

KWARTALNIK

ISSN 1643-8779

2(50)
2014

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

Życie w ekstremalnych warunkach

/ Patentowanie genów / Analogie i metafory w nauczaniu biologii
/ Kartograficzne anamorfozy powierzchni

geografia
biologia
zdrowie
chemia
fizyka
NAUKA
badania
środowisko
przyroda

- 3 Katarzyna Ciąčka, Urszula Krasuska
Poliaminy – być albo nie być dla rośliny
- 11 Monika Kloch, Iwona Stanisławska
Mukowiscydoza
- 18 Joanna Ucharńska
O patentowaniu ludzkich genów
- 27 Daria Reczyńska, Bożena Witek
Życie w ekstremalnych warunkach
- 34 Anna Szymonik
Zanieczyszczenia wód powierzchniowych metalami ciężkimi i związkami organicznymi: farmaceutykami, narkotykami i pestycydami

NAUKA – artykuły przede wszystkim o charakterze przeglądowym, adresowane do osób zainteresowanych naukami przyrodniczymi – dotyczą głównie zagadnień biologii i biochemii, ale mogą też obejmować problematykę pozostałych dyscyplin przyrodniczych. W naszym zamierzeniu mają zarówno dostarczyć rzetelną wiedzę, jak i skłonić do dyskusji, jakie treści i w jakiej formie warto proponować nauczycielom, by pomóc im w nauczaniu. Sprawia to, że dział ten ma charakter przede wszystkim pedagogiczny.

narzędzia dydaktyczne
pomysły
scenariusze zajęć
SZKOŁA
jak uczyć
narzędzia w internecie
jak zainteresować zadania

- 41 Anna Markowska
Inne spojrzenie na świat – kartograficzne anamorfozy powierzchni
- 52 Enzo B. Arévalo-García
Making science more interesting, easy to learn and (hopefully) enjoyable
- 58 Katarzyna Kubaś, Marta Sowińska
Od poczęcia do śmierci SCENARIUSZ
- 73 Agnieszka Romaneczko
Manifest ekologiczny XXI wieku SCENARIUSZ
- 80 Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych IBE
Nowe zadania PPP

SZKOŁA – artykuły lub materiały przedstawiające rozmaite źródła informacji (np. serwisy i kursy internetowe), uwarunkowania nauczania (m.in. prawne i społeczne), a także metody pracy z uczniami, konspekty i scenariusze lekcji. W każdym numerze – najnowsze zadania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE.

recenzje
wydarzenia
informacje
KRÓTKO
najnowsze odkrycia

- 87 Recenzja książki:
Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności. Podręcznik akademicki
- 88 Dydaktyka..., ale jaka?
(relacja z konferencji w Gdańsku)
- 90 Nowości ze świata nauki
– *Francuska ekspedycja na „Kontynent Śmieci”*
– *Wieża z nicieni*

W ZAŁĄCZNIKU – MATERIAŁY

szukuje się ważne wydarzenie?
poinformuj nas o nim
ebis@ibe.edu.pl

KRÓTKO – recenzje (książek, a nawet płyt z muzyką), zapowiedzi wydarzeń i relacje z nich, depesze o nowościach ze świata nauki oraz dyskusje i komentarze.

Redakcja

Redaktor naczelny: Takao Ishikawa

Sekretarz redakcji: Marcin Trepczyński

Redaktorzy merytoryczni:

Urszula Poziomek, Jolanta Korycka-Skorupa

Kontakt z redakcją i propozycje tekstów: ebis@ibe.edu.pl

Strona internetowa: ebis.ibe.edu.pl

Adres redakcji: ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

Rada naukowa

przewodniczący Rady: prof. zw. dr hab. Adam Kołataj
(Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, Jastrzębiec),

zast. przewodniczącego: prof. dr hab. Katarzyna Potyrała
(Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie),

a także: dr hab. Ondrej Hronec (Uniwersytet w Presowie, Słowacja),
prof. dr hab. Daniel Raichvarg (Uniwersytet Burgundzki w Dijon,
Francja), prof. dr hab. Valerij Rudenko (Wydział Geograficzny,
Uniwersytet w Czerniowcach, Ukraina),
prof. zw. dr hab. Wiesław Stawiński (emerytowany profesor
Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie),
dr Renata Jurkowska (Uniwersytet w Stuttgartu, Niemcy)

Poza radą czasopismo posiada również zespoły doradcze oraz stałych recenzentów – zob. na stronie: ebis.ibe.edu.pl

Wydawnictwo

Wydawca: Instytut Badań Edukacyjnych,
ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

Projekt okładki: Marcin Broniszewski

Redakcja techniczna: Elżbieta Gątarek

Skład i łamanie: Marcin Trepczyński

czasopismo punktowane: 5 punktów,
indeksowane w bazach CEJSH i Index Copernicus

wersją referencyjną czasopisma jest wydanie elektroniczne
opublikowane na stronie: ebis.ibe.edu.pl

Od redakcji

Takao Ishikawa

Szanowni Państwo,

wakacje zbliżają się wielkimi krokami. W ostatniej chwili przed momentem, w którym opuszczą Państwo mury swoich szkół i uczelni, dostarczamy Państwu numer 2014/2 Edukacji Biologicznej i Środowiskowej.

Ten numer EBiŚ jest wyjątkowo bogaty w artykuły z działu NAUKA. Są w nim artykuły dotyczące bardzo różnych dziedzin w biologii. Od fizjologii roślin po prawne aspekty patentowania genów. Dział NAUKA otwiera artykuł o mukowiscydozie. Często słyszymy o tej chorobie ze względu na to, że jest ona najczęściej występującą chorobą genetyczną w polskiej populacji. Artykuł podsumowuje najważniejsze informacje dotyczące tej choroby. Sądzę, że będzie to dobre źródło do czerpania wiedzy, także pod względem przygotowania lekcji dotyczącej chorób genetycznych. Zupełnie inną dziedzinę wiedzy opisuje artykuł mgr Joanny Uchańskiej. Dotyczy on patentowania genów. Przy tej okazji serdecznie polecam Państwu także lekturę artykułu sprzed roku (nr 2013/2) pt. „Bioróżnorodność a ochrona patentowa” tej samej Autorki. Oba artykuły przybliżą Państwu

czasem zaskakujące powiązania między biologią i prawem patentowym. Jeśli interesują Państwa inne aspekty biologii, jestem pewien, że artykuł o życiu w ekstremalnych warunkach będzie odpowiednim wyborem. Nie ulega wątpliwości, że biologia to fascynująca dziedzina nauki, ale żeby aż tak? Zapraszam do zapoznania się z tym artykułem – z pewnością zafascynują się Państwo na nowo tą dziedziną nauki.

W dziale SZKOŁA mamy dla Państwa artykuł pracowników Instytutu Badań Edukacyjnych o analogiach i metaforach w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. Sądzę, że wielu z nas stosuje lub stosowało podobne metody, ale zawsze dobrze jest spojrzeć na ten problem w sposób obiektywny. Lektura tego artykułu na pewno zapewni Państwu refleksję o tym, jak skutecznie uczyć swoich podopiecznych. Polecam także artykuł pt. „Inne spojrzenie na świat – kartograficzne anamorfozy powierzchni”. Bioldzy, zwłaszcza środowiskowi, stosunkowo często korzystają z map. Sądzę, że artykuł pozwoli spojrzeć na mapy bardziej świadomie i wykorzystać odpowiednie dane kartograficzne do osiągnięcia swoich celów naukowych lub dydaktycznych.



Jak zwykle, zachęcam również Państwa do zapoznania się z naszą stroną internetową. Jeśli uczą Państwo przyrody, biologii lub wychowania do życia w rodzinie, do 15 lipca czekamy na scenariusze lekcji pt. „Moja lekcja o seksualności człowieka”. To właśnie na naszej stronie znajdują Państwo łącze do szczegółowych informacji na temat konkursu i jego regulaminu. Serdecznie zachęcamy Państwa do lektury naszego kwartalnika, a także do wzięcia udziału w konkursie.

Już teraz życzę Państwu udanych wakacji!

Takao Ishikawa

Poliaminy – być albo nie być dla rośliny

Katarzyna Ciąčka, Urszula Krasuska

zgodność z PP – zob. s. 9

Streszczenie:

Putrescyna (Put), spermidyna (Spd) oraz spermina (Spm) należą do klasycznych poliamin (PA), występujących u wszystkich żywych organizmów. W przypadku roślin związki te znane są przede wszystkim z dobroczynnej roli, którą odgrywają podczas stresów biotycznych i abiotycznych, jednak pełnią również szereg innych ważnych funkcji, umożliwiających prawidłowe funkcjonowanie komórek. Oprócz bezpośredniego wpływu na procesy życiowe komórki, coraz liczniejsze badania wskazują na współdziałanie PA z cząsteczkami sygnałowymi takimi jak nadtlenuk wodoru (H_2O_2) i tlenek azotu (NO) w ścieżkach transdukcji sygnałów. Zarówno nadmiar jak i brak PA negatywnie wpływa na losy komórki, stąd też istotna jest regulacja biosyntezy i degradacji PA warunkująca ich równowagę. Niniejsza praca stanowi przegląd wiadomości na temat PA i ich oddziaływania na życie roślin.

Słowa kluczowe: nadtlenuk wodoru, metabolizm poliamin, tlenek azotu, putrescyna, spermidyna, spermina

otrzymano: 30.03.2014; przyjęto: 18.06.2014; opublikowano: 30.06.2014



mgr Katarzyna Ciąčka: Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa



dr Urszula Krasuska: Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Autorzy składają podziękowania dr hab. Agnieszce Gniazdowskiej za cenne uwagi i dyskusję podczas przygotowywania manuskryptu. Praca powstała podczas realizacji projektów badawczych NCN NN 303821840 oraz UMO-2013/09/N/NZ9/01619.

Wstęp

Poliaminy (PA) to związki organiczne powszechnie występujące w świecie roślin, zwierząt oraz mikroorganizmów. Wyniki pierwszych badań prowadzonych nad PA są starsze od doświadczeń dotyczących kwasów nukleinowych. Historia tych wszechobecnych związków sięga 1674 roku, w którym Antonie van Leeuwenhoek przy pomocy prymitywnego mikroskopu zlokalizował w ludzkim nasieniu (spermie) substancję o charakterze krystalicznym, wiele lat później nazwaną sperminą (Spm) (Bachrach, 2010).

Początkowo badania podejmujące temat PA nie spotkały się z zainteresowaniem naukowców. Najwcześniejsze doniesienia dotyczące PA datują się na 1888 rok, jednak bardziej znaczące publikacje pojawiły się dopiero w połowie XX w. Najpierw badania nad rolą PA prowadzono na materiale zwierzęcym, a poznane mechanizmy działania tych związków przenoszono na inne organizmy, w tym rośliny (Kubiś, 2006). Pierwszą PA odkrytą u roślin była putrescyna (Put), zidentyfikowana w 1911 roku u bielunia dziędzierzawy (*Datura stramonium* L.), a następnie w 1948 roku w soku pomarańczy (Bachrach, 2010).

