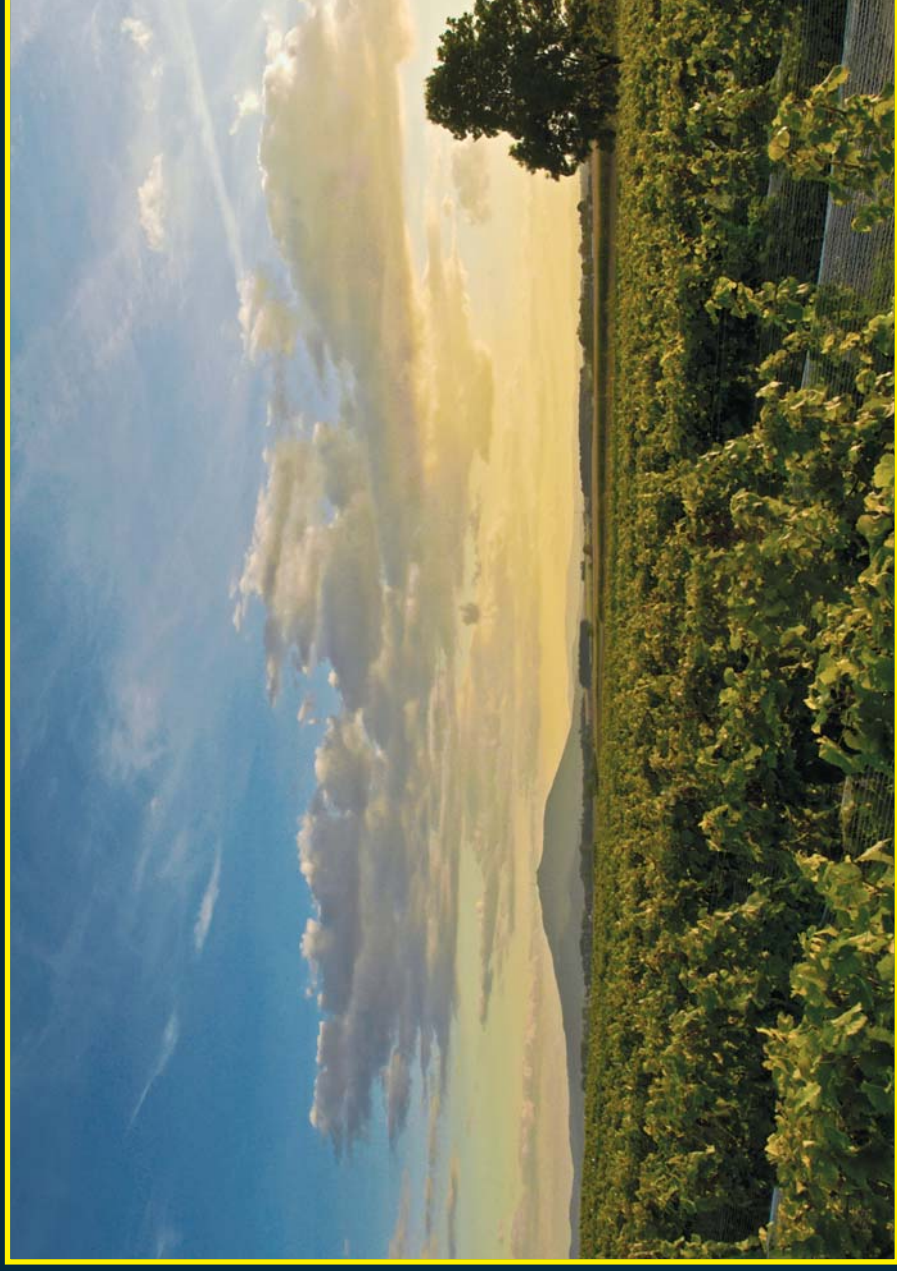
Jeżeli chodzi o obawy natury ekologicznej, że wysiane rośliny opanują swoje otoczenie, to brzmią one trochę rozsądniej, choć na rozwiązanie tego problemu są sposoby i to również genetyczne. Otrzymywane rośliny GMO mogą być bezpłodne (tzn. ich nasiona nie wykiełkują) i/lub mogą nie przenosić wprowadzonych genów w pyłku (jedynej zdolnej do przemieszczania się części rośliny). W przypadku roślin takich jak soja i kukurydza, które nie rosną u nas dziko, obawy o ich wpływ na przyrodę Polski są uzasadnione, podobnie jak tych samych gatunków roślin otrzymanych metodami klasycznymi.

W Polsce po uzyskaniu odpowiednich zezwoleń można pracować z GMO w laboratoriach – jest to tzw. użycie zamknięte. Wzrost czegokolwiek, co nie jest dopuszczone do uprawy komercyjnej, nie jest możliwe. Aby to robić w celach naukowych, wymagane są specjalne zezwolenia ministra środowiska, które, nawiasem mówiąc, bardzo trudno uzyskać. Czy są tego jakieś konsekwencje? Otóż tak, np. ten, który ma wprowadzone geny czyniące z tego produktu znakomity bakteriobójczy materiał na opatrunki, uzyskany przez prof. Jana Szopę z Wrocławia, i wysoko oceniony na całym świecie, czeka już dość długo na zezwolenie na eksperymenty polowe. W tym roku już raczej się ich nie doczeka.

prof. dr hab. **EWA BARTNIK**

Institut Genetyki i Biotechnologii, Wydział Biologii
Uniwersytet Warszawski i Institut Biochemii i Biofizyki PAN

Winnica – tu zaczyna się biotechnologia



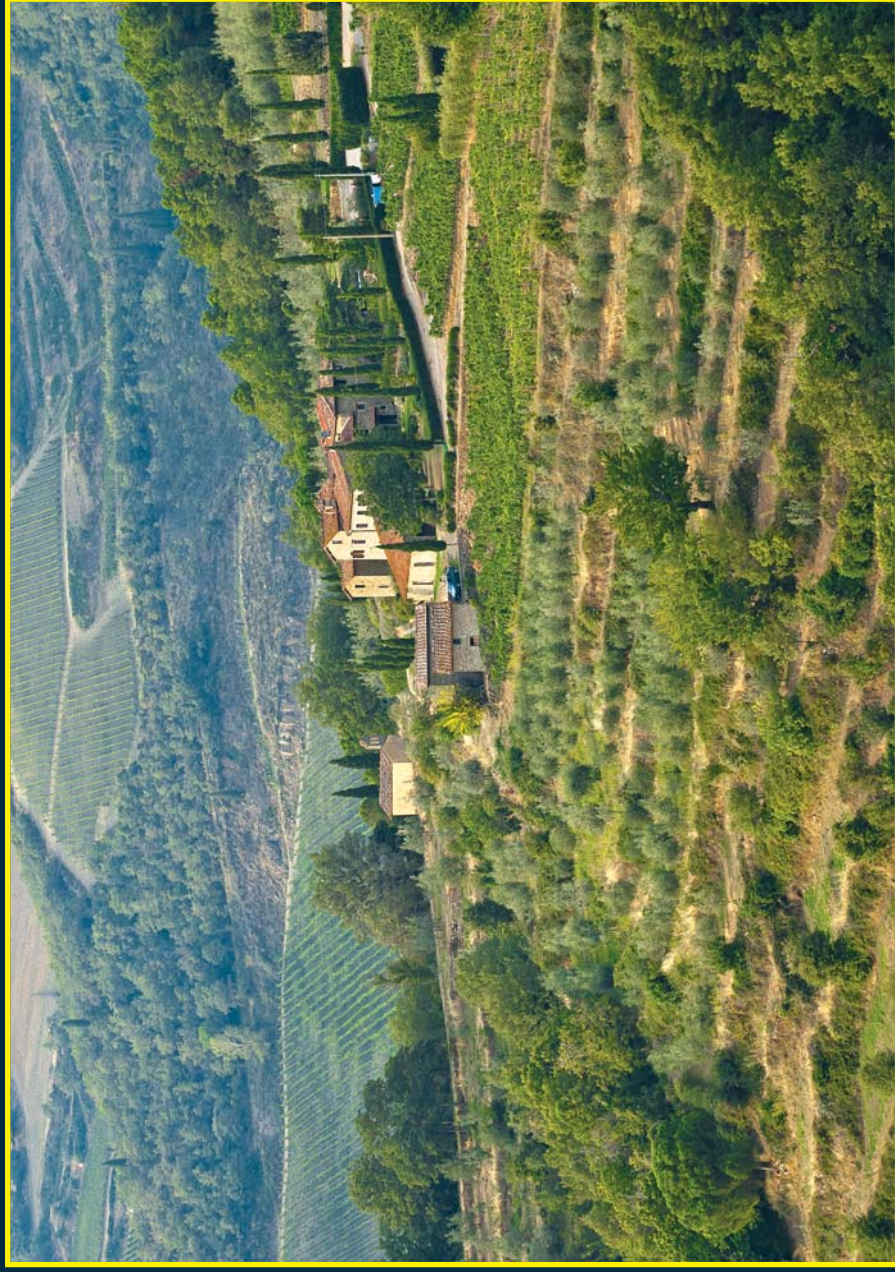
Fot. I. Polska
winnica Adonia.
Na horyzoncie
Góra Śnieża

Winnica – tu zaczyna się biotechnologia



Fot. II. Toskania
– burza nad winnicą

Winnica – tu zaczyna się biotechnologia



Fot. III. Toskania
– winnice i gaje
oliwne

Biotechnologia stara jak świat, czyli życie z GMO

Człowiek zmieniał świat od zawsze, czyli od momentu, gdy stał się człowiekiem. Nie jest pod tym względem wyjątkowy. Czyni tak wiele zwierząt, np. bobry, że nie wspomnę o procesach glebotwórczych, np. wywołanym przez mikroorganizmy wietrzeniu skał, czy sukcesji pierwotnej, która na terenie Polski zachodziła na gigantyczną skalę, gdy pod koniec ostatniego zlodowacenia cofały się lodowce. Człowiek jednak robi coś, czego inne organizmy nie robią, no przynajmniej nie na taką skalę. Od wieku stosuje biotechnologię, wykorzystując organizmy „naturalne”, a szczególnie te, które zmienił – modyfikowane genetycznie (GMO) – dostosowując je do swoich potrzeb. Czy ma znaczenie, że dopiero od niedawna robi to świadomie? Czy to, że nie przywykliśmy nazywać pieczenia chleba, słodkich bułeczek i ciast procesem biotechnologicznym, w którym stosujemy GMO, zmienia cokolwiek? Procesem biotechnologicznym jest również produkcja alkoholu, np. wina. Czy jednak jest to wystarczający powód, aby zrezygnować z kolacji przy świecach uświetnionej kieliszkiem barolo? Na to pytanie musicie odpowiedzieć sobie Państwo sami.

■ PIOTR BORSUK

Dwa słowa przypomnienia

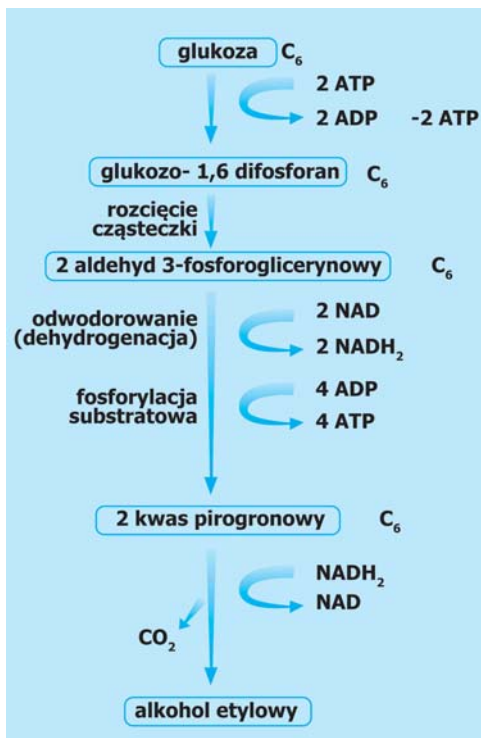
Od wieków wytwarzamy napoje alkoholowe. Najstarsi górale nie pamiętają, kiedy zaczęliśmy świadomie przekształcać np. sok winogronowy w napoje, które obecnie określamy wspólnym mianem wina. Oczywiście nie wszędzie rosła winorośl, a co za tym idzie – niektóre narody, chcąc np. trunkiem szlachetnym godnie przyjąć gości, musiały rozwinąć... techniki fermentacji, nie porzyskując na przetwarzaniu winogronowego moszczu. Przypuszczam, że produktem ubocznym eksperymentów biotechnologicznych naszych przodków, poza miodem pitnym, „winem” różnym czy dawniej popularnym jablem, były kiszzone ogórki, grzyby, kapusta, biały barszcz... Biotechnologia kwitła u nas od wieków, tylko o tym nie wie-

dzieliśmy i jeszcze dziś nie zawsze zdajemy sobie z tego sprawę. Biotechnologia zawsze jest związana ze stosowaniem organizmów, najczęściej mikroorganizmów lub wydzielonych z nich substancji, zwykle enzymów. Efektem ich aktywności mogą być produkty spożywcze, np. sery.

Proces biotechnologiczny to z jednej strony mikroorganizm świadomie lub nieświadomie zoptymalizowany do jego realizacji, z drugiej zaś – potrzebne do jego realizacji przepisy i urzędnicy. Aby otrzymać doskonały produkt, np. bardzo smaczne drożdżówki, trzeba zastosować zarówno odpowiednią technologię, tę zwykle powielamy, posługując się np. przepisami z książki kucharskiej, lub (rzadziej) opracowujemy ją sami, jak i odpowiednią

aparaturę, np. piekarnik. Jedno i drugie czynimy świadomie, zwykle dopasowując przepis do warunków, w jakich jest on stosowany. W procesie biotechnologicznym niezwykle ważny, a śmiem twierdzić, że najważniejszy, jest czynnik „bio”, np. drożdże, bakterie mlekowe. Zwykle właśnie on decyduje o przebiegu procesu, np. fermentacji alkoholowej. Wiedzano o tym prawie od zawsze, choć do chwili odkrycia mikroorganizmów przez Pasteura wiedza ta miała raczej charakter intuicyjny.

Świadome operowanie kulturami mikroorganizmów ma stosunkowo krótką historię, a tak naprawdę to nawet dziś nie do końca zdajemy sobie sprawę z tego, co dzieje się w kadzi, w której bulgocze zacier. Zapewne zakrzykniecie Państwo: „Jak to? Przecież wszyscy wiedzą, że drożdże prowadzą fermentację alkoholową, przekształcając cukier w alkohol etylowy w procesie, który schematycznie przedstawiono na Rys. 1”.



Rys. 1.

To prawda, ale już na poniższe pytania odpowiedź nie będzie taka prosta.

- Jakie drożdże uczestniczą w fermentacji alkoholowej?
- Czy w fermentacji alkoholowej bierze udział tylko jeden rodzaj drożdży?
- Jak na drożdże wpływają warunki środowiskowe zmieniające się w czasie procesu?
- Czy w czasie fermentacji alkoholowej powstają GMO?
- Czy wielkoskalowa produkcja etanolu stanowi zagrożenie dla środowiska naturalnego?

Jakie drożdże uczestniczą w fermentacji alkoholowej?

Zwykle na to pytanie pada szybka odpowiedź: *Saccharomyces cerevisiae*. Czasem miłośnik piwa dodaje *S. carlsbergensis*, a wielbiciel wina *S. bayanus*. Niewiele osób wie o istnieniu wytwarzających etanol drożdży *S. pastorianus*, a o tym, że drożdżaki z rodzaju *Candida* to nie tylko uciążliwe mikroorganizmy powodujące grzybicę, ale również producenci etanolu, nie wie prawie nikt.

Czy w fermentacji alkoholowej uczestniczy tylko jeden rodzaj drożdży?

Zapewne idealnie by było, gdyby proces fermentacji alkoholowej od początku do końca był prowadzony przez jeden szczep drożdży, odpowiedni dla pożądanego produktu końcowego. Jednak z różnych powodów tak nie jest. O najstarszym procesie biotechnologicznym, jakim jest wytwarzanie wina, napisano bardzo wiele, dlatego skupiamy się na przemysłowej produkcji etanolu. Oczywiście ogólna zasada jednego i drugiego procesu jest podobna, ale z uwagi na pożądaną końcówkę różnią się one dramatycznie. Fermentacja, której produktem jest wino, to proces długotrwały, delikatny, rodzaj sztuki z końcowym akordem w postaci szlachetnego trunku, który – powiedzmy sobie otwarcie – bywa bardzo, bardzo różny. Przyczyny tego znamy prawie od momentu, gdy po raz pierwszy wytworzono wino. Była to jednak wiedza intuicyjna, mówiąca o tym, gdzie

zakładać winnice, kiedy zbierać winogrona i jak z nimi postępować, aby końcowy produkt fermentacji nadawał się do konsumpcji. Zdawano sobie sprawę, że jego jakość będzie zależała od tego, z jakiej winorośli pochodzą grona, ale również od warunków, w jakich rosły ich krzewy (gleba, warunki atmosferyczne, lokalizacja uprawy).

Przez wieki selekcjonowano odmiany winorośli, uczono się ich uprawy oraz wifikacji winogronowego moszczu, czyli wytwarzania wina. Jednak dopiero w drugiej połowie XIX w., dzięki badaniom Pasteura, zrozumieliśmy, że wino powstaje w wyniku beztlenowego rozkładu cukrów zależnego od mikroorganizmów. Dalsze badania wykazały, że mikrobami wytwarzającymi etanol są jednokomórkowe grzyby – drożdże. Niestety nie zawsze po zakończeniu fermentacji w beczce znajdowano napój, który nadawał się do picia. Często katastrofa biotechnologiczna była związana z zakażeniem fermentującego moszczu przez inne grzyby, np. *Dakera bruxellensis*, *Candida tropicalis*, *Pichia galeiformis*, *S. pombe* czy *C. krusei* lub bakterie z rodzaju *Lactobacillus*.

Zwykle winiarze starają się uniknąć zakażeń niepożądanymi mikroorganizmami, przygotowując tzw. matkę drożdżową. Proces ten polega na namnożeniu drożdży w warunkach uniemożliwiających ich zakażenie niepożądanymi, tzw. dzikimi drożdżami i/lub innymi mikrobami niekorzystnymi dla fermentacji alkoholowej.

Dodanie do moszczu matki drożdżowej zazwyczaj powoduje zdominowanie hodowli przez szlachetne drożdże, a w konsekwencji pożądaną przebieg procesu biotechnologicznego. Czy jednak matka drożdżowa zawiera jeden rodzaj drożdży? Zwykle nie, ponieważ drożdże użyte do jej przygotowania pochodzą zazwyczaj z poprzednich, udanych fermentacji, a te, jak się Państwo za chwilę przekonacie, są dla drożdży drogą przez mękę. Jednym słowem – matka drożdżowa zawiera grzyby po przejściach, i to bardzo, bardzo traumatycznych.



Fot. 1. Nawet w małej winnicy fermentuje się setki tysięcy litrów soku winogronowego

Jak na drożdże wpływają warunki środowiskowe zmieniające się w czasie procesu? Czyli co w kadzi piszczy

Fermentacja alkoholowa kojarzy się zwykle z gąsiorkiem, w którym bulgocze moszcz owocowy. Rzadziej dostrzegamy, że to nie tylko produkcja napojów alkoholowych, ale przede wszystkim wytwarzanie... biopaliwa. Co prawda praktycznie nie dotyczy to Polski, lecz nie oznacza, że nie ma znaczenia ekonomicznego. Ma i to ogromne, ale zaczniemy od początku.

Do fermentacji alkoholowej wcześniej czy później potrzebna jest glukoza. Niestety w przyrodzie występuje ona stosunkowo rzadko. Dlatego do fermentacji prowadzonej na skalę przemysłową stosuje się materiał roślinny, np. zboża, ziemniaki, buraki cukrowe, kukurydzę i trzcinę cukrową zawierające glukozę w postaci homo- lub heteropolimerów. W uproszczeniu można powiedzieć, że im więcej glukozy lub jej polimerów (które mogą być przekształcone w glukozę) zawiera tkanka roślinna, tym jest cenniejsza dla procesu biotechnologicznego. Oczywiście pod tym względem rośliny C4 mają zdecydowaną przewagę nad C3 (dotyczy to obszarów tropikalnych i subtropikalnych), ale i wśród nich trzcina cukrowa jest rośliną szczególną. Szacuje się, że w ciągu roku z hektara uprawy zbiera się aż 80–120 ton trzciny cukrowej, z której można wytworzyć 8000 litrów etanolu(!), a z kukurydzy ponad 2,5 razy mniej (3000 litrów). Co ciekawe, dzięki występowaniu w ryzosferze

trzciny cukrowej (przestrzeni zajmowanej w glebie przez system korzeniowy roślin) bakterii wiążących azot, np. z rodzaju *Herbaspirillum*, *Azospirillum*, *Gluconobacter* czy *Acetobacter*, roślina ta może obyć się bez drogiego nawożenia azotowego (szacuje się, że na bardzo ubogich glebach bakterie te dostarczają ponad 60% związków azotowych potrzebnych roślinie do wzrostu).

Zapewne dlatego trzcina cukrowa stała się jedną z najważniejszych upraw w Brazylii. Jeśli dodamy, że koszt wyprodukowania jednego litra etanolu z tej rośliny jest ponad dwa razy niższy niż z buraków cukrowych i wynosi ok. 70 groszy (!), stanie się jasne, że może on stanowić cenne biopaliwo, zarówno sam, jak i w postaci wszelkich mieszanek z benzyną. Jednak aby tak się stało, konieczne jest prowadzenie fermentacji alkoholowej, np. soku z trzciny cukrowej, na ogromną skalę, i to tak, aby maksymalnie dużo biomasy zostało przekształcone w etanol. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu procesu Melle-Boinota.

W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że polega on na odzyskiwaniu drożdży, zwykle przez wirowanie, po zakończeniu fermentacji i ponownym ich użyciu w kolejnej fermentacji alkoholowej. Zwykle w czasie wirowania traci się 5–10% drożdży, dlatego do fermentora dodaje się dodatkowo nieco drożdży wyselekcjonowanego szczepu, o których wiadomo, że mogą bardzo intensywnie prowadzić fermentację. Żeby nieco pobudzić Państwa wyobraźnię, podam kilka szczegółów technologicznych.

Zwykle fermentacja alkoholowa jest prowadzona w zbiornikach o pojemności do 3000 m³ (objętości basenu o wymiarach 50 na 20 metrów i głębokości 3 metrów). Do takiego zbiornika trafia mieszanina melasy i soku z trzciny cukrowej, do której dodaje się ponad 10 ton drożdży piekarniczych i 300 kilogramów suchych drożdży wyselekcjonowanego szczepu. W takich warunkach w czasie fermentacji drożdże jedynie nieznacznie zwiększają swoją masę, nieustannie przekształcając cukier w etanol. Proces trwa od 6 do 10 godzin. Po tym czasie w zbiorniku fermentacyjnym znajduje się roztwór zawiera-

jący maksymalnie 12% etanolu. Jak już wspominałem, po zakończeniu fermentacji drożdże są zbierane, przez wirowanie. Jednak żeby mogły być użyte w kolejnym procesie, muszą zostać poddane działaniu rozcieńczonego kwasu siarkowego (pH~2) przez 2 godziny. Drożdże stosowane w fermentacji alkoholowej przeżywają taki proces, o czym doskonale wiedzą również winiarze, natomiast bakterie, które często zakażają mieszaninę fermentacyjną, giną. Przynajmniej większość z nich. W ciągu roku gigantyczny fermentor może być napełniony nawet 500 razy! Jeśli przyjmniemy, że za każdym cyklem w czasie napełniania zbiornika i wirowania (większość strat wynika z nieszczelności instalacji i ze sposobu odwirowywania drożdży) traci się jedynie 1% (ok. 100 kilogramów) drożdży, to w ciągu roku straty wynoszą $0,1 \times 500 = 50$ ton (!).

Łatwo można sobie wyobrazić, jak wiele drożdży powstających w czasie fermentacji trafia do środowiska naturalnego. Specjalnie użyłem słowa *powstających*, aby podkreślić, że w czasie wielkoskalowej produkcji etanolu powstają drożdże, które nigdy wcześniej w przyrodzie nie występowały. Drożdże, które w stosunku do swoich protoplastów są znacząco zmienione genetycznie. Ot takie naturalne GMO. Dlaczego tak się dzieje? Otóż w czasie procesu drożdże są poddawane działaniu różnych czynników stresowych i muszą się przed nimi jakoś bronić. Jednym ze sposobów obrony jest przekształcenie się w organizmy, dla których wysokie ciśnienie osmotyczne, wysokie stężenie etanolu (pod koniec fermentacji), niskie pH (traktowanie roztworem kwasu siarkowego) i wysoka temperatura (w czasie fermentacji wydziela się ogromna ilość ciepła, w wyniku czego w fermentorze może być do 40°C) nie stanowią poważnego zagrożenia.

□ Stres osmotyczny

Wydawać by się mogło, że w czasie fermentacji największym zagrożeniem osmotycznym dla drożdży jest cukier. W rzeczywistości jest tak jedynie w przypadku fermentacji alkoholowej prowadzonej tradycyjnym sposobem, na początku której

stężenie cukrów redukujących w pożywce wynosi nawet 20%. Obecnie w czasie przemysłowej fermentacji alkoholowej cukry, w postaci zawierającego je moszczu, są dodawane do fermentora wraz z ich zużyciem przez drożdże. W konsekwencji stężenie cukru w czasie procesu z reguły nie przekracza 2%, a tym samym można pominąć jego wpływ na drożdże. Znacznie bardziej inwazyjne są sole obecne w soku i melasie. W szczególności potas, którego stężenie może przekraczać 4 g/L. Tak wysokie stężenie potasu wywołuje u fermentujących drożdży reakcję na stres osmotyczny, czego przejawem jest m.in. wytwarzanie przez nie glicerolu.

□ Stres wywołany wysokim stężeniem etanolu

Z pozoru wydawałoby się, że ponad 10-procentowe stężenie etanolu w roztworze, w którym pod koniec procesu technologicznego znajdują się drożdże, to stężenie, które dla komórki grzyba jest niebezpieczne. Jednak tak nie jest, ponieważ stosowane w przemyśle szczepy drożdży przeżywają w roztworze, w którym etanolu jest dwa razy więcej. W literaturze opisano procesy fermentacji alkoholowej, w których produkt końcowy zawierał 23% etanolu. Jednak w tych skrajnych warunkach drożdże giną lub przestają być użyteczne dla kolejnych przemysłowych fermentacji alkoholowych. Przemysłowy proces fermentacji alkoholowej jest przerywany przed jego zakończeniem, tak aby poza etanolem uzyskać drożdże przydatne do kolejnych fermentacji.

Nie zmienia to faktu, że etanol nie jest obojętny dla komórki *S. cerevisiae*. Wiadomo, że zdolność do życia w środowisku zawierającym etanol jest warunkowana u nich przez ponad 250 genów, wśród których znajdują się geny kodujące białka uczestniczące w: gospodarce energetycznej komórki, syntezie lipidów, w szczególności błonowych, równowadze jonowej komórki i syntezie trehalozy. Jednym słowem – nie każdy grzyb, zwłaszcza jednokomórkowy, i nie każda bakteria poradzą sobie z etanolem. Muszą mieć stosowne geny!