PA, biogenne aminy alifatyczne, są związkami niskocząsteczkowymi, zawierającymi dwie lub więcej grupy aminowe ($-NH_2$) (Sempruch, 2008). W fizjologicznym pH stanowią polikationy azotowe, co warunkuje ich aktywność biologiczną. Dzięki dodatnio naładowanym grupom aminowym ($-NH_2$) lub iminowym ($C=NR$) posiadają zdolność wiązania się z anionowymi grupami fosforanowymi w kwasach nukleinowych, fosfolipidach bądź fosfoproteinach lub grupami karboksylowymi polisacharydów, peptydów bądź kwaśnych białek. Efektem tych oddziaływań jest zmiana konformacji lub aktywności makrocząsteczek lub stabilizacja ich struktury (Sobieszczyk-Nowicka i Legocka, 2007).

PA należą do grupy związków określanych jako regulatory wzrostu i rozwoju roślin. Nie można ich zaliczyć do fitohormonów, gdyż nie spełniają wszystkich kryteriów wymaganych dla klasycznych hormonów (Kopcewicz i Lewak, 2013). Przede wszystkim, występują w komórkach w stężeniach o wiele wyższych niż hormony roślinne (Kubiś, 2006), a aktywność wykazują w stężeniu milimolarnym, a nie mikromolarnym jak to ma miejsce w przypadku fitohormonów (Sobieszczyk-Nowicka i Legocka, 2007).

PA występują naturalnie w trzech formach. Związki te mogą pozostawać w postaci wolnych zasad, które jednak stanowią najmniejszą część ogólnej puli PA (ok. 7-10%). Wolne PA zlokalizowane są przede wszystkim w cytozolu oraz w jądrze komórkowym (Sempruch, 2008). Mogą też występować jako formy skoniugowane, czyli związane z małymi cząsteczkami. W komórkach około 90% zawartości PA to ich amidowe połączenia z kwasami fenylopropenowymi, np. kwasem cynamonowym. Ponadto PA mogą łączyć się z makrocząsteczkami np. z białkami lub kwasami nukleinowymi jako tzw. formy związane. W komórkach roślin PA znajdują się na terenie cytoplazmy, apoplastu, w wakuolach, chloroplastach, mitochondriach i jądrze komórkowym (Sempruch, 2008).

Podstawowymi PA występującymi u roślin są: putrescyna (Put), spermidyna (Spd), spermina (Spm), agmatyna oraz kadaweryna (Cad), która występuje jedynie u niektórych gatunków roślin (Krasuska i wsp., 2012). Put (diamina), Spd (triamina) i Spm (tetraamina) (ryc. 1) najczęściej występują w komórkach i prawdopodobnie z tego powodu najczęściej są badane. Nazwy tych trzech PA wywodzą się od źródła ich identyfikacji. Put wiązano z zapachem gnijącego mięsa (ang. *putrefying flesh*), natomiast Spm i Spd po raz pierwszy odkryto w ludzkiej spermie (Yamasaki i Cohen, 2006).

Metabolizm poliamin

Stężenie poszczególnych PA jest regulowane poprzez ich metabolizm, czyli syntezę i degradację.

Synteza poliamin

Prekursorem w syntezie podstawowych PA u roślin jest arginina (Arg), jeden z aminokwasów białkowych. Zostaje ona przekształcona (poddana dekarboksylacji) do agmatyny w wyniku aktywności dekarboksylazy argininy (ADC, EC 4.1.1.19) (ryc. 2). Alternatywnie, dzięki aktywności arginazy (EC 3.5.3.1) Arg ulega przekształceniu do ornityny (Orn). Agmatyna i Orn są uważane za związki stanowiące punkt wyjścia w syntezie PA, ponieważ powstaje z nich Put – pierwsza z PA.

Dekarboksylaza ornityny (ODC, EC 4.1.1.17) katalizuje reakcję przekształcenia Orn do Put. Natomiast powstawanie Put z agmatyny jest procesem dwuetapowym. Pierwszym produktem reakcji katalizowanej przez iminohydrolazę agmatyny jest *N*-karbamoiloputrescyna. Produkt wyżej wymienionej reakcji pod wpływem aminohydrolazy *N*-karbamoiloputrescyny jest przekształcany do Put. Ponadto agmatyna w szlaku biosyntezy PA może ulegać hydrolizie w wyniku aktywności ureohydrolazy agmatyny (agmanitazy). Powszechnie uważa się, że szlak syntezy Put *via* Orn jest dominujący raczej u zwierząt i grzybów. U niektórych roślin synteza Put może być głównie związana z aktywnością ADC, np. u rzodkiewnika (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) wyniki analiz na poziomie molekularnym wykazały brak genów kodujących ODC, ale za to obecność dwóch genów, których produktem ekspresji jest ADC (Kusano i wsp., 2007). Warto jednak dodać, że u innych roślin, np. w tkance kalusowej jabłoni (*Malus domestica* Borkh.), a także w siewkach pomidora (*Solanum lycopersicum* L.) wykazano zarówno obecność genu kodującego ODC jak i aktywność enzymu (Hao i wsp., 2005).

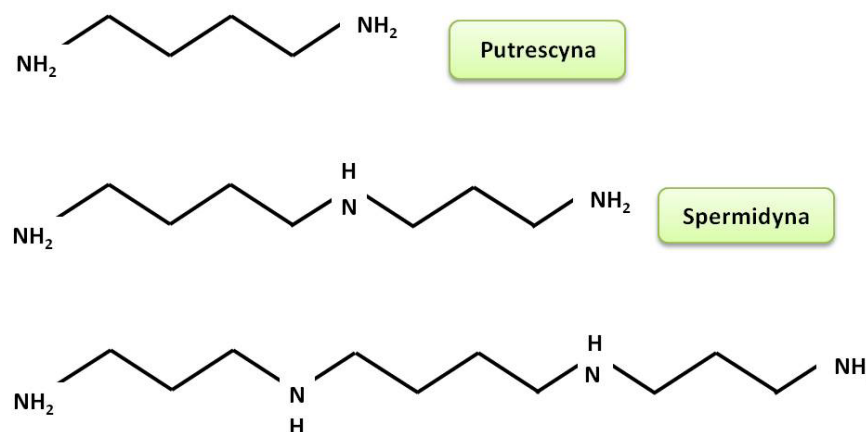
Dalsze etapy biosyntezy PA są powiązane ze szlakiem biosyntezy etylenu (jednego z klasycznych hormonów roślinnych) (ryc. 2). Łącznikiem wspomnianych wyżej dróg metabolicznych jest dekarboksylowana *S*-adenozylometionina (dcSAM). Związek ten powstaje w reakcji dekarboksylacji *S*-adenozylometioniny (SAM) (prekursora etylenu) katalizowanej przez dekarboksylazę *S*-adenozylometioniny (SAMDC, EC 4.1.1.50). Dekarboksylowana SAM stanowi donor grupy aminopropylowej, niezbędnej do syntezy Spd oraz Spm. Syntaza Spd (SPDS, EC 2.5.1.16) katalizuje reakcję przekształcenia Put do Spd, która następnie w wyniku aktywności syntazy Spm (SPMS, EC 2.5.1.22) zostaje wykorzystana do syntezy Spm (Sobieszczuk-Nowicka i Legocka, 2007).

Degradacja i homeostaza poliamin

Wyniki wielu badań pozwoliły wykazać, że wysokie stężenie PA może być szkodliwe dla komórek roślinnych. Z tego powodu istotna jest precyzyjna regulacja zawartości tych związków w komórkach (Kusano i wsp., 2007).

W komórkach roślinnych mechanizm kontrolujący stężenie PA związany jest z regulacją ekspresji genu kodującego enzym SAMDC, niezbędny w szlaku biosyntezy PA. Gen ten zawiera dodatkowo dwa elementy kodujące regulatory translacji działające w sposób zależny od stężenia PA w komórce. Jeden z produktów powoduje represję genu w warunkach wysokiego stężenia PA, natomiast drugi z nich stymuluje translację, gdy zawartość PA jest niska (Kusano i wsp., 2007). Ponadto w komórkach zwierzęcych zidentyfikowano białko wiążące się do ODC, sprzyjające degradacji enzymu przy udziale proteasomu. Choć nie stwierdzono występowania takiego białka w komórkach roślinnych, w siewkach jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.) zaobserwowano obecność białek wiążących się do enzymu i hamujących jego aktywność (Koromilas i Kyriakidis, 1988).

Inną drogą regulacji stężenia PA w komórkach jest ich degradacja (ryc. 2). W komórkach roślinnych katabolizm PA zachodzi na drodze ich utleniania, w wyniku aktywności oksydaz aminowych (AO): oksydazy poliaminowej (PAO, EC 1.5.3.11) oraz oksydazy dwuaminowej (DAO, EC 1.4.3.6) (Moschou i Roubelakis-Angelakis, 2014). Zarówno DAO jak i PAO należą do



Ryc. 1. Wzory strukturalne podstawowych PA

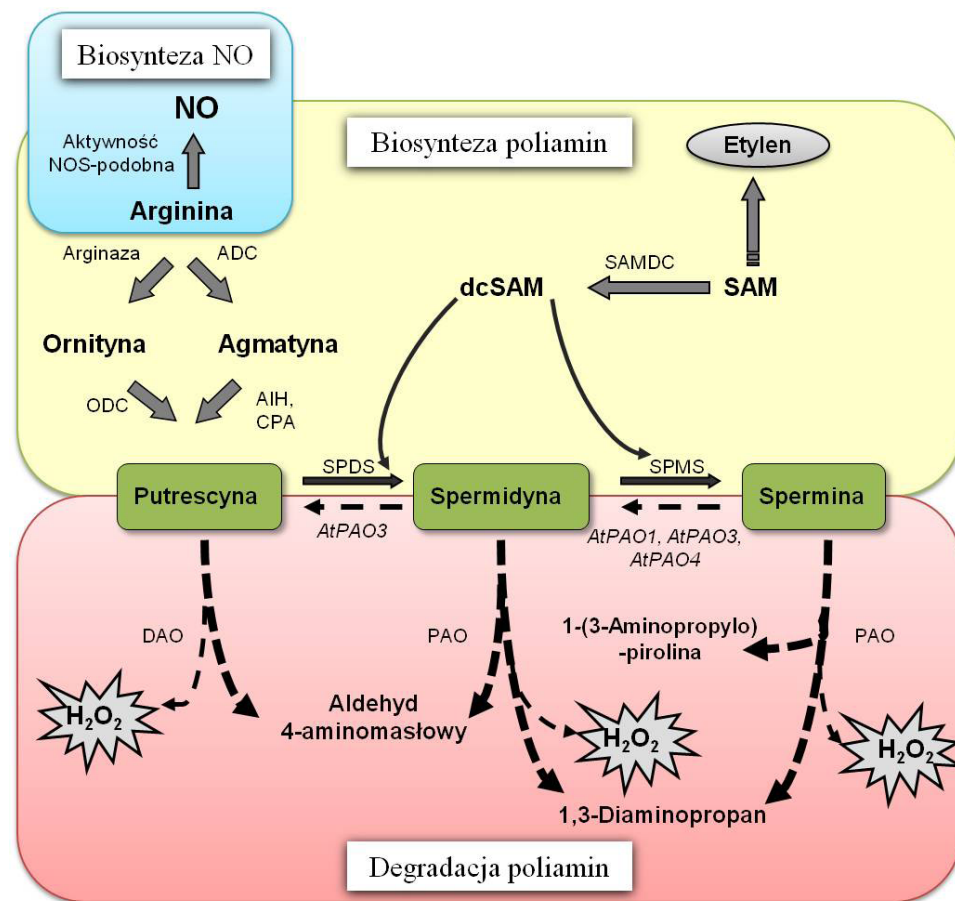
enzymów powszechnie występujących w apoplasmie. PAO zlokalizowana jest także w wakuolach, peroksyzomach i cytoplazmie (Angelini i wsp., 2010; Tavladoraki i wsp., 2006). Cząsteczki DAO są homodimerami, wyróżniającymi się obecnością jonów miedzi w każdej podjednostce (Angelini i wsp., 2010). Enzym ten odpowiada głównie za utlenianie Put i kadaweryny (Moschou i Roubelakis-Angelakis, 2014). Natomiast, PAO należy do monomerycznych enzymów wielkości około 53-60 kDa (Moschou i wsp., 2012). W przeciwieństwie do DAO wiąże niekowalencyjnie w centrum aktywnym dinukleotyd flavinowy (FAD), co z kolei powoduje odmienny sposób przyłączania substratu do DAO. Może to stanowić przyczynę różnic pomiędzy DAO i PAO pod względem preferowanego substratu (Angelini i wsp., 2010). PAO katalizuje reakcję utleniania Spd oraz Spm (Moschou i Roubelakis-Angelakis, 2014). U rzodkiewnika wykazano dodatkowo, że PAO może uczestniczyć w przekształcaniu Spm do Spd i Spd do Put (ryc. 2) (Tavladoraki i wsp., 2006; Moschou i wsp., 2008; Kamada-Nobusada i wsp., 2008). W wyniku katabolicznych przekształceń PA powstają związki takie jak: aldehyd 4-aminomasłowy, 1,3-diaminopropan, 1-(3-aminopropyl)-pirolina (ryc. 2). Wszystkie te reakcje mają charakter oksydacyjny, wymagają obecności tlenu cząsteczkowego oraz prowadzą do wytwarzania nadtlenu wodoru (Angelini i wsp., 2010).