Fot. 2 | Poprodukcyjne odpady zwykle trafiają na pole, zasilając krzewy winogron w sole mineralne i substancje organiczne

Na ciśnieniu osmotycznym i etanolu lista czynników wpływających negatywnie na drożdże prowadzące przemysłową fermentację alkoholową się nie kończy. Są jeszcze: temperatura, która w czasie intensywnej fermentacji może osiągać 40°C, toksyczne jony, w szczególności Al^{3+} , które mogą być uwalniane np. z kadzi fermentacyjnych, czy niskie pH. Wszystko to powoduje, że w czasie procesu biotechnologicznego skład populacji drożdży się zmienia. Dochodzi nie tylko do zakażeń, ale również do wymiany genów między różnymi gatunkami drożdży. Można powiedzieć, że horyzontalny transfer genów szaleje, czego efektem są takie superszczepy, jak PE1, PE-2 czy CAT-1. Bez cienia wątpliwości w takich krajach, jak Brazylia, gdzie w ciągu roku produkuje się 30 miliardów litrów etanolu (mniej więcej 30 razy więcej niż roczne wydobycie ropy naftowej w Polsce), masowo wydostają się one na „wolność”. Bez cienia wątpliwości są to szczepy dramatycznie zmienione pod względem genetycznym. Takie spontaniczne, powstałe w wyniku działalności człowieka, super GMO.

Czy świadomość tego cokolwiek zmienia? Myślę, że nikt rozsądny nie zakrzyknie, aby zamykać gorzelnie, bo w nich powstają GMO, a że powstają i to nie tylko tam, przekonacie się Państwo w kolejnym numerze „Biologii w Szkole”.

dr PIOTR BORSUK

Instytut Genetyki i Biotechnologii, Wydział Biologii UW

Jak na biologii uczyć rozpoznawania organizmów?

Niedawno w „Biologii w Szkole” był interesujący artykuł pt. *Z notatnika egzaminatora, czyli jak finaliści XL Olimpiady Biologicznej rozpoznają krajowe rośliny i zwierzęta*¹. Warto przeczytać, bo wskazuje, jak ważna jest w biologii znajomość organizmów żywych i umiejętność ich rozpoznawania. Biologia to przecież przede wszystkim znajomość i rozumienie bioróżnorodności. Dlaczego i jak uczyć rozpoznawania organizmów?

■ JULIAN PIOTR SAWIŃSKI

Dlaczego młodzi biolodzy nie umieją rozpoznawać pospolitych gatunków?

Obserwowanie i rozpoznawanie organizmów jest dla wielu źródłem satysfakcji i radości. Jest umiejętnością wymagającą dokładnego, trafnego obserwowania, znajomości cech taksonomicznych i podstaw systemu klasyfikacji organizmów. W biologii jest umiejętnością bardzo ważną, wręcz bazową (konieczną), o zasadniczym znaczeniu w orientowaniu się w bioróżnorodności. Wobec tego proponuję rozmyślenia o modernizacji i naprawie biologicznej edukacji szkolnej rozpocząć od ustalenia tego, co jest naprawdę ważne w uczeniu się biologii w XXI wieku. Co jest w niej najważniejsze? Dlaczego i jak uczyć rozpoznawania organizmów?

W ww. tekście dr. Piotra Borsuka, który, jak sam autor wskazuje, nie powstał dla zabawy czy ku ucieście czytelników, lecz aby choć przez chwilę zastanowić się nad tym, **o co tak naprawdę chodzi w nauczaniu biologii w polskich szkołach**, są przykłady tego, jak finaliści XL Olimpiady Biologicznej 2011 rozpoznawali rośliny i zwierzęta. Żartobliwa jest uwaga, że można mieć cichą nadzieję, że przynajmniej w niektórych

przypadkach podane odpowiedzi nie wynikały z braku podstawowych biologicznych umiejętności i niewiedzy uczestników, lecz z chęci rozbawienia komisji egzaminacyjnej.

Jakich pospolitych organizmów nie rozpoznają uczniowie liceum?

Niestety, nikt z uczestników – finalistów OB – nie rozpoznał na przezroczu płucnicy islandzkiej (*Cetraria islandica*) – grzyba do niedawna zwanego porostem, którego dość często przywołuje się w opisach różnych środowisk przyrodniczych. Zadanie rozpoznania tego grzyba przerosło możliwości wszystkich uczestników konkursu. Być może niektórzy nauczyciele biologii liceum ogólnokształcącego uznają, że umiejętność rozpoznawania tak szczególnego grzyba nie jest potrzebna współczesnemu biologowi. Być może, ale faktycznie ciekawe jest, ilu uczniów rozpoznaje najpowszechniej występujące w Polsce kapeluszowe grzyby jadalne i trujące.

Okazuje się, że uczniowie nie znają pospolitych roślin, grzybów i zwierząt oraz nie potrafią rozpoznawać chronionych okazów organizmów. Dowodem na to – zdaniem ww. autora – że uczniowie nie potrafią roz-

¹ P. Borsuk, *Z notatnika egzaminatora, czyli jak finaliści XL Olimpiady Biologicznej rozpoznają krajowe rośliny i zwierzęta*, „Biologia w Szkole” 2011, nr 3, s. 52–53.

poznawać nawet najpospolitszych gatunków zwierząt, jest przypadek okonia europejskiego (*Perca fluviatilis*), ryby z rodziny okoniowatych, a więc typowej dla tej rodziny i powszechnie spotykanej w naszych wodach. Rybę rozpoznała tylko połowa uczniów, a wśród błędnych odpowiedzi dwie dotyczyły innych ryb, jak ukleja i brzana. Dane te sugerują, że uczniowie liceum ogólnokształcącego w ogóle nie wiedzą, jak wyglądają ryby występujące w naszych rzekach i jeziorach.

Kolejnym popularnym w Polsce organizmem, który prezentowano na przeczycu finałistom OB 2011, była mysz polna (*Apodemus agrarius*) – niewielki gryzoń należący do rodziny myszowatych. Rozpoznała ją tylko 5 z 22 uczniów uczestniczących w egzaminie. Jeden z nich rozpoznał myszkę jako... chomika dzungarskiego. Zapewne zmyliła go charakterystyczna czarna pręga na grzbiecie zwierzęcia, ale prawdę mówiąc, chomika dzungarskiego trudno uznać za gatunek krajowy. Uczniowie ci mieli także spore trudności z rozpoznaniem takich okazów, jak: opieńka miodowa, dereń jadalny, bielun dziedzierzawa.

Jak uczyć rozpoznawania pospolitych gatunków organizmów?

Uczenie na biologii obserwowania różnych biologicznych procesów, zjawisk i organizmów z różnych grup systematycznych i omawianych środowisk oraz ich rozpoznawanie w terenie i klasie uznawałem w swej szkolnej praktyce za priorytet biologicznego kształcenia, niezależnie od poziomu biologicznej edukacji. Obserwowałem, że znajomość różnych organizmów żywych i zdolność ich rozpoznawania jest dla wielu uczniów powodem do satysfakcji, uśmiechu i zadowolenia z siebie.

Rozpoznawanie okazów jest umiejętnością wymagającą. Domaga się przede wszystkim:

- 1) dokładnego, często powtarzanego i trafnego obserwowania, czyli świadomego, celowego spostrzegania cech;

- 2) znajomości podstawowych cech taksonomicznych i charakterystyk podstawowych taksonów;
- 3) rozumienia podstaw systemu klasyfikacji biologicznej organizmów;
- 4) wykonania wielu różnorodnych ćwiczeń laboratoryjnych i terenowych.

Rozpoznawanie organizmów w uczeniu się biologii było kiedyś, i jest teraz również, kluczową umiejętnością biologa. Wszyscy badacze zjawisk życia właściwie (biologicznie) nazywają swoje obiekty badawcze, klasyfikują je oraz w opisie swych osiągnięć wykorzystują reguły taksonomii jako teorii i praktyki klasyfikowania organizmów. Jest to umiejętność szczególnie ważna dla biologów i obserwatorów przyrody. Ma bazy (fundamentalny) charakter o zasadniczym znaczeniu w dalszym uczeniu się biologicznych (przyrodniczych) treści.

Prawie 20 lat temu dla nauczycieli biologii opracowano broszurę pt. *Umiejętność rozpoznawania i oznaczania organizmów w szkole podstawowej*². Zawiera ona wiele istotnych zagadnień dotyczących kształcenia umiejętności rozpoznawania organizmów w szkole podstawowej. Może warto by uaktualnić i wznowić tę pracę, skoro z rozpoznawaniem organizmów jest w szkole źle? W jej treści znalazły się następujące problemy (oto tytuły rozdziałów):

- I – Pojęcie i struktura umiejętności biologicznej
- II – Kształcenie umiejętności biologicznych
- III – Znaczenie poznawania różnorodności organizmów żywych
- IV – Umiejętność rozpoznawania organizmów
- V – Oznaczanie roślin i zwierząt

Jakie znaczenie ma dziś nauczanie systematyki biologicznej?

Celem zasadniczym edukacji biologicznej było i jest zapoznanie uczniów z różnorodno-

² J. P. Sawiński, *Umiejętność rozpoznawania i oznaczania organizmów w szkole podstawowej*, Koszalin, Wydaw. WOM 1992.

ścią organizmów żywych najbliższego środowiska, własnego regionu i kraju oraz na Ziemi. Liczebność gatunków i osobników stale się zmienia, zarówno przez odkrywanie nowych odmian i gatunków, jak i poprzez ich wymieranie. Orientowanie się w tej ogromnej różnorodności organizmów biologicznych jest zadaniem trudnym i przekraczającym możliwości jednego człowieka. Podstawą tej ogromnej różnorodności jest zjawisko zmienności świata organicznego, które ma charakter powszechny i jest związane ze sposobem dziedziczenia materiału genetycznego – DNA, oraz z faktem, że życie jest zawsze związane z określonym osobnikiem, a poszczególne organizmy (także jednokomórkowe) występują w postaci „indywiduów”.

Może warto przypomnieć, że termin bioróżnorodności określają wszelkie cechy organizmów żywych: ich kształtu, wielkości, wyglądu, barwy, budowy anatomicznej, przystosowań do środowiska ich życia, długości życia, fizjologii, embriologii, zachowania się, pochodzenia, składu genetycznego jąder komórkowych oraz wielu innych cech. Różnorodność w tym znaczeniu jest więc zasadniczą cechą żywej materii oraz żywych organizmów na Ziemi, którą właśnie zajmuje się nauka zwana systematyką biologiczną.

Interesująco o różnych sprawach współczesnej systematyki biologicznej pisał C. A. Stace³ w książce pt. *Taksonomia roślin i biosystematyka*. Warto ją poznać i wykorzystać w praktyce. Zawiera wiele interesujących zagadnień systematycznych.

Czym zajmuje się współczesna systematyka biologiczna?

Współczesna systematyka biologiczna jest pojmowana jako nauka o różnorodności życia we wszystkich jego przejawach, różnorodności organizmów i ich wzajemnych stosunkach⁴ albo jako „naukowe badanie różnorodności organizmów żywych oraz wszelkich zależno-

ści i związków między nimi”⁵. Jest ona bardzo obszerną dziedziną nauk biologicznych, zajmuje się poznawaniem i wyjaśnianiem różnorodności organizmów żywych, procesem ich różnicowania, ewolucją, podobieństwem i pokrewieństwem między nimi.

Systematyka jest nauką odmienną od większości pozostałych dyscyplin biologicznych. Jej **geneza tkwi w starożytności**, kiedy to poszukiwano naturalnego ładu na Ziemi i we Wszechświecie, starając się odkryć prawdziwą „naturę” rzeczy oraz klasyfikować przedmioty i żywe organizmy. Te jej główne zadania nie straciły na aktualności, ale zasadniczo zmieniły się metody i techniki badawcze oraz zakres jej zainteresowań naukowych.

Obecnie systematyka biologiczna **przeżywa swój renesans**, badając za pomocą współczesnych metod, technik i narzędzi badawczych różnorodność żywej przyrody oraz wszelkie zależności między jej składnikami. Świadczy o tym wiele faktów, a przede wszystkim duża liczba publikacji naukowych z zakresu systematyki różnych grup organizmów. Wskazuje się w nich, że systematyka jest nauką żywą, współczesną i ważną dla biologii jako całości oraz dla każdego badacza organizmów żywych.

We współczesnej systematyce wyróżnia się trzy główne działy: taksonomię, klasyfikację i nomenklaturę biologiczną (nazewnictwo).

- 1) **Taksonomia** – teoria i praktyka klasyfikowania organizmów żywych.
- 2) **Klasyfikacja** – dzielenie organizmów na grupy (taksony) na podstawie ich podobieństwa i pokrewieństwa, w tym klasyfikacja jako klasyfikowanie, czyli czynności badacza taksonoma – systematyka; oraz klasyfikacja jako opracowanie systemu klasyfikacji organizmów żywych (system sztuczny, naturalny, syntetyczny).
- 3) **Nomenklatura** (nazewnictwo biologiczne) – nadawanie i stosowanie nazw wyróżniających dla każdej wyróżnionej grupy.

³ C. A. Stace, *Taksonomia roślin i biosystematyka*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 1993.

⁴ A. Batko, *O systematyce biologicznej*, „Biologia w Szkole” 1983, nr 2, s. 67–78.

⁵ E. Mayr, *Podstawy systematyki zwierząt*, Warszawa, PWN 1974.

Podstawowym działem systematyki biologicznej jest taksonomia, a najczęściej wykorzystywanym przez różnych biologów – klasyfikacja biologiczna. Biologiczna nomenklatura (nazewnictwo) zaś jest potrzebna każdemu. Przecież nie da się poprawnie opisać okazu, scharakteryzować wybranego taksonu, wyjaśnić procesu biologicznego czy zjawiska bez zastosowania właściwej (naukowej) terminologii. Wymaganie od ucznia, aby opisał lub scharakteryzował biologiczny temat własnymi słowami jest bezsensu, a może i paranoją.

Dlaczego uczenie się systematyki biologicznej jest ważne?

O wielkiej roli systematyki biologicznej, podstaw taksonomii, klasyfikacji i nomenklatury biologicznej oraz nauczania tych treści kształcenia przekonywał prawie ćwierć wieku temu m.in. doc. dr Sylwester Frejłak⁶ w artykule pt. *Problematyka taksonomiczna w programach szkolnych*, który był prezentowany na 1 Ogólnopolskim Sympozjum Dydaktyki Biologii, które odbyło się we Wrocławiu pod hasłem: *Problemy taksonomii biologicznej w praktyce szkolnej*. Autor przekonywał, że nauczanie systematyki (taksonomii) jest niezbędne na każdym etapie przyrodniczej edukacji w celu poznania jej najogólniejszych założeń oraz zrozumienia jej celów. Twierdził, że powinno zajmować w programach kształcenia znaczącą pozycję.

Zdaniem ww. każdy człowiek, niezależnie od poziomu wykształcenia, powinien (autor napisał – „musi”) znać podstawy systematyki (taksonomii), a brak wiedzy w tym zakresie lub dyletanckie wyrażanie się o priorytecie innych dyscyplin naukowych, w dziedzinie których obserwuje się szczególne osiągnięcia, **przypomina pomysł budowy domu**, w którym nie skonstruowano trwałych fundamentów. Jest w tym wiele prawdy.

Autor napisał m.in., że uczniowie zdający egzamin z biologii do klas o profilu biologiczno-chemicznym w LO wykazują znakomitą znajomość chemizmu fotosyntezy, cyklu Krebsa, syntezy białek, teorii operonu i innych zagadnień biologicznych, natomiast **nie umieją odróżnić żyta od pszenicy**, nie mówiąc o najbardziej pospolitych krzewach i drzewach ozdobnych, rosnących w ich najbliższym otoczeniu, roślinach i zwierzętach chronionych, rzadziej uprawianych warzywach i drzewach owocowych, stawonogach, rybach lub ptakach.

Czyż uwag i spostrzeżeń ww. autora, wyrażonych 24 lata temu o braku znajomości pospolitych organizmów przez uczniów LO i braku umiejętności rozpoznawania pospolitych roślin i zwierząt, nie można by przenieść na dzisiejsze paradoksy szkoły i „dziwne”, niezrozumiałe akcenty obecnej biologicznej edukacji licealnej? Czy faktycznie nic nie zmieniło się w tym zakresie na przestrzeni ostatniej ćwierci wieku w nauczaniu biologii?

Jakie znaczenie dla ucznia ma uczenie się systematyki biologicznej?

O ogromnym znaczeniu uczenia się biologicznej systematyki (taksonomii) w kształceniu pisało już wielu. Kiedyś spora też część nauczycieli i dydaktyków biologii wskazywała i pisała o sposobach wykorzystywania terenu zieleni wokół szkoły w nauczaniu biologii. Przykładem jest artykuł pt. *Wykorzystanie warunków lokalnych środowisk w procesie nauczania biologii*⁷, upowszechniony w „Biologii w Szkole”.

Ostatnio jest to temat raczej przemilczany, odstawiony na margines programowych treści biologicznego kształcenia. Teraz znacznie częściej nauczyciele biologii zastanawiają się, jak wykorzystywać nowoczesne technologie informacyjno-komunikacyjne

⁶ S. Frejłak, *Problematyka taksonomiczna w programach szkolnych*, [w:] *1 Ogólnopolskie Sympozjum Dydaktyki Biologii. Problemy taksonomii biologicznej w praktyce szkolnej*, pod red. W. Uczkiewicz-Cynkar, Wrocław, Wydaw. IKN-ODN 1987.

⁷ T. Walicka, *Wykorzystanie warunków lokalnych środowisk w procesie nauczania biologii*, „Biologia w Szkole” 1979, nr 1.

w nauczaniu treści przedmiotu, zapominając, że w nauczaniu biologii najważniejsze są zajęcia terenowe i żywy, bezpośredni kontakt z przyrodą. Bo dla wielu ważne są dziś: *Nowoczesne technologie w edukacji biologicznej* oraz zasadnicze pytanie: *Jak ciekawiej organizować uczenie się biologii?*⁸. Odpowiedzi na te pytania były upowszechnione niedawno w „Biologii w Szkole”.

Wielu dydaktyków biologii podkreśla ważność poznawczej funkcji i zadań biologicznej systematyki (taksonomii), która wynika przede wszystkim z jej natury rzeczy oraz z orientującego znaczenia dla każdego biologa. Zadania edukacyjne nauczania podstaw systematyki biologicznej (nazwane jeszcze wówczas zadaniami dydaktyczno-wychowawczymi) S. Frejłak (1987) przedstawił następująco:

1. Poznanie systemu klasyfikacji na przykładzie wybranych grup organizmów i ich typowych reprezentantów prowadzi do poznania otaczającego świata przyrody.
2. Poznanie otaczającego świata przyrody umożliwia zrozumienie zjawisk biologicznych oraz istotnych praw przyrodniczych, a w tym chodzi o zrozumienie, że:
 - a) świat żywych organizmów jest uporządkowany logicznie i współzależnie;
 - b) w świecie przyrody obowiązuje konsekwentnie dialektyczna zasada przyczynowości zjawisk i faktów;
 - c) uwarunkowanie przyczynowo-skutkowe tłumaczy różnorodność form, zjawisk i ewolucje.
3. Nauczanie systematyki (taksonomii) prowadzi (w oparciu o konkretne przykłady) do zrozumienia teorii zbiorów i podzbiorów (tak aktualnie preferowanej w naukach ścisłych).
4. Znajomość systematyki i zasad taksonomicznych ułatwia rozumienie pojęć abstrakcyjnych (np. analizy, syntezy), gdyż ich poznawanie nawet na tak niskim

stopniu kształcenia, jak nauka oznaczania roślin i zwierząt umożliwia precyzyjne określanie cech łączących organizmy lub wykluczających przynależność systematyczną.

5. Wiedza z zakresu systematyki (taksonomii) prowadzi do korelacji międzyprzedmiotowej, o czym mogą świadczyć ww. argumenty istotne na każdym poziomie kształcenia i w badaniach naukowych. Systematyka (taksonomia) korzysta z wyników uzyskanych przez specjalistów nauk morfologiczno-anatomicznych, genetyków, ekologów i biogeografów, a wymienione dyscypliny i pozostałe opierają się na osiągnięciach systematyki (taksonomii). Zachodzi tu kompleks cybernetycznych zależności określanych jako sprzężenie zwrotne.
6. Systematyka (taksonomia) dzięki obszernemu zakresowi zainteresowań oraz stosowanym metodom badawczym prowadzi do obiektywnego poznawania i pojmowania świata żywych organizmów, ma więc niewątpliwie wpływ na kształtowanie świadomości uczniów i naukowego poglądu na świat.

Komu jest potrzebny biologiczny ogród i pas zieleni wokół szkoły?

Pierwszy mój nauczycielski, samodzielny artykuł, z którego jako nauczyciel biologii szkoły podstawowej byłem niezwykle dumny, opublikowany ponad ćwierć wieku temu w „Biologii w Szkole” pt. *Pas zieleni wokół szkoły*⁹, dotyczył urządzania i wykorzystywania szkolnej zieleni wokół szkoły. Podejmował również zagadnienie obserwacji i rozpoznawania pospolitych krajowych organizmów żyjących w najbliższym środowisku. Podkreślał potrzebę otoczenia budynku szkoły dość szerokim pasem zieleni i jej wykorzystywania w nauczaniu biologii. Problem ten, z różnych powodów, nie został

⁸ J. P. Sawiński, *Nowoczesne technologie w edukacji biologicznej*, „Biologia w Szkole” 2009, nr 6, s. 46–51; tenże: *Jak ciekawiej organizować uczenie się biologii?*, „Biologia w Szkole” 2010, nr 1, s. 48–55.

⁹ J. P. Sawiński, *Pas zieleni wokół szkoły*, „Biologia w Szkole” 1985, nr 3, s. 176–181.

pozytywnie rozwiązany przez szkoły. Świadczy o tym m.in. powracające po latach pytanie: *Czy wrócimy do szkolnych ogrodów?*¹⁰.

Pytanie jest tytułem artykułu, który zwraca uwagę na potrzebę budowania szkolnych ogrodów biologicznych (przyrodniczych) – choć w ograniczonej formie, tj. w postaci uprawy ozdobnych (kwiatowych) roślin przed szkołą – oraz lepszego wykorzystywania terenu zieleni wokół szkół, upowszechnionego w czasopiśmie „Nowe w Szkole”. Marzeniem wielu szkolnych biologów i innych przyrodników jest pewnie mieć blisko przy budynku szkolnym ogród, w którym można uczyć obserwowania i rozpoznawania różnych roślin i zwierząt. Być może są i tacy, których pragnieniem jest, aby otoczenie ich szkoły były piękne i ukwiecone. Chodzi oczywiście o *Szkoły w kwitnących ogrodach*¹¹. Czyż nie byłoby ładniej wokół naszych szkół, gdyby same upiększały swoje tereny wokół budynków i włączały swych uczniów do uprawiania i pielęgnowania ozdobnych roślin? Czy jest sens wracać do tej idei?

Jak uczyć rozpoznawania pospolitych gatunków wokół szkoły?

Ponad 20 lat temu w „Biologii w Szkole” była propozycja o uczeniu rozpoznawania pospolitych organizmów wokół szkoły, tj. konspekt lekcji biologii pt. *Rozpoznawanie pospolitych gatunków zwierząt. Konspekt lekcji dla klasy VIII*¹², w którym przedstawiono proste sposoby realizacji takich treści programowych, jak: pojęcie gatunku, pospolite gatunki zwierząt. Celami tej lekcji były:

Wiadomości:

- Znajomość pospolitych gatunków zwierząt, ich cech gatunkowych i środowisk życia.
- Pogłębienie rozumienia pojęcia gatunku biologicznego.

Umiejętności:

- Rozpoznawanie i klasyfikowanie pospolitych gatunków zwierząt do głównych grup systematycznych, ich środowisk życia.
 - Wyróżnienie cech charakterystycznych gatunków.
 - Doskonalenie umiejętności obserwowania w terenie i wykorzystywania atlasów do rozpoznawania zwierząt.
 - Doskonalenie umiejętności tabelarycznego rejestrowania wyników obserwacji.
- #### Postawy:
- Przekonanie o konieczności właściwego zachowywania się w środowiskach przyrodniczych.
 - Kształtowanie postawy badawczej, rozwijanie dociekliwości, dokładności w działaniu.
 - Wdrażanie do pracy samokształceniowej. Wśród proponowanych metod pracy w ww. konspekcie sugerowano zastosowanie obserwacji terenowej i ćwiczeń w rozpoznawaniu zwierząt.

Konspekt proponował wykorzystanie łatwo dostępnych środków dydaktycznych, jak: okazy pospolitych zwierząt spotkane wokół szkoły, atlasy i albumy zwierząt, lupy, lornetki, łopata i notatniki uczniów. Formą organizacyjną lekcji była wycieczka wokół szkoły.

Podsumowanie – jak uczyć rozpoznawania pospolitych gatunków?

W uczeniu się biologii ważna była, jest nadal i raczej w najbliższej przyszłości będzie znajomość pospolitych organizmów żywych i umiejętność ich obserwowania oraz rozpoznawania. Ważne jest także uczenie samodzielnego ich oznaczania za pomocą atlasów, albumów i botanicznych kluczy. Być może jest ono nieco trudniejsze od bezpośredniej obserwacji okazów przy pomocy nauczyciela i ich rozpoznawania, ale także ciekawe. Przecież być biologiem to znaczy

¹⁰ J. P. Sawiński, *Czy wrócimy do szkolnych ogrodów?*, „Nowe w Szkole” 2004, nr 2, s. 2–5.

¹¹ J. P. Sawiński, *Szkoły w kwitnących ogrodach*, „VOX EDUCANDI – Szczeciński Biuletyn Oświatowy” 2004, nr 6/14, s. 5–7.

¹² J. P. Sawiński, *Rozpoznawanie pospolitych gatunków zwierząt. Konspekt lekcji dla klasy VIII*, „Biologia w Szkole” 1989, nr 2, s. 107–109.

przede wszystkim znać i rozumieć bioróżnorodność naszego świata.