W komórkach występuje też N¹-acetylotransferaza Spd/Spm (SSAT). Jest to enzym odpowiadający za acetylację Spd lub Spm, które w tej formie podlegają utlenieniu w reakcji katalizowanej przez PAO. Jednak w przypadku roślin, w przeciwieństwie do komórek zwierzęcych przeważa droga katabolizmu PA niezależna od SSAT, gdyż roślinne PAO preferencyjnie utleniają wolną Spm, a nie jej acetylowaną pochodną (Moschou i wsp., 2008; Ono i wsp., 2012; Moschou i Rudelakis-Angelakis, 2014).

Ryc. 2. Schemat biosyntezy i degradacji poliamin (PA) z uwzględnieniem konkurencji z drogami biosyntezy etylenu i tlenku azotu (NO)

W szlaku degradacji poliamin zaznaczono dodatkowo udział PAO kodowanych przez *AtPAO1*, *AtPAO3*, *AtPAO4* w przemianie Spm do Spd i Spd do Put charakterystyczny dla tkanek rzodkiewnika (Tavladoraki i wsp., 2006; Moschou i wsp., 2008a; Kamada-Nobusada i wsp., 2008).

Oznaczenia metabolitów: dcSAM – dekarboksylowana SAM, SAM – S-adenozylometionina. Oznaczenia enzymów: ADC – dekarboksylaza argininy, AIH – iminohydrolaza agmatyny, CPA – aminohydrolaza N-karbamiloiloputrescyny, DAO – oksydaza diaminowa, NOS – syntaza NO, ODC – dekarboksylaza ornityny, PAO – oksydaza poliaminowa, SAMDC – dekarboksylaza S-adenozylometioniny, SPDS – syntaza Spd, SPMS – syntaza Spm.



Fizjologiczne znaczenie poliamin

W komórkach roślinnych PA wykazują szerokie spektrum działania. Dla wielu badaczy jest ono szczególnie interesujące, gdyż jak dotąd nie stwierdzono występowania specyficznych receptorów tych regulatorów wzrostu i rozwoju (Tun i wsp., 2006). Wykazano jednak, że mogą one bezpośrednio wiązać się z kanałami

jonowymi, głównie potasowymi, powodując ich inaktywację (Takahashi i Kakehi, 2010 i cytowane tam prace). PA współuczestniczą w wielu procesach fizjologiczno-metabolicznych i w utrzymaniu żywotności komórek. Biorą udział w replikacji, transkrypcji, translacji, podziałach komórkowych, interakcjach między białkami, a kwasami nukleinowymi oraz w odpowiedzi roślin na czynniki stresowe.

Jonowa natura tych związków warunkuje ich funkcje. Im PA zawiera w swojej cząsteczce więcej grup $-NH_2$, tym łatwiej oddziałuje z innymi cząsteczkami, ponieważ energia wiązania wzrasta proporcjonalnie do liczby ładunków dodatnich; stąd najniższą reaktywnością charakteryzuje się Put, a najwyższą Spm (Seiler i Raul, 2005). Dzięki dodatnio naładowanym grupom $-NH_2$, PA z łatwością oddziałują z grupami fosforanowymi kwasów nukleinowych. Umożliwia to stabilizację podwójnej helisy DNA oraz zakończeń pętli kwasów rybonukleinowych (tRNA, mRNA, rRNA) (Sobieszczuk-Nowicka i Legocka, 2007). Wyniki badań wykazały większą podatność chromatyny na degradację w wyniku aktywności nukleaz w warunkach niskiego stężenia PA. Coraz częściej mówi się o wpływie PA na ekspresję genów, w tym na ekspresję tych, kodujących czynniki transkrypcyjne (Seiler i Raul, 2005). Związki te oddziałując z kwasami nukleinowymi i innymi polianionami, regulują biosyntezę kwasów nukleinowych oraz białek. W wyniku tego, stymulują różnicowanie komórek, ich wzrost oraz proliferację oraz korzystanie wpływają na agregację rybosomów w czasie translacji (Jabłońska-Trypuć i Czerpak, 2007). Wykazano również, że PA oddziałując z niektórymi enzymami (np. H^+ -ATPazą) mają wpływ na ich aktywność (Garufi i wsp., 2007).

PA uczestniczą także w procesach morfogenezy. Znany jest ich udział w rozwoju kwiatów i kwitnieniu. Mutanty rzodkiewnika charakteryzujące się niskim stężeniem PA (Spd i Spm) wykazywały anomalie rozwojowe związane z zahamowaniem podziałów komórkowych w merystemie generatywnym, co powodowało zmniejszenie liczby kwiatów (Sobieszczuk-Nowicka i Legocka, 2007). U wielu roślin PA odpowiedzialne są za nadawanie zapachu kwiatom, co przyciąga owady zapylające. W przypadku roślin z rodziny obrazkowatych (*Araceae*), PA nadają kwiatom nieprzyjemny zapach (Jabłońska-Trypuć i Czerpak, 2007).

Oprócz udziału PA w kwitnieniu, zaobserwowano również ich rolę w formowaniu i dojrzewaniu owoców. PA pełnią ważną funkcję podczas wczesnej fazy wzrostu owoców, co wiąże się z ich wpływem na podziały komórkowe (Kumar i Rajam, 2004). Wysoka zawartość PA w owocach jest skorelowana z obniżeniem syntezy etylenu, wynikającym z konkurencji o SAM pomiędzy szlakiem biosyntezy PA i etylenu (ryc. 2). Niska zawartość etylenu, powszechnie uznanego za hormon starzenia, powoduje opóźnienie dojrzewaniem owoców (Liu i wsp., 2006).

Powszechnie uważa się, że PA spełniają ważną rolę w adaptacji roślin do niekorzystnych warunków środowiskowych (Kuznetsov i Shevyakova, 2007). Działanie tych czynników stresowych prowadzi do zmian w strukturze błon komórkowych, a także zmian w procesach fizjologicznych składających się na metabolizm komórkowy. Powoduje to z kolei zmiany w ekspresji wielu genów, a więc w syntezie białek i innych metabolitów. Zatem synteza PA jako reakcja rośliny na stres jest przystosowaniem do niekorzystnych warunków środowiska (Takahashi i Kakehi, 2010 i cytowane tam prace). Funkcje ochronno-stabilizujące PA odnoszą się do lipidów błon cytoplazmatycznych, białek i kwasów nukleinowych, co związane jest z hydrofilnością PA. Cytoprotekcyjna rola PA wynika także z ich zdolności do obniżania potencjału wody w komórce, co jest szczególnie istotne w przypadku stresów, wywołujących dehydratację komórek (Kuznetsov i Shevyakova, 2007).

Dotychczasowe badania wykazały, że wzrost stężenia PA skorelowany jest z odpowiedzią rośliny na stres solny, osmotyczny, ale i nadmiar lub brak światła, chłód, promieniowanie UV-C, obecność metali ciężkich, uszkodzenia mechaniczne, niedobór tlenu lub potasu. Zwiększona biosynteza PA podczas stresów abiotycznych ma na celu złagodzenie ujemnych skutków działającego czynnika (Bouchereau i wsp., 1999, Takahashi

i Kakehi, 2010). Ponadto zaobserwowano wzrost zawartości Put, Spd i Spm w komórkach roślinnych w wyniku stresów biotycznych, głównie infekcji wirusowych (Jabłońska-Trypuć i Czerpak, 2007). Spm prawdopodobnie bierze udział w aktywacji mechanizmów obronnych rośliny przeciw patogenom. Powstały dwie teorie wyjaśniające jej regulacyjny wpływ. Pierwsza dotyczy nadtlenu wodoru, który pełni rolę cząsteczki sygnałowej i powstaje jako produkt uboczny procesów utleniania PA (Kusano i wsp., 2007). Spm poprzez H_2O_2 może regulować ekspresję genów odpowiedzialnych między innymi za mechanizmy obronne (Angelini i wsp., 2010). Inny mechanizm aktywacji szlaków obronnych prawdopodobnie jest związany z przemieszczaniem jonów Ca^{2+} , znanych z roli sygnałowej w komórkach roślin. Uważa się, że Spm może pełnić rolę regulatora zamykającego kanały jonowe (Sempruch, 2008; Takahashi i Kakehi, 2010).

PA przypisuje się również wpływ na regulację zawartości reaktywnych form tlenu (ROS) w komórkach, ponieważ mogą one działać jako przeciwutleniacze. Właściwość ta jest szczególnie ważna w warunkach sprzyjających indukcji stresu oksydacyjnego, związanego z nagromadzeniem ROS (Kuznetsov i Shevyakova, 2007). Efektywność procesu zmiatania ROS przez PA wzrasta wraz ze wzrastającą liczbą grup $-NH_2$. Obniżenie stężenia ROS może być też wynikiem oddziaływania PA na aktywność enzymów uczestniczących w ich usuwaniu, np. dysmutazy ponadtlenukowej, peroksydazy lub katalazy (Kubiś, 2003; 2005). Taką zależność wykazano u sosny wirginijskiej (*Pinus virginiana* Mill.) w warunkach stresu zasolenia (Tang i Newton, 2005).