Właśnie wczoraj, przy pięknej majowej pogodzie, byłem na wycieczce w „Pomorskim Ogrodzie Edukacyjnym” we Włokach koło Koszalina. Jest to prywatny ogród na ponad 3 hektarach z wielką różnorodnością okazów krajowych roślin i z różnych stron świata. Zorganizowany i udostępniany jest przez Grażynę Zyber, była nauczycielkę biologii, wielką pasjonatkę przyrody, miłośniczkę roślin, której opowiadanie i zachwyty nad nimi innych zachwyca. W ogrodzie jest nawet przepiękna gunera – brazylijska bylina Puszczy Amazońskiej. Ogród zachwyca i tylko szkoda, że tak niewielu uczniów go odwiedza i uczy się w nim rozpoznawania roślin. Dlaczego lękamy się zajęć terenowych, przecież tak ważna jest znajomość roślin, grzybów i zwierząt oraz umiejętność rozpoznawania organizmów żyjących wokół nas?

dr JULIAN PIOTR SAWIŃSKI

Nauczyciel konsultant CEN, Koszalin

PIŚMIENNICTWO

- Batko A., *O systematyce biologicznej*, „Biologia w Szkole” 1983, nr 2, s. 67–78.
- Borsuk P., *Z notatnika egzaminatora, czyli jak finaliści XL Olimpiady Biologicznej rozpoznają krajowe rośliny i zwierzęta?*, „Biologia w Szkole” 2011, nr 3, s. 52–53.
- Działka moje hobby*, praca zbiorowa, wyd. 4, Warszawa, PWRiL 1984.
- Frejlak S., *Problematyka taksonomiczna w programach szkolnych*, [w:] *I Ogólnopolskie Sympozjum Dydaktyki Biologii. Problemy taksonomii biologicznej w praktyce szkolnej*, pod red. W. Uczkiewicz-Cynkar, Wrocław, Wydaw. IKN-ODN 1987.
- Mayr E., *Podstawy systematyki zwierząt*, Warszawa, PWN 1974.
- Sawiński J.P., *Pas zieleni wokół szkoły*, „Biologia w Szkole” 1985, nr 3, s. 176–181.
- Sawiński J.P., *Rozpoznawanie pospolitych gatunków zwierząt. Koncept lekcji dla klasy VIII*, „Biologia w Szkole” 1989, nr 2, s. 107–109.
- Sawiński J.P., *Umiejętność rozpoznawania i oznaczania organizmów w szkole podstawowej*, Koszalin, Wyd. WOM 1992.
- Sawiński J.P., *Ogród szkolny w nauczaniu środowiska społeczno-przyrodniczego*, Warszawa, WSiP 1991.
- Sawiński J.P., *Czy wrócimy do szkolnych ogrodów?*, „Nowe w Szkole” 2004, nr 2, s. 2–5.
- Sawiński J.P., *Szkoły w kwitnących ogrodach*, „VOX EDUCANDI – Szczeciński Biuletyn Oświatowy” 2004, nr 6/14, s. 5–7.
- Sawiński J.P., *Zainteresowania ucznia jako motyw uczenia się i doskonalenia się. Poradnik dla nauczycieli. Materiały edukacyjne na warsztat „Zainteresowania jako motyw uczenia się”*, Koszalin, Wyd. CEN 2005.
- Stace C.A., *Taksonomia roślin i biosystematyka*, Warszawa, Wyd. Naukowe PWN 1993.
- Walicka T., *Wykorzystanie warunków lokalnych środowisk w procesie nauczania biologii*, „Biologia w Szkole” 1979, nr 1.



Fot. 1. Zdjęcie przedstawia:

- a. mysz polną;
- b. nornicę;
- c. ryjówkę;
- d. oposa.



Fot. 2. Zdjęcie przedstawia:

- a. ropuchę paskówkę;
- b. żabę wodną;
- c. rzekotkę zieloną;
- d. kumaka nizinnego.



Fot. 3. Zdjęcie przedstawia:

- a. jaszczurkę zwiną;
- b. salamandrę plamistą;
- c. padalca;
- d. gekona.



Fot. 4. Zdjęcie przedstawia postać larwalną:

- a. muchy plujki;
- b. ważki;
- c. zawisaka;
- d. turkucia podjadka



Fot. 5. Grzyb przedstawiony na fotografii to:

- a. czubajka kania;
- b. gąska siwa;
- c. muchomor sromotnikowy;
- d. maślak pstry.



Fot. 6. Zdjęcie przedstawia:

- a. okonia;
- b. ukleję;
- c. karasia pospolitego;
- d. leszcza.



Fot. 7. Zdjęcie przedstawia:

- a. komara widliszka;
- b. łowika szerszeniaka;
- c. smuklenia przyskacza;
- d. łątkę dziewczkę.

Poprawne odpowiedzi: 1c; 2b; 3a; 4c; 5c; 6c; 7b.

Elektrokardiografia

Scenariusz lekcji

■ DAWID BASAK, KARINA KUBIAK, MARLENA ZIELIŃSKA

Cele lekcji:

- ogólny: zapoznanie uczniów z budową i funkcjonowaniem układu krwionośnego człowieka.

Uczeń:

- wymienia elementy układu krwionośnego człowieka;
- prawidłowo wyróżnia poszczególne elementy w zapisie elektrokardiogramu;
- zna prawidłowy i nieprawidłowy zapis EKG;
- analizuje i interpretuje wykres EKG;

Metody kształcenia:

- elementy wykładu;

- pomiar;
- analiza wykresów.

Formy pracy:

- zbiorowa;
- indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- plansza z budową serca,
- przyrząd do pomiaru czynności elektrycznej serca lub jego zdjęcie.

Typ lekcji:

- lekcja wprowadzająca.

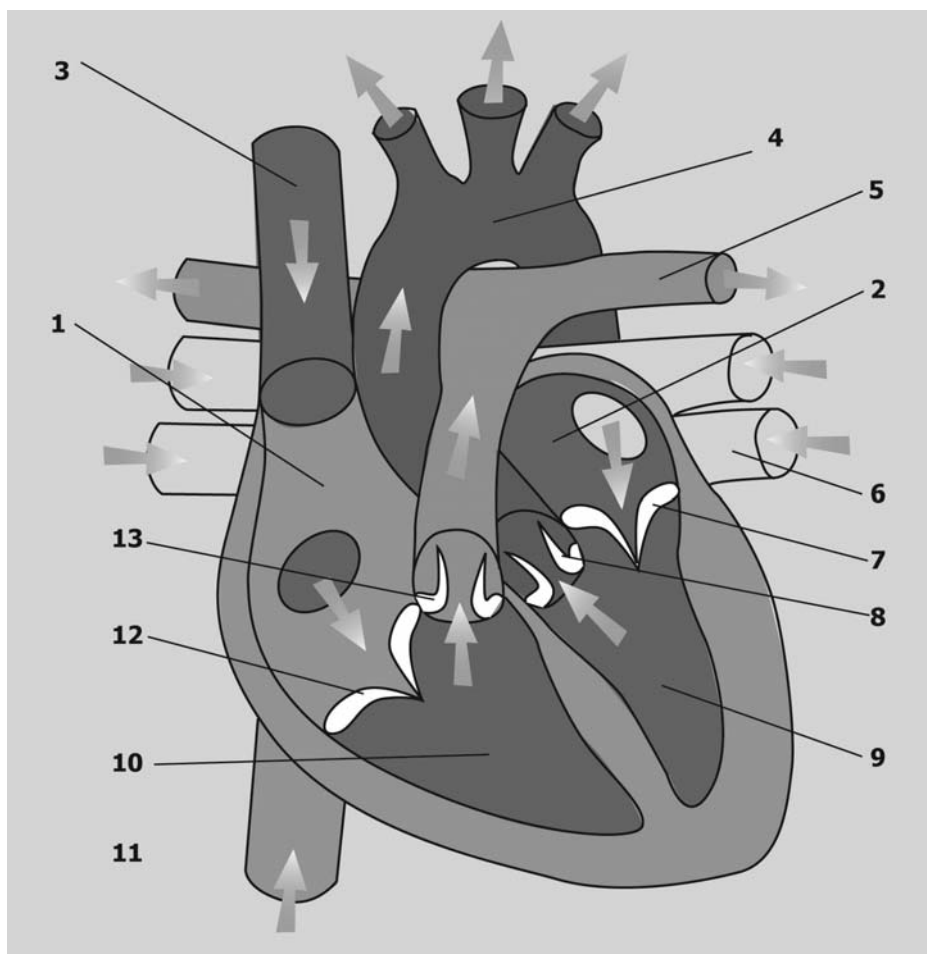
Przebieg lekcji:

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
(1) Wita się z uczniami i sprawdza obecność. (2) Oznajmia uczniom, że dzisiaj na lekcji poznają przyrząd do badania pracy serca zwany elektrokardiogramem i nauczą się rozróżniać prawidłowe i nieprawidłowe przebiegi EKG. (3) Wiesza na tablicy schemat budowy serca, po czym wspólnie z uczniami omawia poszczególne jego części [Zał. 1]. (4) Zadaje następujące pytania: a) Co to jest serce i jaką funkcję pełni w organizmie? b) Jak jest zbudowane serce? c) Wskaż na schemacie poszczególne elementy serca. Podaj ich nazwy.	Witają nauczyciela, przygotowują się do lekcji. Słuchają celów lekcji. Przygotowują się do odpowiedzi na pytania. Odpowiadają: serce to pompa ssąco-tłocząca krew, położona w klatce piersiowej, w śródpiersiu. Z zewnątrz jest otoczone workiem zwanym osierdziem. Narząd ten jest mięśniem o specyficznej, właściwej tylko dla niego budowie (tkanka mięśniowa serca po-przecźnie prążkowana). Serce jest zbudowane z czterech części: z dwóch komór (prawej i lewej) oraz dwóch przedsionków (prawego i lewego). Wskazują poszczególne elementy:

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
<p>(5) Po powtórzeniu wiadomości o układzie krążenia człowieka mówi, że często stosowanym w medycynie sposobem badania pracy serca jest pomiar jego aktywności elektrycznej. Uzyskany zapis (wykres) nazywa się elektrokardiogramem (EKG). Wyjaśnia, że dziś szczegółowo zajmą się nim.</p> <p>(6) Demonstruje aparat do EKG lub pokazuje jego zdjęcie (foliogram) [Zał. 2].</p> <p>(7) Mówi, że aktywność elektryczną serca rejestrują elektrody umieszczane w kilku miejscach ciała pacjenta.</p> <p>(8) Pokazuje wykres prawidłowego EKG [Zał. 3] i prosi o jego przerysowanie.</p> <p>(9) Mówi, że skurcze przedsionków powodują pojawienie się w zapisie EKG załamka P, natomiast skurcz komór objawia się w postaci zespołu QRS. Kolejną cechą jest załamek T związany z repolaryzacją komórek mięśnia sercowego, czyli powrotem ich stanu elektrycznego do stanu początkowego.</p> <p>(10) Mówi, że wykres EKG jest rejestrowany za pomocą pięciu elektrod, z których cztery są przymocowane na kończynach, a piąta na klatce piersiowej i jest przesuwana w różne położenia. W niektórych gabinetach stosuje się 12 elektrod, z których cztery są umieszczone na kończynach, a pozostałe na stałe (na czas badania) są przymocowane do klatki piersiowej.</p> <p>(11) Po omówieniu wyglądu i sposobu powstawania prawidłowego wykresu EKG przedstawia trzy inne, tym razem nieprawidłowe, wykresy czynności serca.</p> <p>(12) Pokazuje rysunek [Zał. 4a] i prosi uczniów o interpretację wykresu. Pyta, jaką nieprawidłowość w EKG dostrzegają.</p> <p>(13) Mówi, że ten wykres [Zał. 4a] jest przykładem EKG u osoby z częściową martwicą mięśnia sercowego.</p> <p>(14) Pokazuje rys. [Zał. 4b] i prosi uczniów o interpretację tego wykresu. Pyta, jaką nieprawidłowość dostrzegają.</p> <p>(15) Mówi, że wykres z Zał. 4b jest przykładem EKG u osoby z uszkodzeniem mięśnia sercowego.</p> <p>(16) Pokazuje rys. [Zał. 4c] i prosi uczniów o interpretację tego wykresu.</p> <p>(17) Informuje, że wykres z Zał. 4c jest przykładem EKG u osoby z niedotlenieniem mięśnia sercowego.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. prawy przedsionek; 2. lewy przedsionek; 3. żyła główna górna; 4. łuk aorty; 5. lewa tętnica płucna; 6. żyła płucna dolna; 7. zastawka dwudzielna (mitralna); 8. zastawka aortalna; 9. komora lewa; 10. komora prawa; 11. żyła główna dolna; 12. zastawka trójdzielna; 13. zastawka pnia płucnego. <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Patrzą na rysunek i zadają pytania. Może pojawić się stwierdzenie, że już widzieli taki aparat.</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Rysują schematyczny wykres prawidłowego zapisu EKG w zeszytach.</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Słuchają i analizują wykresy.</p> <p>Odpowiadają: w tym przypadku załamek Q jest znacznie głębszy, a załamek T jest odwrócony (ujemny).</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Odpowiadają: załamek Q jest prawidłowy, załamek T nadal jest ujemny, ale dodatkowo załamek RS jest uniesiony (wybrzuszenie na tym odcinku).</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Odpowiadają: tylko załamek T jest ujemny.</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p>

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
<p>(18) Po omówieniu wykresów EKG zadaje uczniom pracę domową:</p> <p>a) Proszę poszukać wykresów EKG (np. w rodzinie, u znajomych rodziców, znajomych babci). Spróbujcie odnaleźć w nich załamki P, Q, R, S, T i scharakteryzujcie te wykresy.</p> <p>b) Czy ważne jest wykonywanie EKG? Odpowiedź uzasadnij.</p> <p>(19) Żegna się z uczniami.</p>	<p>Zapisują zadanie domowe.</p> <p>Żegnają się z nauczycielem.</p>

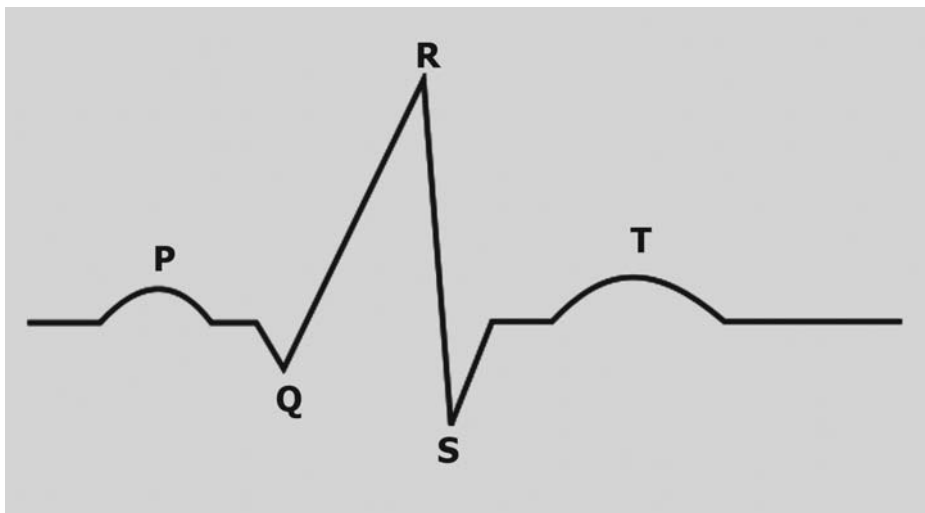
Załącznik 1. Budowa serca.



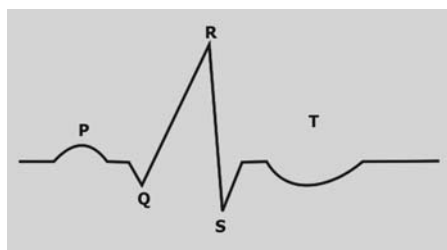
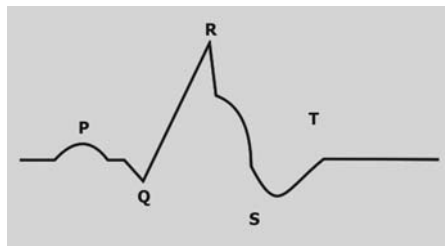
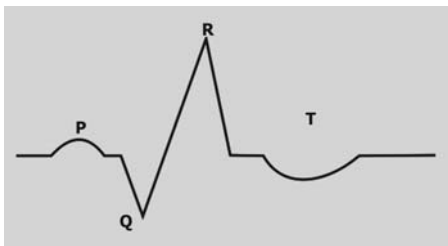
Załącznik 2. Aparat do pomiaru czynności elektrycznej serca.



Załącznik 3. Prawidłowe EKG.



Załącznik 4. Nieprawidłowe EKG



mgr **DAWID BASAK**

Zespół Szkół w Górsku

dr **KARINA KUBIAK**

Zakład Biofizyki i Fizyki Medycznej, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

dr **MARLENA ZIELIŃSKA**

Pracownia Dydaktyki Wydziału BiNoZ UMK w Toruniu,
Społeczna Szkoła Podstawowa i Gimnazjum im. J. Słowackiego
w Toruniu

Ciśnienie krwi w organizmie człowieka

Scenariusz lekcji

■ DAWID BASAK, KARINA KUBIAK, MARLENA ZIELIŃSKA

Cele lekcji:

Zapoznanie uczniów z pomiarem ciśnienia krwi jako ze sposobem badania funkcjonowania układu krwionośnego człowieka.

Uczeń:

- prawidłowo mierzy ciśnienie krwi;
- wyjaśnia, co oznaczają liczby będące wynikiem pomiaru ciśnienia krwi;
- podaje prawidłowe wartości ciśnienia krwi;
- omawia urządzenia do pomiaru ciśnienia krwi;
- podaje różnicę pomiędzy ciśnieniem skurczowym a ciśnieniem rozkurczowym.

Metody kształcenia:

- pogadanka;
- elementy wykładu;

- ćwiczenia praktyczne – pomiar.

Formy pracy:

- zbiorowa;
- indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- tablica ze schematem układu krwionośnego;
- zestawy do pomiaru ciśnienia krwi;
- kserokopie zdjęć aparatów do mierzenia ciśnienia krwi;
- komputer i rzutnik multimedialny;
- slajdy przedstawiające kolejne etapy pomiaru ciśnienia krwi.

Typ lekcji: lekcja wprowadzająco-ćwiczeniowa.

Przebieg lekcji:

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
(1) Wita się z uczniami i sprawdza obecność.	Witają nauczyciela i przygotowują się do lekcji.
(2) Wiesz tablicę barwną ze schematem układu krwionośnego człowieka.	
(3) W celu powtórzenia informacji z ostatnich lekcji zadaje pytania:	Wskazani uczniowie odpowiadają na pytania.
a) Z czego składa się układ krwionośny?	– Układ krwionośny składa się z naczyń krwionośnych i serca.
b) Jak nazywamy obiegi krwi wyróżnione w naszym organizmie?	– Obieg duży (obwodowy) i mały (płucny).
c) Co to są naczynia wieńcowe?	– Naczynia wieńcowe to naczynia otaczające serce, zapewniają obfity dopływ krwi bogatej w tlen i glukozę do serca.
d) Na ile i na jakie części jest podzielone serce człowieka?	– Serce człowieka jest podzielone na cztery części. Górne części nazywamy przedsionkami, a dolne – komorami serca.
e) Co to jest EKG?	– EKG to skrót od nazwy elektrokardiogram, jest to zarejestrowany przez elektrody, umieszczone w kilku

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
<p>(4) Pyta uczniów, czy mieli kiedykolwiek badane ciśnienie krwi.</p> <p>(5) Mówi, że na dzisiejszej lekcji zajmą się dokładniej pomiarem ciśnienia krwi w naszym organizmie.</p> <p>(6) Podaje temat lekcji: Ciśnienie krwi w organizmie człowieka.</p> <p>(7) Pyta uczniów, czy potrafią opisać to badanie.</p> <p>(8) Wyjaśnia, że tą słuchawką jest stetoskop. Pyta, co się dzieje dalej podczas tego badania.</p> <p>(9) Prosi o identyfikację przedmiotów znajdujących się na stole [Zaf. 1].</p> <p>(10) Prosi o wklejenie do zeszytu rozdawanych kartek (wydrukowane Rys. 1 i 2).</p> <p>(11) Pyta, czy takimi aparatami mierzono im ciśnienie krwi.</p> <p>(12) Pyta, co oznaczają dwie liczby będące wynikiem pomiaru ciśnienia krwi.</p> <p>(13) Wyjaśnia, że pierwsza liczba opisuje wartość ciśnienia skurczowego, a druga ciśnienia rozkurczowego. Mówi, że gdy mięsień sercowy kurczy się, aby wpompować krew do naczyń krwionośnych, ciśnienie jest wyższe niż wówczas, gdy się rozkurcza. Wobec tego w trakcie każdego skurczu serca ciśnienie w naczyniach waha się pomiędzy swoją największą i najmniejszą (górną i dolną) wartością. Górna wartość jest nazywana ciśnieniem tętniczym skurczowym, a dolna – ciśnieniem tętniczym rozkurczowym.</p> <p>(14) Prosi o zapisanie w zeszytach prawidłowego ciśnienia krwi oraz wyjaśnienie zapisanych cyfr.</p> <p>(15) Pyta, czy ciśnienie krwi ma wartość stałą.</p> <p>(16) Prosi o zapisanie w zeszytach czynników wpływających na ciśnienie krwi.</p> <p>(17) Dodaje, że u zdrowego człowieka ciśnienie tętnicze zwiększa się zawsze tylko na krótki czas, np. w trakcie wysiłku fizycznego, po czym normalizuje się bardzo szybko.</p> <p>(18) Jako ciekawostkę mówi, że w nocy ciśnienie tętnicze jest najczęściej nieco niższe niż w ciągu dnia. U większości ludzi jest to naturalny spa-</p>	<p>miejscach ciała, zapis aktywności elektrycznej serca.</p> <p>Odpowiadają: tak!</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Zapisują temat lekcji w zeszytach.</p> <p>Odpowiadają: jest to takie badanie, podczas którego zostaje nam założony mankieta na rękę, osoba dokonująca pomiaru przykładła słuchawkę do naszej ręki, a pompka dostarcza powietrze do mankieta.</p> <p>Odpowiadają: po napompowaniu mankieta osoba dokonująca pomiaru powoli spuszcza z niego powietrze i jednocześnie obserwuje skalę urządzenia do pomiaru ciśnienia. Gdy powietrze całkowicie zostanie spuszczone, osoba mierząca podaje nam dwie cyfry z manometru, np. 120/80.</p> <p>Odpowiadają: na stole znajdują się dwa aparaty do pomiaru ciśnienia. Jeden jest starszy – „na pompkę” [Rys. 1], a drugi nowszy – elektroniczny [Rys. 2].</p> <p>Wykonują polecenie.</p> <p>Uczniowie nie są zgodni, gdyż jedni mieli do czynienia ze standardowym aparatem w gabinetach lekarskich, inni zaś mieli mierzone ciśnienie urządzeniem elektronicznym.</p> <p>Uczniowie nie wiedzą.</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Zapisują w zeszytach.</p> <p>Odpowiadają: wartości ciśnienia tętniczego nie są stale jednakowe. Przykładowo praca fizyczna lub stres psychiczny mogą zwiększyć wartości ciśnienia tętniczego w ciągu kilku minut. Również wysoka temperatura otoczenia, chłód i ból mogą mieć wpływ na ciśnienie tętnicze.</p> <p>Zapisują.</p> <p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Zapisują w zeszytach.</p>

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
<p>dek ciśnienia w nocy związany ze spadkiem aktywności i zmniejszonym pobudzeniem układu nerwowego.</p> <p>(19) Wyświetla na rzutniku multimedialnym slajdy przedstawiające kolejne etapy badania ciśnienia tętniczego [Zafl. 2].</p> <p>(20) Rozdaje aparaty do mierzenia ciśnienia krwi i prosi uczniów, aby sobie nawzajem zmierzili ciśnienie krwi. W przypadku małej liczby aparatów wykonuje pokaz. Warto również dokonać pomiaru ciśnienia krwi po wysiłku (np. 15 przysiadach).</p> <p>(21) Na zakończenie lekcji mówi o prawidłowych wartościach ciśnienia krwi. Według zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia i Międzynarodowego Towarzystwa Nadciśnieniowego z 1999 roku (WHO/ISH 1999) za optymalne ciśnienie tętnicze uważa się wartość 120/80 mm Hg. Przyjmuje się dla celów praktycznych i klinicznych wartości 140 mm Hg dla ciśnienia skurczowego i 90 mm Hg dla ciśnienia rozkurczowego jako wartości wskazujące na nadciśnienie tętnicze. Nieprawidłowość może dotyczyć tylko jednego rodzaju ciśnienia lub też obu.</p> <p>(22) Zadaje pracę domową:</p> <ol style="list-style-type: none"> W miarę możliwości proszę zmierzyć ciśnienie krwi rodzicom, rodzeństwu, dziadkom etc. Proszę o znalezienie informacji o chorobach układu krwionośnego, w szczególności związanych z ciśnieniem krwi. <p>(23) Żegna się z uczniami.</p>	<p>Obserwują i komentują slajdy.</p> <p>Uczniowie z pomocą nauczyciela mierzą ciśnienie krwi, a wyniki pomiarów zapisują w zeszytach.</p> <p>Uczniowie słuchają i notują.</p> <p>Zapisują zadanie domowe.</p> <p>Żegnają się z nauczycielem.</p>

Załącznik 1. Aparaty do pomiaru ciśnienia krwi.



Rys. 1. Standardowy aparat do mierzenia ciśnienia krwi używany w gabinetach lekarskich



Rys. 2. Elektroniczny aparat do mierzenia ciśnienia krwi

Załącznik 2. Etapy mierzenia ciśnienia krwi.

Usiądź i odpocznij 5 minut przed pomiarem, uwolnij ramię z krępującej odzieży. Umieść gumową poduszkę mankietu na ramieniu 3 cm powyżej zgięcia łokciowego nad tętnicą (tak, aby mankieta znajdował się na wysokości serca).



Szybko wypełnij mankieta powietrzem. Pamiętaj, aby nie pompować mankieta ręką, na której dokonujesz pomiaru.



Przyłóż stetoskop (słuchawkę lekarską) nad tętnicą w dole łokciowym. Z mankieta powoli wypuszczaj powietrze.



Pierwszy usłyszany ton oznacza ciśnienie skurczowe, zniknięcie wszystkich tonów – ciśnienie rozkurczowe. Gdy tony słyszysz aż do 0 mm Hg, za ciśnienie rozkurczowe przyjmij wartość odpowiadającą ich ściszeniu.



Notuj wartości ciśnienia w dzienniczku. Twój lekarz zapozna się z nimi podczas wizyty.

P I Ś M I E N N I C T W O

- Bochenek A., Reicher M., *Anatomia człowieka*, t. 3, PZWL, Warszawa 2007.
- Hampton J.R., *EKG łatwiej*, COMPTEx, Warszawa 1994.
- Hampton J.R., *EKG w praktyce*, Warszawa, PZWL 1999.
- Jerzmanowski A., *Biologia, podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum*, WSiP, Warszawa 2002.
- Kane J.W., Sternheim M.M., *Fizyka dla przyrodników*, t. 2, PWN, Warszawa 1988.
- Mięksiz S., Hendrich A., *Wybrane zagadnienia z biofizyki*, Wrocław 1998.

mgr **DAWID BASAK**

Zespół Szkół w Górsku

dr **KARINA KUBIAK**

Zakład Biofizyki i Fizyki Medycznej, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

dr **MARLENA ZIELIŃSKA**

Pracownia Dydaktyki Wydziału BiNoZ UMK w Toruniu, Społeczna Szkoła Podstawowa i Gimnazjum im. J. Słowackiego w Toruniu

Czym się żywić w lesie?

O związkach między organizmami

Scenariusz lekcji

■ DOMINIK MARSZAŁ

Cele ogólne:

- kształtowanie umiejętności wyjaśniania zależności między organizmami;
- ćwiczenie zapisywania zależności biologicznych w postaci schematów.

Treści nauczania:

Uczeń:

- opisuje łańcuchy i sieci pokarmowe;
- wyróżnia w łańcuchach pokarmowych producentów, konsumentów i destruktorów;
- wykazuje na przykładzie, że symbioza jest korzystna dla obu partnerów.