O powiązaniu PA z ROS świadczy chociażby to, że H_2O_2 może powstawać jako produkt aktywności DAO i PAO (ryc. 2) (Angelini i wsp., 2010). Przewaga anabolizmu nad katabolizmem PA sprzyja procesom życiowym komórek, w przeciwnym wypadku może dochodzić

do programowanej śmierci komórki (PCD) (Angelini i wsp., 2010). Moschou i Roubelakis-Angelakis (2014) zaobserwowali udział znajdującej się w apoplacie PAO w generowaniu PCD podczas stresu zasolenia. W wyniku aktywności tego enzymu w apoplacie zawiesiny komórkowej tytoniu (*Nicotiana tabacum* L.) dochodziło do utleniania Spd. Proces ten wiązał się z uwalnianiem H_2O_2 indukującego PCD.

Wzrost zawartości H_2O_2 w wyniku działania AO odnotowuje się podczas różnych etapów rozwoju i różnicowania oraz w reakcjach obronnych roślin. Wzrost aktywności PAO i tym samym wzmożona synteza H_2O_2 pośrednio sprzyja wzmocnieniu i usztywnianiu ściany komórkowej przez jej lignifikację i suberynizację, co utrudnia rozprzestrzenianie się patogenów (Angelini i wsp., 2010). Wykazano ponadto, że utlenione pochodne PA odznaczają się silnymi właściwościami antybakteryjnymi i zdolnością do inaktywacji wirusów (Bachrach, 2007).

Niewyjaśnioną w pełni kwestią jest regulacja aktywności PAO w komórkach różnych gatunków roślin. Aktywność PAO jako kluczowy element katabolizmu PA wpływa na losy komórki, zatem czynniki modyfikujące ce jego aktywność mają ogromne znaczenie w utrzymaniu homeostazy całej rośliny. Wykazano, że czynnikami regulującymi aktywność PAO jest m.in. tlenek azotu (NO). Niestety wciąż nie poznano molekularnego mechanizmu oddziaływania NO na aktywność PAO (Angelini i wsp., 2010).

Udział poliamin w kiełkowaniu nasion

Pierwszym kluczowym etapem ontogenezy roślin jest kiełkowanie nasion. Prawidłowy przebieg tego procesu warunkowany przez czynniki środowiskowe (dostępność wody, temperatura, światło), jak również podlegający ścisłej regulacji przez hormony roślinne

i regulatory wzrostu – w tym PA – decyduje o dalszym rozwoju organizmu. PA występują w nasionach wszystkich gatunków roślin, jednak ich ilość i pełniona funkcja różni się znacznie, w zależności od genotypu rośliny. Wyniki dotychczasowych badań dowodzą istotnej roli PA w przełamaniu spoczynku i kiełkowaniu nasion, jednak rola poszczególnych PA jest odmienna (Sobieszczuk-Nowicka i Legocka, 2007). Dla przykładu, Spm w niewielkim stopniu stymulowała kiełkowanie nasion komonicy (*Lotus japonicus* L.), podczas gdy hamowała kiełkowanie zarodków jabłoni (*Malus domestica* Borkh.) (Krasuska i wsp., 2014).

Zmiany zawartości PA mogą dotyczyć przemian jakie zachodzą w rozwijającym się zarodku (wydłużanie komórek lub podziały komórkowe). PA mogą stabilizować błony komórkowe w czasie imbibicji. Faza ta jest związana z gwałtownym pobieraniem wody, co skutkuje uszkodzeniem błon komórkowych (obserwowanych jako wzrost przepuszczalności elektrolitycznej błon). Ponadto, katabolizm PA dostarcza ROS. Związki te są niezbędne do przełamania spoczynku i stymulacji kiełkowania nasion (Krasuska i wsp., 2011).

Wpływ PA na kiełkowanie nasion zależy od rodzaju tych związków, ich stężenia oraz formy w jakiej występują. Działanie PA uzależnione jest od głębokości spoczynku nasion. U niespoczynkowych nasion jak i w spoczynkowych zarodkach jabłoni egzogenne Spd i Put stymulowały kiełkowanie, podczas gdy Spm hamowała ten proces (Krasuska i wsp., 2014). Co więcej wykazano, że Spm hamowała produkcję etylenu w zarodkach izolowanych z nasion jabłoni (Lewak, 2011 i cytowane tam prace). U spoczynkowych nasion słonecznika (*Helianthus annuus* L.) obecność Put i Spd wspomagała kiełkowanie i przyspieszała wzrost siewki (Krasuska i wsp., 2012). Podczas embriogenezy w ziarniakach pszenicy (*Triticum aestivum* L.) najwyższe stężenie Put było powiązane ze zwiększeniem intensywności podziałów ko-

mórkowych, natomiast obniżenie zawartości Put miało miejsce, gdy wzrost komórek przewyższał procesy podziału (Peeters i wsp., 1993).

Określone stężenie poszczególnych PA może stanowić znacznik jakości nasion. Jak wykazano dla nasion kukurydzy (*Zea mays* L.) największe znaczenie dla zdolności do kiełkowania miały wolne PA takie jak Spm i Spd, które ulegały nagromadzeniu podczas dojrzewania (Cao i wsp., 2010).

Współdziałanie poliamin i tlenu azotu

Oprócz bezpośredniego działania PA w komórkach organizmów żywych dla ich funkcjonowania ważny jest także aktywowany przez PA komórkowy system przekazywania sygnału. W przypadku PA obejmuje on inne związki sygnałowe, takie jak omawiany wcześniej H_2O_2 (Neill i wsp., 2002), a także NO (Yamasaki i Cohen, 2006). Ten ostatni uczestniczy w regulacji większości procesów fizjologicznych roślin, zaczynając od kiełkowania nasion, a kończąc na starzeniu owoców (Gniazdowska 2004). NO jest też cząsteczką uruchamiającą kaskadę sygnalizacyjną w reakcji roślin na stresy biotyczne oraz sprzyja modyfikacjom metabolicznym warunkującym odporność na stresy abiotyczne (Wimalasekera i wsp., 2011). Porównując wyniki dotychczasowych badań dotyczących udziału PA i NO w procesach wzrostu i rozwoju roślin można wykazać wzajemne oddziaływanie (ang. cross-talk) tych regulatorowych cząsteczek (Wimalasekera i wsp., 2011). Powiązanie dróg metabolicznych NO i PA ma miejsce na etapie konkurencji obu regulatorów o wspólny prekursor Arg (ryc. 2). Udział enzymu podobnego do występującej u ssaków syntazy NO (NOS) w biosyntezie NO u roślin, wykorzystującego Arg jako substrat, zdają się potwierdzać doświadczenia z zastosowaniem charakterystycznych inhibitorów NOS (Wimalasekera i wsp., 2011). Jednak jedynym do

tej pory organizmem roślinnym, u którego potwierdzono obecność i aktywność NOS jest zielenica *Ostreococcus tauri* (Foresi i wsp., 2010).

Wzrost zainteresowania wzajemnymi oddziaływaniami NO i PA szczególnie można było zaobserwować po ukazaniu się pracy Tun i wsp. (2006), w której wykazano, że w siewkach rzodkiewnika można uruchomić produkcję NO przez PA. Zwiększona emisja NO z tkanek poddanych działaniu PA sugeruje obecność dodatkowego, niezidentyfikowanego do tej pory szlaku syntezy NO (Krasuska i wsp., 2014). Wiele osób zajmujących się oddziaływaniem NO i PA uważa, że DAO i PAO mogą być odpowiedzialne za syntezę NO. Jednak produktem aktywności DAO i PAO jest przede wszystkim H_2O_2 , cząsteczka sygnałowa, która wraz z NO uczestniczy w odpowiedzi roślin na bodźce środowiskowe (Wang i wsp., 2010). Z licznych danych literaturowych wiadomo również, że miejsca syntezy ROS i NO pokrywają się. Ponadto okazuje się, niektóre cząsteczkowe antyoksydanty np. glutation, uczestniczą w modulacji stężenia ROS, jak również są zaangażowane w kontrolę zawartości reaktywnych form azotu (Corpas i wsp., 2013).

Szereg procesów w organizmach roślinnych podlega modyfikacjom zarówno pod wpływem działania PA, jak i NO (Wimalasekera i wsp., 2011). Wyniki licznych badań wykazały, że PA odgrywają istotną rolę w procesie embriogenezy. W przypadku marchwi zwyczajnej (*Daucus carota* L.) proces formowania zarodka był hamowany poprzez zastosowanie inhibitorów syntezy Spd (Wimalasekera i wsp., 2011). Ponadto wykazano, że wprowadzenie PA do kultur *Ocotea catharinensis*, zmieniło zawartość NO w somatycznych zarodkach tych roślin, co sugeruje, że szlak syntezy tego gazu (indukowany PA) odgrywa kluczową rolę podczas embriogenezy (Santa-Catarina i wsp., 2007).

Wyniki badań prowadzonych nad wytwarzaniem korzeni bocznych wykazały stymulującą rolę NO w tym

procesie (Pagnussat i wsp., 2002). PA są związkami regulującymi rozwój korzenia głównego oraz formowanie korzeni bocznych, a zmiany stężenia PA mają negatywne skutki na rozwój korzeni (Couëe i wsp., 2004). Sugeruje to współdziałanie PA i NO w kształtowaniu architektury korzenia.

Obie cząsteczki (PA i NO) uczestniczą w regulacji procesu starzenia. Badania przeprowadzone m.in. na ogórku (*Cucumis sativus* L.) i brokułach (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) wykazały, że NO spowalnia starzenie tkanek (Leshem i wsp., 1998). W przypadku PA hamowanie starzenia jest związane z obniżeniem syntezy etylenu i ze zmiataniem wolnych rodników, co zapobiega skutkom stresu oksydacyjnego (Wimalasekera i wsp., 2011). Jednocześnie wiadomo, że zarówno PA jak i cytokininy (fitohormony „młodości”) regulują syntezę NO u rzodkiewnika, stąd sugeruje się współdziałanie PA i NO w procesach opóźniających starzenie (Tun i wsp., 2006).

PA i NO mogą działać synergistycznie, jak w przypadku reakcji na stres, lub antagonistycznie, na przykład w procesie rozwoju kwiatów (podwyższona zawartość NO w tkankach opóźnia kwitnienie, natomiast wysoka zawartość PA stymuluje ten proces). Jednakże, znalezienie odpowiedzi na pytanie w jaki sposób PA i NO wpływają na konkretne reakcje oraz dokładne ustalenie zasady ich współdziałania wciąż pozostaje przedmiotem badań (Wimalasekera i wsp., 2011).

Podsumowanie

Nie ulega wątpliwości, że PA odpowiadają za regulację szeregu procesów fizjologicznych w organizmach roślinnych, stanowią także niezbędny element pozwalający na ograniczenie powstawania uszkodzeń komórkowych i tym samym na przystosowanie się roślin do niekorzystnych warunków środowiskowych. Nowoczesne

metody biologii molekularnej i proteomiki, a także szerokie wykorzystanie mutantów i roślin transgenicznych w celach badawczych dają możliwość poznania zarówno dróg biosyntezy i degradacji PA, jak i prawdopodobnie dróg przekazywania sygnału. W chwili obecnej, z uwagi na gwałtownie poszerzającą się wiedzę na temat roli jaką odgrywa NO w regulacji metabolizmu organizmów roślinnych, niezwykle ważne wydaje się powiązanie szlaku reakcji prowadzących do powstawania tej cząsteczki sygnałowej z biosyntezą PA. Nadal bowiem niewyjaśniona pozostaje zagadka dotycząca mechanizmu odpowiadającego za wzrostu produkcji NO w tkankach roślin traktowanych PA.