Metody i formy pracy:

- pogadanka, symulacja;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- laminowane karty *Pożywienie w lesie* (załącznik 1);
- schemat *Zależności w ekosystemie leśnym* (załącznik 2);
- plansze edukacyjne: łańcuchy pokarmowe i sieci troficzne;
- materiały uzupełniające: zestaw plików graficznych i wideo obrazujących omawiane organizmy.

PRZEBIEG ZAJĘĆ:

Praca z kartami *Pożywienie w lesie* wymaga wygoszparowania w klasie swobodnej przestrzeni – takiej, by uczniowie mogli odnaleźć pasujące do nich organizmy i ustawić się w łańcuchy pokarmowe.

Nauczyciel sprawdza ilość osób w klasie i dostosowuje liczbę kart w zestawie według uwag w załączniku 1.

FAZA WPROWADZAJĄCA

Nauczyciel prezentuje krótki film animowany *Łańcuch pokarmowy*, wprowadzając w tematykę lekcji. Proponowane filmy z serwisu YouTube:

1. <http://www.youtube.com/watch?v=fOpDDPPW4Wg&feature=related>
2. <http://www.youtube.com/watch?v=Lpxv1t6fITk>

FAZA REALIZACYJNA

Zadanie 1.

Znajdź dla siebie pożywienie.

Uczniowie losują karty pożywienia. Ci, którzy wylosowali karty oznaczone *Sy* lub *Pa*, nie uczestniczą aktywnie w tym zadaniu.

Zadaniem jest znalezienie wśród innych tego ucznia, którego karta jest głównym źródłem pożywienia dla wylosowanej przez siebie karty i ustawienie się obok niego. W ten sposób uczniowie tworzą łańcuchy pokarmowe. W trakcie tworzenia się łańcuchów nauczyciel sprawdza poprawność ustawienia uczniów i pilnuje, by ustawiali się zgodnie z podstawowym pokarmem danego organizmu, nie zaś uzupełniającym.

Po wykonaniu zadania każda z grup prezentuje reszcie klasy stworzony przez siebie łańcuch pokarmowy. Każdy z uczniów zabiera głos, wcielając się w rolę ze swojej karty, np.: *Jestem rzekotką drzewną*

i odżywiam się głównie owadami, np. pluskwiakami.

Nauczyciel notuje przedstawione łańcuchy na tablicy tak, by producenci znajdowali się w centrum schematu, a konsumenci rozchodzili się promieniście (wzór w załączniku 2).

Zadanie 2.

A gdzie jest twoje miejsce w łańcuchu pokarmowym?

Uczniowie, którzy nie brali udziału w poprzednim zadaniu, starają się znaleźć miejsce dla swoich kart w stworzonych łańcuchach pokarmowych. Nauczyciel sprawdza i, ewentualnie, koryguje ustawienie, tłumacząc, że organizmy te żyją w na tyle ścisłych związkach z innymi organizmami, że ciężko je liniowo ustawić w łańcuchu pokarmowym.

Zadanie 3.

Sposoby odżywiania się organizmów.

Uczniowie zapamiętują swoje miejsce w łańcuchach pokarmowych, a następnie dobierają się w grupy wedle symboli zawartych na kartach zwierząt (*Pr, Ro, Dr, De, Pa, Sy*). Zadaniem tak stworzonych grup jest ustalenie podobieństw w sposobie odżywiania się organizmów na kartach

w grupie i spróbowanie nadania nazwy swojej grupie (dwie pierwsze litery nazwy powinny być zgodne z oznaczeniem grupy). Uczniów, którzy wylosowali na swoich kartach słońce, nauczyciel przydziela do najmniej licznych zespołów.

Grupy uczniów prezentują wyniki swojej pracy. Nauczyciel koryguje i zapisuje na tablicy odpowiedzi. Powinna powstać notatka jak w tabeli 1.

Nauczyciel zakrywa tablicę. Uczniowie starają się z pamięci wpisać nazwy organizmów z kart w odpowiednie miejsca na schemacie ekosystemu leśnego (załącznik 2).

FAZA PODSUMOWUJĄCA

Czym jeszcze możesz się odżywiać?

Nauczyciel odkrywa tablicę ze schematem łańcuchów pokarmowych. Poszczególne uczniowie czytają ze swoich kart uzupełniające pożywienie swoich organizmów, a nauczyciel zaznacza kolejne połączenia z sąsiednimi łańcuchami pokarmowymi, tworząc tym samym coraz bardziej zawiłą sieć zależności pokarmowych.

Nauczyciel prezentuje i omawia planszę dotyczącą sieci troficznych dla innych ekosystemów. Uczniowie starają się wskazać na nich organizmy odżywiające się w sposoby omówione na lekcji.

Tabela 1.

Nazwa		Organizm, który...
Producent		sam produkuje sobie pokarm (materię organiczną), wykorzystuje do tego najczęściej proces fotosyntezy
Konsument	roślinożerca	odżywia się producentami
	drapieżnik	odżywia się innymi konsumentami, ofiara ginie
	pasożyt	odżywia się innymi organizmami, szkodzi im, a czasem prowadzi do ich śmierci
Destruent		odżywia się martwą materią organiczną – szczątkami roślin i zwierząt

Poza tabelą: Symbioza – związek dwóch organizmów, który przynosi korzyści obu stronom.

Załącznik 1. Pożywienie w lesie

U w a g a! Aktywność uczniów zaproponowana w scenariuszu zakłada przydzielenie każdemu z nich jednej z kart.

Na łańcuchy pokarmowe składają się 22 karty (łańcuchy pokarmowe 1, 2, 3 oraz uzupełnienie łańcucha pokarmowego 1). W przypadku wystąpienia innej liczby uczniów w klasie nauczyciel musi odpowiednio zmodyfikować zestaw poprzez:

- włączenie do gry duplikatu (ów) kart (y);
- wyłączenie z gry karty łańcucha pokarmowego 2 lub 3;
- wyłączenie z obiegu jednej lub dwóch kart „słońce”, które są powielone w każdym z łańcuchów pokarmowych (wówczas któryś z uczniów ustawia się w łańcuchu pokarmowym więcej niż jeden raz).

Łańcuch pokarmowy nr 1

- Rząd: bukowce

Gatunek: **brzoza brodawkowata (Pr)**

Pożywienie: samodzielne wytwarzanie związków organicznych (głównie cukrów). Składnikami potrebnymi do asymilacji są: woda, dwutlenek węgla i energia słoneczna. Niezbędny jest też zielony barwnik zawarty w komórkach rośliny, bez którego nie może zachodzić fotosynteza.

- Gromada: ssaki

Gatunek: **jeleń szlachetny (Ro)**

Pożywienie: zjada ogromne ilości pokarmu roślinnego. Przede wszystkim chętnie zjada miękkie pędy roślin liściastych oraz owoce, warzywa i trawę.

- Gromada: ssaki

Gatunek: **wilk szary (Dr)**

Pożywienie: do życia potrzebuje średnio ok. 1,3 kg mięsa (wraz z kośćmi i skórą) dziennie. W naturze żywi się najchętniej dużymi zwierzętami kopytnymi (jelenie, nieco rzadziej sarny, dziki i łosie). W przypadku gdy warunki i liczebność stada nie pozwalają na polowanie na tak duże zwierzęta, zadowala się mniejszymi ssakami i innym pokarmem.

- Gromada: siodełkowce

Gatunek: **dżdżownica ziemna (De)**

Pożywienie: odżywia się przede wszystkim martwymi szczątkami zwierzęcymi i roślinnymi. Pożywienie wciąga do korytarzy drążonych w glebie i tam je spożywa. Ich odchody są dużo bogatsze w składniki mineralne niż otaczająca je gleba.

- Gromada: podstawczaki

Gatunek: **hubiak pospolity (Pa)**

Pożywienie: wysysa z drzew soki oraz wodę, powodując ich osłabienie. Występuje na drzewach liściastych (głównie brzozach i bukach).

- Gromada: podstawczaki

Gatunek: **koźlarz babka (Sy)**

Pożywienie: oplata korzenie brzozy, by pobierać od rośliny cukry. W zamian zwiększa korzeniem powierzchnię wchłaniania wody z gleby i dostarcza produkowane przez siebie substancje.

■ Gromada: siodełkowce

Gatunek: *tasiemiec bąblowcowy* (postać dojrzała) (**Pa**)

Pożywienie: żyje w jelicie cienkim psowatych (np. psa, wilka), skąd wchłania substancje odżywcze. Powoduje osłabienie, a nawet śmierć osobnika, w którym żyje.

■ Domena: bakterie

Gatunek: *Methanosarcina barkeri* (**Sy**)

Pożywienie: żyją w jednym z żołądków przeżuwaczy (do których należą m.in. krowy, owce i jelenie), gdzie mają zapewnione substancje odżywcze. Równocześnie produkują substancje rozkładające trudne do strawienia, przez zwierzęta, związki zawarte w roślinach.

Łańcuch pokarmowy nr 2

■ Rodzaj ciała niebieskiego: gwiazda

Nazwa: *słońce*

Energia: zachodzą w nim reakcje jądrowe w bardzo wysokiej temperaturze. W wyniku tych reakcji powstają olbrzymie ilości energii, która dociera do wszystkich planet Układu Słonecznego i bezpośrednio lub pośrednio jest niezbędna dla większości procesów zachodzących na Ziemi.

■ Rząd: różowce

Gatunek: *poziomka pospolita* (**Pr**)

Pożywienie: samodzielne wytwarzanie związków organicznych (głównie cukrów). Składnikami potrebnymi do asymilacji są: woda, dwutlenek węgla i energia słoneczna. Niezbędny jest też zielony barwnik zawarty w komórkach rośliny, bez którego nie może zachodzić fotosynteza.

■ Gromada: owady

Gatunek: *plusknia jagodziak* (**Ro**)

Pożywienie: żywi się liśćmi i owocami jagód, poziomek i innych roślin runa leśnego.

■ Gromada: płazy

Gatunek: *rzekotka drzewna* (**Dr**)

Pożywienie: pokarmem rzekotki są głównie owady i pająki, które chwytają nagłym wyrzutem długiego, lepkiego języka. Zjada skorki, pluskwiaki, mrówki, chrząszcze, a także ślimaki.

■ Gromada: gady

Gatunek: *zaskroniec zwyczajny* (**Dr**)

Pożywienie: żywi się żabami, traszkami, rybami lub drobnymi gryzoniami, które połyka bez uprzedniego uśmiercania.

■ Domena: bakterie

Gatunek: *bakterie saprofityczne* (**De**)

Pożywienie: martwe szczątki innych organizmów.

Łańcuch pokarmowy nr 3

- Rząd: bukowce

Gatunek: **dąb szypułkowy (Pr)**

Pożywienie: samodzielne wytwarzanie związków organicznych (głównie cukrów). Składnikami potrzebnymi do asymilacji są: woda, dwutlenek węgla i energia słoneczna. Niezbędny jest też zielony barwnik zawarty w komórkach rośliny, bez którego nie może zachodzić fotosynteza.

- Gromada: owady

Gatunek: **zwójka zieloneczka (gąsienica motyla) (Ro)**

Pożywienie: gąsienice wylęgają się z jaj złożonych na drzewach liściastych, najchętniej dębach. Żywią się początkowo pąkami, a następnie młodymi liśćmi tych roślin.

- Gromada: ptaki

Gatunek: **rudzik zwyczajny (Dr)**

Pożywienie: przede wszystkim owady i ich larwy, np. chrząszcze i gąsienice, oraz inne drobne bezkręgowce zbierane na ziemi, jak dżdżownice, pająki i ślimaki. Wraz z przemijaniem lata i nadejściem jesieni uzupełnia pokarm soczystymi owocami.

- Gromada: ptaki

Gatunek: **krogulec zwyczajny (Dr)**

Pożywienie: głównie drobne ptaki, szczególnie zimą często ofiarą padają wróble domowe, ale także mazurki, sikorki, trznadłe, rudziki, kosy, szpaki, niekiedy poluje również na myszy, żaby, gady i większe owady.

- Królestwo: grzyby

Gatunek: **rogownicza ptasia (De)**

Pożywienie: jest saprofitem (organizmem żywiącym się martwą materią organiczną) rozkładającym keratynę (substancję zawartą we włosach i w piórach zwierząt). Występuje najczęściej na piórach ptaków lub szczątkach włosów zwierząt.