Niezwykle interesujący wydaje się fakt, że PA mogą funkcjonować jednocześnie jako zmiatacze ROS, głównie w obrębie jądra komórkowego i jako źródło ROS w apoplasmie, co obserwuje się szczególnie podczas reakcji roślin na inwazję patogenów. Zdolność komórek do godzenia tych pozornie sprzecznych zjawisk wskazuje na istotne znaczenie PA. Nadal otwarte pozostaje pytanie o mechanizm działania PA w sygnalizacji komórkowej.

Literatura

- Angelini R, Cona A, Federico R, Fincato P, Tavladoraki P, Tisi A (2010). Plant amine oxidases “on the move”: an update. *Plant Physiol Biochem.* 48:560-564.
- Bachrach U (2007). Antiviral activity of oxidized polyamines. *Amino Acids.* 33:267-272.
- Bachrach U (2010). The early history of polyamine research. *Plant Physiol Biochem.* 48:490-495.
- Bouchereau A, Aziz A, Larher F, Martin-Tanguy J (1999). Polyamines and environmental challenges: recent development. *Plant Sci.* 140:103-125.
- Cao DD, Hu J, Zhu SJ, Hu WM, Knapp A (2010). Relationship between changes in endogenous polyamines and seed quality during development of sh2 sweet corn (*Zea mays* L.) seed. *Sci Hortic.* 123:301-307.
- Corpas FJ, Alche JD, Barroso JB (2013). Current overview of S-ni-

- trosoglutathione (GSNO) in higher plants. *Front Plant Sci.* 4: 126. DOI 10.3389/fpls.2013.00126.
- Couëe I, Hummel I, Sulmon C, Gouesbet G, El Amrani A (2004). Involvement of polyamines in root development. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 76:1-10.
- Foresi N, Correa-Aragunde N, Parisi G, Caló G, Salerno G, Lamattina L (2010). Characterization of a nitric oxide synthase from the plant kingdom: NO generation from the green alga *Ostreococcus tauri* is light irradiance and growth phase dependent. *Plant Cell.* 22:3816-3830.
- Garufi A, Visconti S, Camoni L, Aducci P (2007). Polyamines as physiological regulators of 14-3-3 interaction with the plant plasma membrane H⁺-ATPase. *Plant Cell Physiol.* 48:434-440.
- Gniazdowska A (2004). Rola tlenu azotu w metabolizmie komórki roślinnej. *Kosmos* 53:343-355.
- Hao Y-J, Kitashiba H, Honda C, Nada K, Moriguchi T (2005). Expression of arginine decarboxylase and ornithine decarboxylase genes in apple cells and stressed shoots. *J Exp Bot.* 56:1105-1115.
- Jabłońska-Trypuc A, Czerpak R (2007). Aktywność biologiczna i terapeutyczna poliamin. *Post Fitoter.* 1:32-38.
- Kamada-Nobusada T, Hayashi M, Fukazawa M, Sakakibara H, Nishimura M (2008). A putative peroxisomal polyamine oxidase, AtPAO4, is involved in polyamine catabolism in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 49:1272-1282.
- Kopcewicz J, Lewak S (2013). Fizjologia roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.
- Koromilas AE, Kyriakidis DA (1988). The existence of ornithine decarboxylase-antizyme complex in germinated barley seeds. *Physiol Plant.* 72:718-724.
- Krasuska U, Budnicka K, Bogatek R, Gniazdowska A (2012). Poliaminy w regulacji spoczynku i kiełkowania nasion. *Post Biol Kom.* 39:395-414.
- Krasuska U, Ciacka K, Bogatek R, Gniazdowska A (2014). Polyamines and nitric oxide link in regulation of dormancy removal and germination of apple (*Malus domestica* Borkh.) embryos. *J Plant Growth Regul.* DOI: 10.1007/s00344-013-9408-7.
- Krasuska U, Gniazdowska A, Bogatek R (2011). Rola ROS w fizjologii nasion. *Kosmos.* 60:113-128.
- Kubiś J (2003). Polyamines and "scavenging system": influence of exogenous spermidine on catalase and guaiacol peroxidase activities and free polyamine level in barley leaves under water deficit. *Acta Physiol Plant.* 25:337-343.
- Kubiś J (2005). The effect of exogenous spermidine on superoxide dismutase activity, H₂O₂ and superoxide radical level in barley leaves under water deficit conditions. *Acta Physiol Plant.* 27:289-295.
- Kubiś J (2006). Poliaminy i ich udział w reakcji roślin na warunki stresowe środowiska. *Kosmos.* 55: 209-215.
- Kumar SV, Rajam MV (2004). Polyamine-ethylene nexus: a potential target for post-harvest biotechnology. *Indian J Biotech.* 3: 299-304.
- Kusano T, Yamaguchi K, Barberich T, Takahashi Y (2007). Advances in polyamine research in 2007. *J Plant Res.* 120:345-350.
- Kuznetsov VV, Shevyakova NI (2007). Polyamines and stress tolerance of plants. *Plant Stress* 1:50-71.
- Leshem YY, Willis RHB, Veng-Va Ku V (1998). Evidence for the function of the free radical gas- nitric oxide (NO[•]) - as an endogenous maturation and senescence regulating factor in higher plants. *Plant Physiol Biochem.* 36:825-833.
- Lewak S (2011). Metabolic control of embryonic dormancy in apple seed: seven decades of research. *Acta Physiol Plant.* 33:1-24.
- Liu J, Nada K, Pang X, Honda C, Kitashiba H, Moriguchi T (2006). Role of polyamines in peach fruit development and storage. *Tree Physiol.* 26:791-798.
- Moschou PN, Sanmartin M, Andriopoulou AH, Rojo E, Sanchez-Serrano JJ, Roubelakis-Angelakis KA (2008). Bridging the gap between plant and mammalian polyamine catabolism: a novel peroxisomal polyamine oxidase responsible for a full back-conversion pathway in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 147:1845-1857.
- Moschou PN, Wu J, Cona A, Tavladoraki P, Angelini R, Roubelakis-Angelakis KA (2012). The polyamines and their catabolic products are significant players in the turnover of nitrogenous molecules in plants. *J Exp Bot.* 63:5003-5015.
- Moschou PN, Roubelakis-Angelakis KA (2014). Polyamines and programmed cell death. *J Exp Bot.* 65:1285-1296.
- Neill SJ, Desikan R, Clarke A, Hurst RD, Hancock JT (2002). Hydrogen peroxide and nitric oxide as signalling molecules in plants. *J Exp Bot.* 53:1237-1242.
- Ono Y, Kim DW, Watanabe K, Sasaki A, Niitsu M, Barberich T, Kusano T, Takahashi Y (2012). Constitutively and highly expressed *Oryza sativa* polyamine oxidases localize in peroxisomes and catalyze polyamine back conversion. *Amino Acids* 42:867-876.
- Pagnussat GC, Simontacchi M, Puntarulo S, Lamattina L (2002). Nitric oxide is required for root organogenesis. *Plant Physiol.* 129:954-956.
- Peeters KMU, Geuns JMC, Van Laere AJ (1993). Free polyamines in senescing wheat (*Triticum aestivum* L.). *J Exp Bot.* 44:1709-1715.
- Santa-Catarina C, Silveira V, Scherer GFE, Floh EIS (2007). Polyamine and nitric oxide levels relate with morphogenetic evolution in somatic embryogenesis of *Ocotea catharinensis*. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 90:93-101.
- Seiler N, Raul F (2005). Polyamines and apoptosis. *J Cell Mol Med.* 9:623-642.
- Sempruch C (2008). Znaczenie amin alifatycznych i aromatycznych w reakcjach obronnych roślin przeciwko patogenom. *Post Nauk Rol.* 3:17-33.
- Sobieszczuk-Nowicka E, Legocka J (2007). Nowe podejście w badaniach nad rolą poliamin w komórce roślinnej. *Post Biol Kom.* 34:527-540.
- Takahashi T, Kakehi J-I (2010). Polyamines: ubiquitous polycations with unique roles in growth and stress responses. *Ann Bot.* 105:1-6.
- Tang W, Newton RJ (2005). Polyamines reduce salt-induced oxidative damage by increasing the activities of antioxidant enzymes and decreasing lipid peroxidation in *Virginia pine*. *Plant Growth Reg.* 46:31-43.
- Tavladoraki P, Rossi MN, Saccuti G, Perez-Amador MA, Polticelli F, Angelini R, Federico R (2006). Heterologous expression and biochemical characterization of a polyamine oxidase from *Arabidopsis* involved in polyamine back conversion. *Plant Physiol.* 149:1519-1532.
- Tun NN, Santa-Catarina C, Begum T, Silveira V, Handro W, Floh IS, Scherer GFE (2006). Polyamines induce rapid biosynthesis of nitric oxide (NO) in *Arabidopsis thaliana* seedlings. *Plant Cell Physiol.* 47:346-354.
- Wang P, Du Y, Li Y, Ren D, Song CP (2010). Hydrogen peroxide-mediated activation of MAP Kinase 6 modulates nitric oxide biosynthesis and signal transduction in *Arabidopsis*. *Plant Cell.* 22:2981-2998.
- Wimalasekera R, Tebartz F, Scherer GFE (2011). Polyamines, polyamine oxidases and nitric oxide in development, abiotic and biotic stresses. *Plant Sci.* 181:593-603.
- Yamasaki H, Cohen MF (2006). NO signal at the crossroads: polyamine-induced nitric oxide synthesis in plants. *Trends Plant Sci.* 11:522-524.

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji

V. Rozumowanie i argumentacja

Treści nauczania:

III. Metabolizm.

2. Ogólne zasady metabolizmu. Uczeń:

4) porównuje zasadnicze przemiany metaboliczne komórki zwierzęcej i roślinnej.

9. Rośliny - reakcja na bodźce. Uczeń:

2) przedstawia rolę hormonów roślinnych w funkcjonowaniu rośliny, w tym w reakcjach tropicznych.

Polyamines – to be or not to be for the plant

Katarzyna Ciąčka, Urszula Krasuska

Putrescine (Put), spermidine (Spd) and spermine (Spm) are basic polyamines (PAs), occurring in every one living organism including plants. Polyamines belong to the group of plant growth regulators and are well recognized due to their protecting role during plant response to biotic and abiotic stresses. PAs play also a crucial role in regulation of many physiological processes e.g. seed germination or plant senescence. Both, excess and deficit of PAs is deleterious for cells. Therefore, control of PAs biosynthesis and degradation determining their homeostasis is of high importance. PAs synthesis is link to pathways of ethylene and nitric oxide (NO) biosynthesis, while PAs catabolism leads to hydrogen peroxide (H_2O_2) production, thus it is clear that PAs operate in a network with classical phytohormones and signaling molecules. The work summarizes the current knowledge on PAs metabolism and their impact on growth and development of plants.

Key words: hydrogen peroxide, polyamines metabolism, nitric oxide, putrescine, spermidine, spermine

Mukowiscydoza

Monika Kloch, Iwona Stanisławska

zgodność z PP – zob. s. 17

Streszczenie:

Białko CFTR (ang. *cystic fibrosis transmembrane conductance regulator*, błonowy regulator przewodnictwa) jest transporterem ABC (ang. ATP-binding cassette) aktywowanym przez cAMP, który przenosi jony chlorkowe przez błonę komórkową. Transportery ABC stanowią dużą grupę białek błonowych, które wykorzystują energię z hydrolizy ATP do transportu rozmaitych cząsteczek przez błonę biologiczną wbrew gradientowi stężenia przenoszonej substancji.

Białko CFTR różni się tym od pozostałych białek należących do rodziny transporterów ABC, że działa jako nabłonkowy kanał jonowy aktywowany przez cAMP, umożliwiając bierny transport jonów chlorkowych zgodnie z ich gradientem. Ponadto, białko CFTR może regulować inne nabłonkowe kanały jonowe lub transportery, wpływając w ten sposób na ruch Cl^- , HCO_3^- , Na^+ , K^+ i Ca^{2+} , a także na ogólną równowagę jonową w nabłonku. Dysfunkcja białka CFTR jest przyczyną chorób, m.in. mukowiscydozy i przewlekłego zapalenia trzustki. W obu przypadkach nieprawidłowy przepływ jonów w obrębie tkanki nabłonkowej różnych narządów jest pierwotną przyczyną choroby.

Słowa kluczowe: mukowiscydoza, zwłóknienie torbielowate, CFTR

otrzymano: 13.01.2014; przyjęto: 21.06.2014; opublikowano: 30.06.2014

dr Monika Kloch: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

dr Iwona Stanisławska: Wyższa Szkoła Rehabilitacji w Warszawie

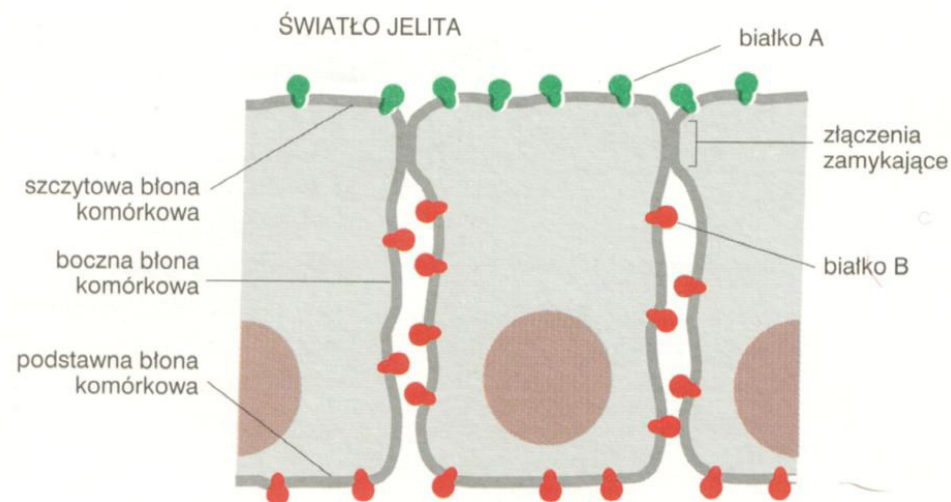
Wprowadzenie

Mukowiscydoza (*cystic fibrosis*, zwłóknienie torbielowate) jest śmiertelną ogólnoustrojową chorobą genetyczną rasy białej, objawiającą się przede wszystkim: zapaleniem płuc i oskrzeli, niewydolnością trzustki, jelit, wątroby oraz niepłodnością męską. W populacji kaukaskiej należy ona do najczęstszych chorób uwarunkowanych genetycznie. W Europie częstość jej występowania szacuje się średnio na 1:2500 żywo urodzonych noworodków. Jednak w niektórych krajach choroba ta występuje znacznie rzadziej; należą do nich m.in: Finlandia Szwecja, czy Włochy. To prawdopodobnie związane jest z migracją ludności na przestrzeni stuleci (Busch, 1978). W Polsce częstość występowania mukowiscydozy wynosi 1:2500 żywo urodzonych (Mazurczak i wsp., 2006).

Mukowiscydoza jest związana z zaburzonym transportem jonów chlorkowych oraz wody w komórkach nabłonkowych (Cheng i wsp., 1990). Komórki nabłonkowe to komórki, które ściśle do siebie przylegają,

tworząc ciągłą warstwę. W budowie komórek nabłonkowych możemy wyróżnić: podstawną błonę komórkową, szczytową błonę komórkową oraz boczną błonę komórkową. Cechą charakterystyczną komórek nabłonkowych jest to, że połączone są one ze sobą tzw. „złączeniami zamykającymi”, tworząc ściśle mono- lub wielowarstwę (ryc. 1). Do funkcji nabłonków należą: oddzielanie wnętrza ciała i poszczególnych narządów od otoczenia, wyściełanie jam ciała, wydzielanie i wchłanianie substancji chemicznych, odbiór bodźców zewnętrznych.

Po stronie apikalnej błony komórek nabłonkowych znajduje się białko kanałowe CFTR (ang. *cystic fibrosis transmembrane conductance regulator*, błonowy regulator przewodnictwa) odpowiedzialne za transport jonów chlorkowych z komórki i do komórki. Ze względu na bardzo małą pojemność błony komórkowej wystarczy przeniesienie niewielkiej liczby jonów, aby spowodować znaczną zmianę potencjału elektrycznego. Przeniesienie niewielkiej ilości jonów o jednakowym ładunku przez błonę powoduje powstanie wysokiego potencja-



Ryc. 1 Komórki nabłonkowe (Alberts i wsp., 2002).

łu elektrycznego hamującego przenoszenie kolejnych jonów przez błonę. Duże przepływy jonów przez błonę mogą zachodzić jedynie w przypadku jednoczesnego przewodzenia kationów i anionów w tę samą stronę, bądź jonów o jednakowym ładunku w obie strony. W tym drugim przypadku przenoszeniu jonów towarzyszy osmotyczny transport wody.

W przypadku mukowiscydozy kanał jonowy jest unieczynniony – nie przewodzi jonów chlorkowych w komórkach nabłonka wydzielniczego. Ponieważ za jonami chlorkowymi podążają kationy i woda, to wydzielina (szczególnie) w płucach i trzustce staje się bardzo gęsta i zatyka kanały wydzielające śluz. Prowadzi to w konsekwencji do wadliwego funkcjonowania tych organów.

Zarys historyczny mukowiscydozy

Pierwsze wzmianki o mukowiscydozie można znaleźć już w średniowieczu: „biada dziecku, którego całowanie w czoło pozostawia słony smak. Padł na nie urok i musi wkrótce umrzeć” (Busch, 1978). Dziś wiadomo, że jest to najwcześniejszy objaw nieuleczalnej choroby, która została opisana dopiero w 1938 roku przez D. Andersen z Columbia University jako jednostka chorobowa: zwłóknienie torbielowate trzustki (ang. *cystic fibrosis of the pancreas*) (Andersen, 1938). W latach 40. XX wieku dr Sydney Faber, ordynator Oddziału Patologii Szpitala Dziecięcego w Bostonie, pokazał, że zaburzonemu funkcjonowaniu gruczołów wydzielniczych trzustki towarzyszy gęsty śluz (mucus – śluz, viscidus – lepki) (Faber i wsp., 1943) i stąd nazwa „mukowiscydoza”. U chorych na mukowiscydozę śluz jest niezwykle gęsty i trudno go usunąć. To powoduje, że w płucach zatykają się oskrzela i oskrzeliki, co prowadzi do upośledzenia oddychania. Ponadto bakterie pozostające w drogach oddechowych powodują infekcje, często nawracające,

co prowadzi do trwałego uszkodzenia tkanki płucnej, a w konsekwencji do niewydolności oddechowej. Kolejny objaw poznano przypadkiem w latach 50. XX wieku. Podczas fali długotrwałych upałów trwających w Nowym Jorku w szpitalach odnotowano zwiększoną liczbę dzieci chorych na mukowiscydozę (odwadniały się one szybciej niż inne). Paul di Sant’Agnese, lekarz i naukowiec z Columbia University Medical Center, zauważył, że wraz z potem dzieci te traciły nadmierne ilości soli (NaCl) (Di Sant’Agnese, 1956). To odkrycie stało się przełomem w diagnozowaniu mukowiscydozy. Od 1953 r. podstawowym testem wykrywającym mukowiscydozę u noworodków jest pomiar zawartości jonów chlorkowych w pocie. Chorzy na mukowiscydozę mają trzykrotnie większe stężenie jonów Na^+ i Cl^- w porównaniu z osobami zdrowymi. Dziś taki test wykonuje się w Polsce wszystkim noworodkom żywo urodzonym w szpitalu. Badania kliniczne posuwały się zdecydowanie szybciej niż molekularne. W pierwszej połowie lat 80. stwierdzono, że u osób chorych na mukowiscydozę występują nieprawidłowo działające komórki nabłonkowe, które przepuszczają tylko niewielką ilość jonów chlorkowych. Zaburzony transport jonów chlorkowych i sodowych w nabłonkach wyściełających gruczoły potowe prowadzi do wydalania z potem nadmiernej ilości NaCl. W 1983 roku odkryto, że mukowiscydoza wiąże się z zaburzeniem transportu jonów chlorkowych (Knowles i wsp., 1983; Riordan, 1989; Quinton, 1983). Transport wody w komórkach jest zawsze związany z transportem soli. Przeniesieniu jednej molekuly np. NaCl z jednej strony błony na drugą musi towarzyszyć osmotyczny transport 450 molekuł wody. Masowy transport jonów przez błonę musi być elektrycznie neutralny, dlatego transportowi jonu Na^+ musi towarzyszyć współtransport jonu Cl^- . Odkrycie, że przyczyną mukowiscydozy jest defekt w kanale chlorkowym wyjaśniło, dlaczego w mukowiscydozie dochodzi do zaburzenia transportu

wody przez komórki nabłonka. Jednocześnie rozpoczęto badania nad transportem jonów chlorkowych w poszukiwaniu genu powodującego mukowiscydozę, które zakończyły się sukcesem w 1989 r. Dwa niezależne zespoły naukowców pod kierownictwem Tsui i Collinsa (Collins 1992; Riordan i wsp., 1989; Rommens i wsp., 1989; Welsh i wsp., 1994) zlokalizowały gen na 7. chromosomie i nazwały go *cftr* (ang. Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator) (ryc. 2 A) oraz powiązały mutacje w tym genie z objawami klinicznymi chorób oskrzeli, trzustki czy płuc.

Po tym, jak zlokalizowano gen *cftr* i okazało się, że jego produktem końcowym jest kanał chlorkowy (o tej samej nazwie – CFTR), wydawało się, że znalezienie leku na mukowiscydozę jest w zasięgu ręki. Jednak do dnia dzisiejszego nadal nie ma lekarstwa, które pokonałoby tę chorobę. Co prawda, przy zastosowaniu antybiotykoterapii, fizjoterapii połączonej z terapią inhalacyjną oraz właściwym żywieniem, wydłuża się życie chorych na mukowiscydozę do 40 lat, ale nadal nie udaje się ich wyleczyć (Mazurczak i wsp., 2006; Fitzgerald i Dominic, 2013).