- Rodzaj ciała niebieskiego: gwiazda

Nazwa: **słońce**

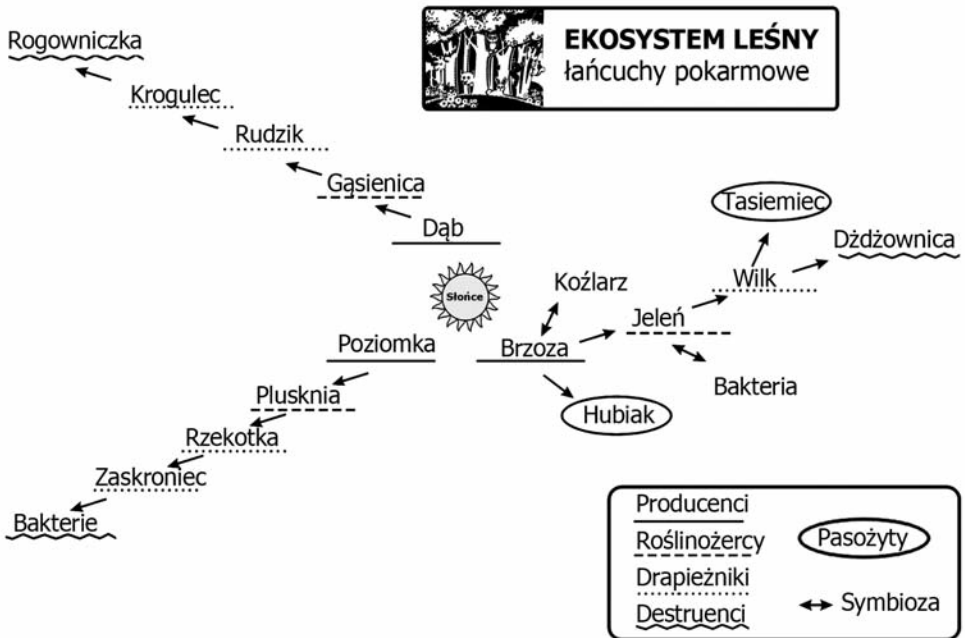
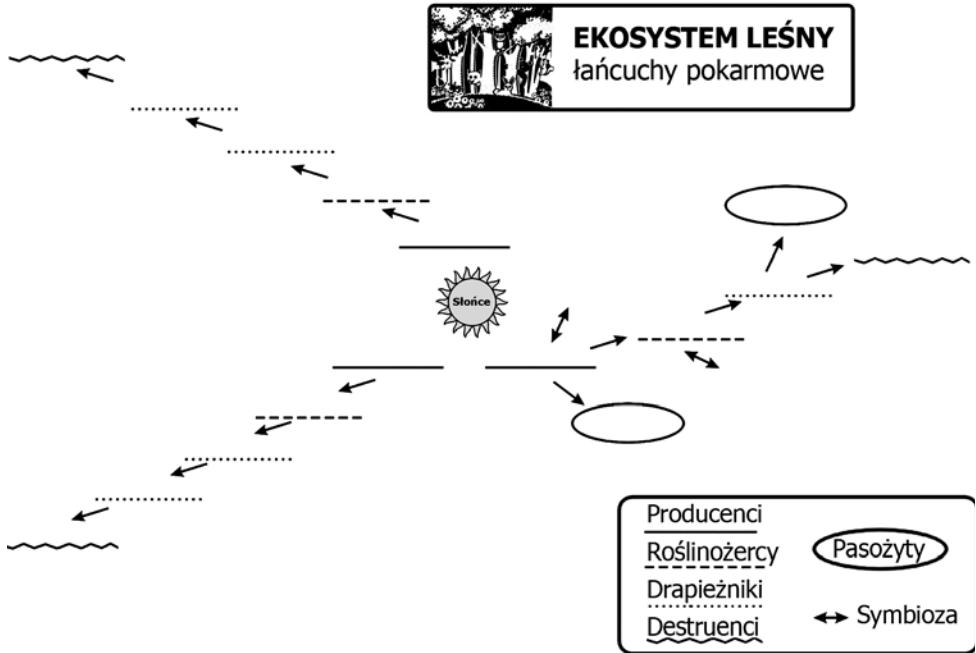
Energia: zachodzą w nim reakcje jądrowe w bardzo wysokiej temperaturze. W wyniku tych reakcji powstają olbrzymie ilości energii, która dociera do wszystkich planet Układu Słonecznego i bezpośrednio lub pośrednio jest niezbędna dla większości procesów zachodzących na Ziemi.

- Rodzaj ciała niebieskiego: gwiazda

Nazwa: **słońce**

Energia: zachodzą w nim reakcje jądrowe w bardzo wysokiej temperaturze. W wyniku tych reakcji powstają olbrzymie ilości energii, która dociera do wszystkich planet Układu Słonecznego i bezpośrednio lub pośrednio jest niezbędna dla większości procesów zachodzących na Ziemi.

Załącznik 2. Pożywienie w lesie



Nazwa		Organizm, który...

Nazwa		Organizm, który...

Nazwa		Organizm, który...

Nazwa		Organizm, który...

95 kg na ucznia



Już nie tylko edukacja i zmiana świadomości, ale i konkretne, choć często proste działania, które przynoszą mierzalne efekty – takie są rezultaty pracy szkół, które wprowadziły systemowe zmiany w zakresie ochrony środowiska. Dzięki tym zmianom 124 polskie szkoły spełniły wysokie międzynarodowe standardy i w tym roku znalazły się wśród niespełna 15 000 placówek na świecie, które skrupulatnie monitorują i ograniczają swoje negatywne oddziaływanie na środowisko. Ile kilogramów CO₂ udało im się zaoszczędzić?

■ KATARZYNA TRIANTAFELO

W polskich szkołach jest wiele dobrych przykładów wdrażania ekologicznych, a tym samym ekonomicznych rozwiązań, których nie powstydziliby się duża firma. Lokalne samorządy, firmy i organizacje powinny brać z nich przykład, bo to szkoły są liderami zrównoważonego rozwoju w Polsce – mówi Rafał Serafin, prezes Fundacji Partnerstwo dla Środowiska, która w ramach programu Szkoły dla Ekorozwoju udziela placówkom edukacyjnym wsparcia merytorycznego, a także dostarcza im narzędzia pomocne we wdrażaniu zmian i w monitoringu ich efektów.

Szkoły, które z roku na rok starają się o Zieloną Flagę – najwyższe ekologiczne wyróżnienie na świecie, oraz tytuł Lokalnego Centrum Aktywności Ekologicznej (LCEA) – krajowe wyróżnienie będące pierwszym etapem do Zielonej Flagi, wprowadzają wiele ekowdrożeń, z reguły niskonakładowych, przynoszących efekty w postaci niższych rachunków za energię elektryczną czy wodę. Ponad 90% tych zmian to wdrożenia w obszarze energii elektrycznej, które dotyczą głównie modernizacji oświetlenia – wymiany tradycyjnych żarówek na świetlówki kompaktowe, pozostałe 10% to głównie montaż perlatorów i wodooszczędnych toalet, które służą oszczędnościom w zużyciu wody.

Szkoły prowadzą także segregację odpadów komunalnych – segreguje się papier, plastik, szkło, dzieci zbierają także zużyte baterie, a raz na jakiś czas organizują przy szkole zbiórkę elektrośmieci. *Wprowadzając segregację, szkoły certyfikowane zmniejszyły ilość odpadów, które trafiłyby na składowisko o ok. 40%* – podsumowuje Urszula Ptasieńska-Wardyga, koordynatorka programu Szkoły dla Ekorozwoju.

Dzięki wprowadzeniu niskonakładowych wdrożeń każda ze szkół zmniejszyła swój negatywny wpływ na środowisko o średnio 950 kg CO₂ w ciągu zaledwie jednego roku. Przyjmując, że średniej wielkości drzewo pochłania 7,5 kg CO₂ rocznie, to tak, jakby każda szkoła zasadziła 127 drzew.

Oszacowanie danych jest możliwe dzięki systematycznemu monitorowaniu swojego oddziaływania na środowisko przez szkoły – jest to zresztą jeden z koniecznych do spełnienia warunków otrzymania ekocertyfikatu. *W tym celu stworzyliśmy specjalne narzędzie on-line – Kalkulator Ekoskoła, w którym szkoły na bieżąco wpisują zużycie energii elektrycznej, ciepłej, wody oraz ilość generowanych odpadów, co pozwala im oszacować zarówno efekt ekonomiczny, jak i ekologiczny swoich działań* – mówi Urszula Ptasieńska-Wardyga.

Szkoły z certyfikatem Zielonej Flagi są w swoim środowisku uznanymi centrami lo-

kalnej zmiany, angażują społeczność lokalną w swoje działania, równocześnie pokazując, jak w praktyce można niewielkim nakładem dokonać realnych zmian. Za ich śladem podążają nie tylko okoliczni mieszkańcy, ale i kolejne placówki, które dostrzegają swoją kluczową rolę w kształtowaniu przyszłości naszego wspólnego środowiska.

Szkola stanowi centrum lokalnej społeczności i w związku z tym spełnia ogromną rolę w pokazywaniu, czym jest zrównoważony rozwój w praktyce wśród społeczności, której służy – dzieciom, rodzicom, sąsiadom, firmom, organizacjom – dodaje Rafał Serafin.

Fundacja Partnerstwo dla Środowiska od 1991 r. pomaga mieszkańcom ponad 20 regionów Polski zmieniać swoje otoczenie – rozwijać współpracę lokalną, przedsiębiorczość i szacunek dla środowiska naturalnego. Wspólnie z ponad 600 partnerami z Polski (organizacjami pozarządowymi, szkołami, instytucjami samorządowymi, przedsiębiorstwami) realizuje sześć długoletnich programów, które wprowadzają za-

sady zrównoważonego rozwoju w codzienne życie Polaków: Grupy Partnerskie, Zielone Szlaki – Greenways, Szkoły dla Ekorozwoju, Czysty Biznes, Ekomuzea, Marka Lokalna. Programy Fundacji są nieustannie rozwijane zgodnie z lokalnymi potrzebami. Działania te obejmują m.in. pomoc finansową, doradczą, szkoleniową, tworzenie sieci współpracy, certyfikację środowiskową, proponowanie innowacyjnych rozwiązań i upowszechnianie sprawdzonych wzorów działań przyjaznych dla środowiska.

Fundacja Partnerstwo dla Środowiska, w ramach realizowanych programów, przyznaje certyfikaty środowiskowe: Zielona Flaga, Przyjazny Rowerom, Czysta Turystyka, Zielone Biuro.

Dodatkowych informacji udziela:

Katarzyna Triantafelo

Fundacja Partnerstwo dla Środowiska

Katarzyna.triantafelo@fpds.pl

Tel. (12) 430 24 65, wew. 12

www.fpds.pl

Pasjonatów fotografii przyrodniczej zapraszamy do współpracy!

Najlepsze zdjęcia opublikujemy w naszym czasopiśmie jako „Zdjęcia numeru”.

Prosimy je przysłać w formacie JPG (300 dpi, min. 1800×1200)

na adres: prazm@gazeta.pl



PRENUMERATA 2012

I. PRENUMERATA ZA POŚREDNICTWEM WYDAWCY

Zamawiając roczną prenumeratę czasopisma za pośrednictwem Wydawcy, otrzymują Państwo promocyjny rabat od ceny czasopisma w wysokości 5%. Prenumeratę za pośrednictwem Wydawcy można zamówić:

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

II. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ FIRMY KOLPORTERSKIE:

1. **RUCH SA** – Zamówienia drogą elektroniczną: www.prenumerata.ruch.com.pl
Termin przyjmowania wpłat na prenumeratę krajową do 5. dnia każdego miesiąca poprzedzającego okres rozpoczęcia prenumeraty.
2. **GARMOND PRESS** – www.garmondpress.pl, tel. (22) 836 70 08, 836 69 21
3. **KOLPORTER S.A.** – Prenumeratę instytucjonalną można zamawiać w oddziałach firmy Kolporter S.A. na terenie całego kraju. Informacje pod numerem infolinii 801 205 555 lub na stronie internetowej <http://dp.kolporter.com.pl/>

III. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ POCZTĘ POLSKĄ:

4. Zamówienia we wszystkich **urzędach pocztowych** lub u **listonoszy**. Zamówienia drogą elektroniczną – www.poczta-polska.pl/prenumerata. Infolinia: 801 333 444.

IV. PRENUMERATA ZAMAWIANA PRZEZ INTERNET – www.kiosk24.pl katalog Edukacja, oświata.

- V. **SPRZEDAŻ NUMERÓW ARCHIWALNYCH** z 2011 r. za pośrednictwem Wydawcy pod adresem: prenumerata@raabe.com.pl. Wydania z lat 2010 i 2009 są dostępne wyłącznie w wersji elektronicznej za pośrednictwem Wydawcy www.raabe.com.pl.

Liczba wydań w 2012 r. (I i II półrocze)	Tytuł czasopisma	Cena 1 wyd. w 2012 r. (w tym 5% VAT)	Prenumerata roczna w 2012 r. (w tym 5% VAT)	Prenumerata na I półrocze 2012 r. (w tym 5% VAT)
MIESIĘCZNIKI 11 (6+5)	Matematyka	15,50	170,50	93,00
	Polonistyka	15,50	170,50	93,00
	Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne	18,50	203,50	111,00
	Wychowanie w Przedszkolu z dodatkiem „Poradnik Prawny Nauczyciela i Dyrektora Przedszkola”	17,50	192,50	105,00
	Życie Szkoły dla klas 1–3	16,50	181,50	99,00
DWUMIESIĘCZNIKI 6 (3+3)	Biblioteka Szkolne Centrum Informacji	18,50	111,00	55,50
	Biologia w Szkole			
	Chemia w Szkole			
	Fizyka w Szkole			
	Geografia w Szkole			
	Polski w Praktyce			
	Wiadomości Historyczne	9,90	59,40	29,70
	Emocje – czasopismo wychowawców, pedagogów i psychologów oraz rodziców			
Język Niemiecki	22,50	135,00	67,50	

Prenumerata czasopisma dla szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych w województwie dolnośląskim dofinansowana jest ze środków WFOŚiGW we Wrocławiu. Poglądy autorów i treści zawarte w czasopiśmie nie zawsze odzwierciedlają stanowisko WFOŚiGW we Wrocławiu.

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



Czasopisma pedagogiczne
uczą z pasją!

- Nowocześnie!
- Skutecznie!
- Ciekawie!
-

Prenumerata 2012 rok

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

www.edupress.pl



**Klub
Przyrodnika**

Rozbudzamy pasję poznawania świata

Klub Przyrodnika to wyjątkowe miejsce spotkań nauki z prawdziwą przyrodą, niepowtarzalna okazja do wymiany wiedzy oraz doświadczeń ludzi, których łączy wspólna pasja poznawania

świata. Dla klubowiczów przygotowaliśmy wyjątkowe spotkania tworzone we współpracy z National Geographic oraz dodatkowe, inspirujące materiały dydaktyczne.