Dziedziczenie mukowiscydozy

Mukowiscydoza jest chorobą genetyczną, którą powodują mutacje jednego genu – *cftr*. Tsui, Riordan i Collins zlokalizowali ten gen na 7. chromosomie w pozycji q31.2 (ryc. 2 A) (Riordan, 1989; Rommens i wsp., 1989). Produktem końcowym genu *cftr* jest białko o tej samej nazwie zlokalizowane po stronie apikalnej komórek nabłonkowych (Milewski i wsp., 2001). Cytowani naukowcy zidentyfikowali zmianę w DNA powodującą ok. 70% przypadków mukowiscydozy – ΔF508 (delekcja z genu CFTR trzech nukleotydów, w wyniku czego w produkcie białkowym brakuje jednego aminokwasu – fenyloalaniny w pozycji 508) (ryc. 3). Ponadto powią-

zali mutacje w genie *cftr* z objawami klinicznymi chorób oskrzeli, trzustki oraz płuc (Schultz i wsp., 1999).

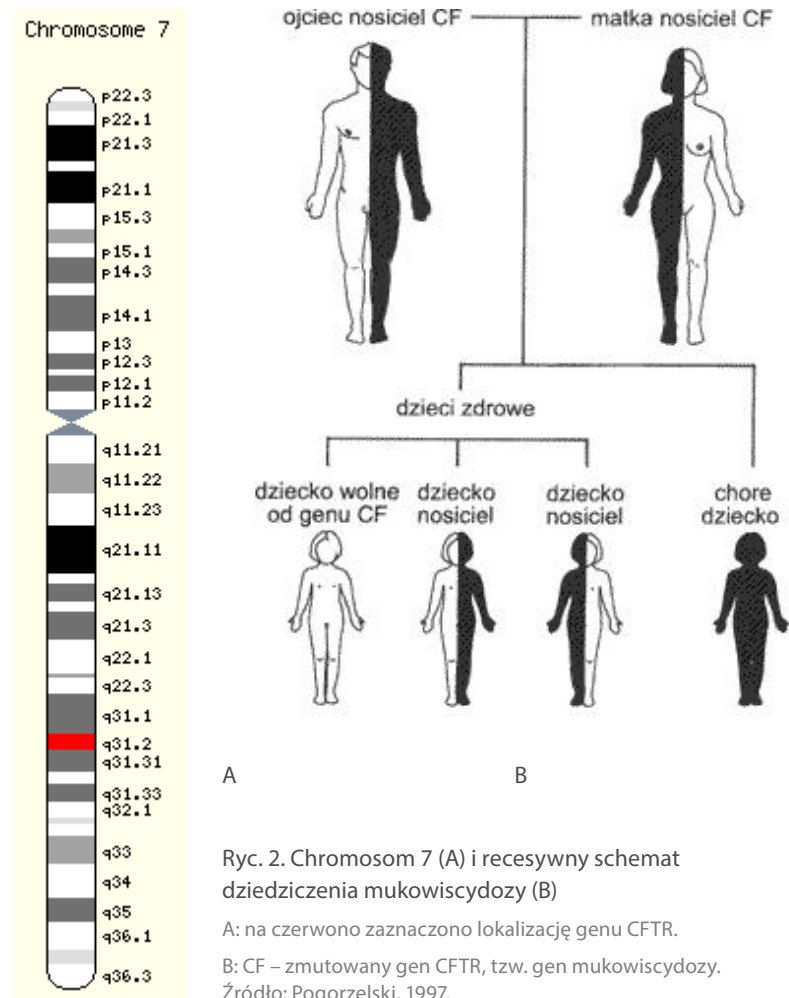
Mukowiscydoza jest chorobą genetyczną dziedziczoną w sposób autosomalny recesywny (ryc. 2 B). Ryzyko urodzenia dziecka, które będzie chore na mukowiscydozę, wynosi 25%. Prawdopodobieństwo urodzenia dziecka, u którego wystąpi choroba, wynosi 75%, niezależnie od tego, czy w ogóle nie ma zmutowanego genu (prawdopodobieństwo 25%), czy istnieje jeden allel zmutowany (prawdopodobieństwo 50%).

Osoby, które mają jedną kopię genu prawidłowego i jedną kopię genu uszkodzonego, nazywane są nosicielami genu mukowiscydozy. Również z prawdopodobieństwem 25% można założyć, że dziecko nie odziedziczy uszkodzonej kopii genu *cftr* od rodziców. Taki schemat dziedziczenia mukowiscydozy jest słuszny w obrębie danej populacji. W przypadku jednej rodziny sposób dziedziczenia mukowiscydozy jest losowy (Marzurczak i wsp., 2006).

Choć blisko 70% przypadków mukowiscydozy jest spowodowane delecją fenyloalaniny w pozycji 508 w domenie NBD1 (ang. *nucleotide-binding domain 1*), do dziś opisano ponad 1600 różnych mutacji w genie *cftr* prowadzących do mukowiscydozy ([http://www.genet.sickkids/on.ca](http://www.genet.sickkids.on.ca)). Defekty genetyczne prowadzące do mukowiscydozy znajdują się mogą w każdej z domen cząsteczki CFTR i powodują zaburzenie albo w syntezie białka, glikozylacji w aparacie Golgiego, albo w przewodnictwie kanału bądź jego zdolności do regulacji. Na przykład w najczęściej spotykanej mutacji $\Delta F508$ zmutowane białko CFTR nie dociera do błony, pozostając w aparacie Golgiego. Niewielkie ilości takiego zdefektowanego białka docierające do powierzchni komórki mają zdolność do przewodzenia jonu chlorkowego.

Ze względu na konsekwencje, jakie mutacje powodują w genie CFTR dla funkcjonowania kanału chlorkowego, mutacje te podzielono na sześć klas:

- klasa I – mutacje, których efektem jest brak syntezy białka CFTR, czego skutkiem jest brak funkcjonalnego kanału chlorkowego w błonie (np. R533X);
- klasa II – mutacje, które prowadzą do powstania zaburzeń w dojrzewaniu cząsteczek białka CFTR (np. $\Delta F508$);
- klasa III – mutacje, których skutkiem jest brak odpowiedzi prawidłowo umiejscowionego kanału w błonie komórkowej na stymulację cAMP; (W wyniku tych mutacji białko nie spełnia roli kanału chlorkowego bądź spełnia ją w bardzo umiarkowany sposób.)
- klasa IV – mutacje, które obniżają zdolność przewodzenia jonów Cl^- przez kanał;
- klasa V – mutacje zmniejszające ilość prawidłowo działającego białka CFTR (np. 3849+10kcC>T, specyficzna dla populacji polskiej);
- klasa VI – mutacje, które wywołują defekt oddziaływań między kanałem chlorkowym CFTR a innymi kanałami umiejscowionymi na błonie, np. zależnym od potencjału kanałem chlorkowym ORCC (ang. *outward rectifying chloride channel*) czy nabłonkowym kanałem sodowym ENaC (ang. *epithelial sodium channels*).



Ryc. 2. Chromosom 7 (A) i recesywny schemat dziedziczenia mukowiscydozy (B)

A: na czerwono zaznaczono lokalizację genu CFTR.

B: CF – zmutowany gen CFTR, tzw. gen mukowiscydozy.

Źródło: Pogorzelski, 1997.

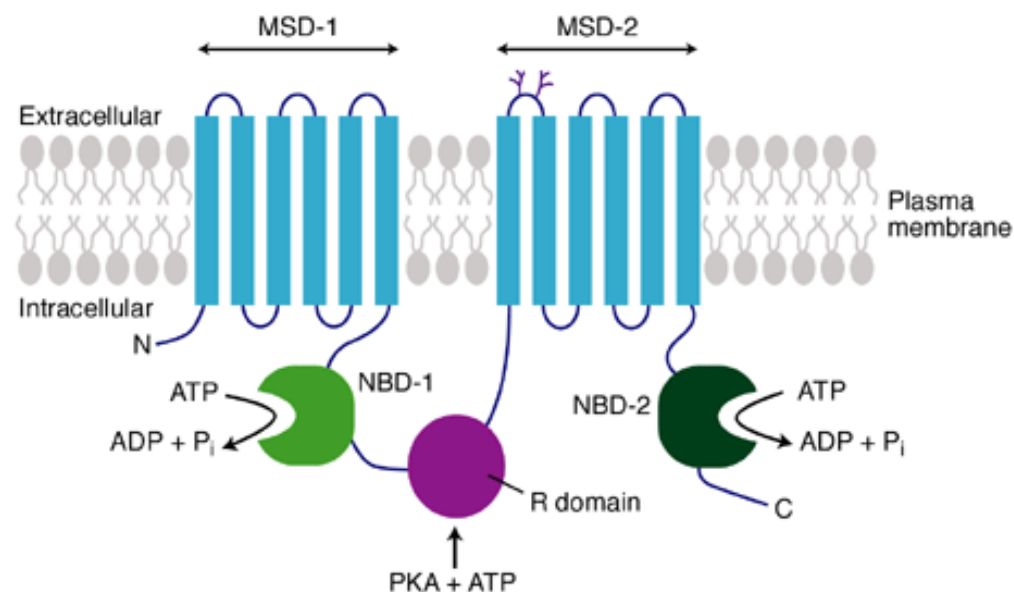
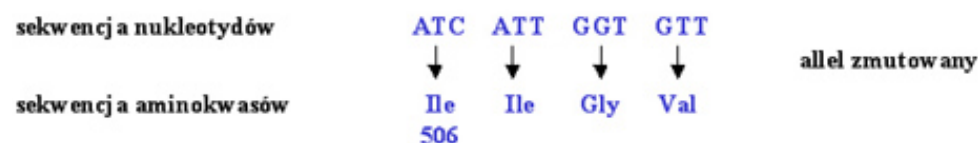
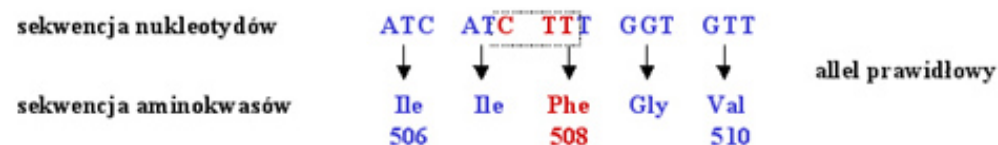
Obecność mutacji z klasy I–III związana jest w zasadzie z całkowitą utratą funkcji kanału chlorkowego CFTR i prowadzi do bardzo poważnych chorób płuc, trzustki i do najcięższej postaci mukowiscydozy. Natomiast osoby, u których wykryto mutacje w genie CFTR i zakwalifikowano je do klas IV–VI, na ogół mają łagodniejszy przebieg choroby (Hotson i Brutlag, 2000; Muthuswamy i wsp., 2014).

Defektywne funkcjonowanie CFTR jest odpowiedzialne również za choroby: CBAVD i chroniczne zapalenie trzustki (Szabo i wsp., 1999), obie związane z anormalnym wpływem jonów w tkankach nabłonkowych różnych organów.

Budowa i funkcja kanału chlorkowego CFTR

Gen *cftr* jest jednym z większych genów ludzkich, składa się z 27 eksonów i zajmuje obszar około 250 kb (Riordan i wsp., 1989; Rommens i wsp., 1989). Produktem końcowym tego genu jest białko CFTR zawierające 1480 aminokwasów. Analiza hydropatyczna wykazała, że białko to składa się z dwóch części MSD1 i MSD2 (ang. *membrane spanning domain*) każda mająca 6 fragmentów transbłonowych. Każda z domen MSD połączona jest z domeną NBD (nucleotide binding domain) wiążącą się z ATP, a dwa fragmenty białka połączone są ze sobą domeną regulatorową R, której funkcja zależy od stopnia ufosforylowania (ryc. 4, schemat CFTR).

Mechanizm funkcjonowania białka CFTR jest w dalszym ciągu przedmiotem debat. Najczęściej spotykaną hipotezą jest ta, że do otwarcia kanału konieczne jest związanie ATP do obu domen NBD1 i NBD2, a do zamknięcia – hydroliza ATP do ADP i uwolnienie nukleotydów z miejsc wiążących (Kidd i wsp., 2004; Eudes i wsp., 2005). Konkurencyjny model sugeruje, że do otwarcia kanału wystarczy wiązanie ATP do domeny NBD2, a NBD1 nie jest konieczna do otwarcia kanału (Bompadre i wsp., 2005; Zhou, 2006). Region C na domenie NBD2 w CFTR może wpływać na fałdowanie CFTR (Aleksandrov i wsp., 2001; Sheppard i wsp., 1994) i składanie białka CFTR (Bąk i wsp., 2007; Mickle i wsp., 2000; Milewski i wsp., 2002). Specyficznie krótkie sekwencje dziewięciu aminokwasów, zwane jako *ag region* mogą powodować złożoną agregację na C – końcu białka CFTR (Milewski i wsp., 2001; Milewski i wsp., 2002),



Ryc. 3. Mutacja $\Delta F508$ w genie CFTR

Źródło: Mazurczak i wsp., 2006

Ryc. 4. Schemat budowy białka CFTR

Źródło: Expert Reviews in Molecular Medicine ©2001 Cambridge University Press.

nawet gdy umieści się tam nowe aminokwasy (Bąk i wsp., 2007). Region ag zawiera aminokwasy 1395–1403 w pełnej długości ludzkiego białka CFTR, histydynę (His 1402) odpowiadającą histydynie w konserwowanej pętli H domeny NBD2. Intrygujący wydaje się fakt, że potencjalny region ag powodujący agregację białka najprawdopodobniej jest mocno zależny od obecności His 1402 i sąsiedniej argininy Arg 1403, bo podstawienie tych dwóch aminokwasów alaninami uniemożliwia dojrzewanie białka CFTR (Milewski i wsp., 2002). To sugeruje, że konserwowany motyw HR w pętli H może tworzyć ważny element struktury NBD2.

Metody leczenia objawowego mukowiscydozy

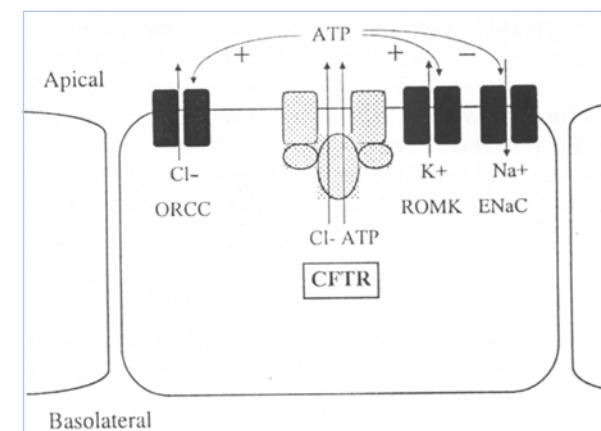
Leczenie mukowiscydozy ma głównie charakter objawowy. Prowadzone są jednak intensywne badania nad nowymi skuteczniejszymi formami terapii, w tym nad terapią genową. Terapia genowa jest metodą umożliwiającą leczenie wielu chorób na poziomie molekularnym. Terapia genowa polega na wprowadzeniu do komórek docelowych preparatu genowego zawierającego prawidłową kopię genu w postaci cDNA lub oligonukleotydów – w przypadku mukowiscydozy mówimy o genie CFTR. W zależności od tego, czy wprowadzamy geny do komórek rozrodczych (gamet), czy do komórek, które nie są gametami, terapię genową dzielimy na: germinálną (embrionalną terapię genową) i somatyczną. Terapia germinálna polega na wprowadzeniu preparatu genowego do komórek rozrodczych lub komórek we wczesnym stadium zarodkowym. Tak wprowadzona zmiana jest dziedziczona z pokolenia na pokolenie. Wydaje się, że jest to droga do leczenia mukowiscydozy, jednak do tej pory nie odkryto macierzystych komórek nabłonkowych. Ponadto ze względów bezpieczeństwa i etycznych stosowanie embrionalnej terapii genowej na ludziach jest zabronione. Terapia somatyczna polega na wpro-

dzeniu preparatu genowego do komórek ciała. W tym przypadku wprowadzona zmiana nie jest dziedziczna, w związku z czym leczenie ma tylko charakter zachowawczy. Wprowadzony gen powoduje złagodzenie objawów chorobowych, ale przyczyna choroby pozostaje, w związku z tym mutacje odpowiedzialne za powstanie choroby pozostają w DNA i są przekazywane z pokolenia na pokolenie.

Podstawowym problemem terapii genowej jest wprowadzenie preparatów genowych do komórek docelowych. Jeden ze sposobów polega na pobraniu komórek od pacjenta, które następnie hoduje się *in vitro*. Komórki te transfekuje się odpowiednim genem, po czym wybiera się tylko zmodyfikowane komórki (zawierające transgen) i wszczepia się je do organizmu pacjenta. Metoda ta sprawdza się głównie w przypadku łatwo dostępnych komórek do pobrania i hodowli poza organizmem (np. komórki macierzyste krwi lub szpiku kostnego).

Inna metoda polega na bezpośrednim podaniu preparatu genowego do organizmu. Preparat podaje się ogólnoustrojowo (do głównych naczyń krwionośnych) lub do określonej tkanki. Głównym ograniczeniem terapii genowej jest transfer genów. Najłatwiej podać tzw. „nagi” plazmid DNA (z niczym nie związana cząsteczka plazmidu niosąca terapeutyczny gen). Jednak sposób ten jest mało wydajny, bo „nagi” DNA jest degradowane przez nukleazy komórkowe a to znacznie obniża liczbę cząsteczek plazmidu docierającego do jądra komórkowego. To zmusiło naukowców do poszukiwania innych metod wprowadzania genów. Uwagę naukowców zwróciły wirusy, ponieważ w trakcie ewolucji wykształciły wiele mechanizmów do wprowadzenia własnego materiału genetycznego do komórek gospodarza. Modyfikacje genów prowadzone przez genetyków najczęściej polegają na usunięciu genów wirusów odpowiedzialnych za wywołanie choroby oraz za replikację ma-

teriału genetycznego w komórkach gospodarza. W to miejsce wprowadza się „terapeutyczne białko”. Dodatkowo modyfikacje obejmują usunięcie lub zmutowanie genów odpowiedzialnych za najsilniejsze reakcje układu odpornościowego. Ponadto naturalne otoczki wirusa zastępuje się innymi białkami w celu zwiększenia powinowactwa wektora do określonych typów tkanek, dzięki czemu infekcji ulegają tylko komórki docelowe. Rekombinowane wirusy wykorzystywane w terapii genowej to adenowirusy. Jeden z bardziej zaawansowanych protokołów terapii genowej dla mukowiscydozy obejmuje wprowadzenie do komórek nabłonka płuc prawidłowego genu kodującego białko CFTR, wbudowanego w adenowirusa zakażającego drogi oddechowe. Sukcesy tej strategii są jednak, jak do tej pory, dość ograniczone – prawidłowe białko pojawia się w komórkach nabłonka, ale jest w nim obecne tylko przez stosunkowo krótki okres, bo komórki nabłonkowe ulegają złuszczeniu, a kolejne zakażenia adenowirusami grożą gwałtowną reakcją odpornościową.



Ryc. 5. Schemat regulacji innych kanałów związanych z transportem jonów przez kanał CFTR

Źródło: Hryciw i Guggino, 2000.

Około 2000 roku wydawało się, że istnieje drugi potencjalny sposób na zmniejszenie dolegliwości wywołanych zablokowanym kanałem chlorkowym CFTR przez uaktywnienie w komórce innego kanału chlorkowego – ORCC (ang. *outward rectifying chloride channel*) (ryc. 5).

Poszukiwania naukowców skupiły się na rodzinie kanałów ClC, kanale chlorkowym ORCC czy VSOR (ang. *volume-sensitive outwardly rectifying chloride channel*). Jednak dzięki mikroskopii konfokalnej szybko ustalono, że poszukiwane kanały chlorkowe znajdują się po drugiej stronie komórek nabłonkowych – po stronie podstawnej.

Aktywacja białka CFTR następuje pod wpływem cAMP. W literaturze trwa spór, czy cAMP aktywuje molekuły CFTR znajdujące się w błonie komórkowej, czy też aktywuje transport gotowych molekuł CFTR z aparatu Golgiego do błony. Znalezienie substancji, które spowodowałyby skierowanie zdefektowanego białka $\Delta F508$ -CFTR z aparatu Golgiego do błony komórkowej lub aktywację już znajdujących się w błonie komórkowej białka $\Delta F508$ -CFTR jest jedną z potencjalnych dróg do terapii mukowiscydozy. Do tej pory przebadano setki takich substancji, ale wyniki badań nie są wystarczające, aby przeprowadzić badania kliniczne. Niemniej jednak, jak podaje grupa naukowców z Alabamy (Wang i wsp., 2010), jedną z substancji, której należałoby się bliżej przyjrzeć, jest kurkumina, która wpływa na aktywację kanałów chlorkowych CFTR. Inną substancją wpływającą na aktywację kanału chlorkowego CFTR jest witamina C (Kloch i wsp., 2010).

Zasady postępowania leczniczego

Celem leczenia mukowiscydozy jest spowolnienie (opóźnienie) uszkodzenia narządów wewnętrznych wywołanych przez chorobę. Standardowe metody leczenia

choroby oskrzelowo-płucnej obejmują terapię inhalacyjną, antybiotykoterapię i fizjoterapię.

Terapia inhalacyjna polega na wziewnym podawaniu leków korygujących zaburzenia wodno-elektrolityczne i nadmierną lepkość wydzieliny oskrzelowej. Hipotoniczne roztwory NaCl działają głównie nawilżająco, natomiast roztwory hipertoniczne silnie pobudzają do kaszlu, a preparaty mukolityczne (Mucosolvan) zmniejszają lepkość wydzieliny dróg oddechowych, ułatwiając jej usunięcie. Po inhalacji z preparatu mukolitycznego powinien być wykonany zabieg fizjoterapeutyczny. Delikatne opukiwanie klatki piersiowej chorego (drenaż ułożeniowy) to od dawna stosowany standardowy sposób postępowania w mukowiscydozie. Celem tego zabiegu jest usuwanie śluzu z zacopowanych dróg oddechowych płuc. Metody drenażowe zalecane przez Międzynarodową Grupę Fizjoterapeutów zajmujących się mukowiscydozą to:

- technika natężonego wydechu,
- technika aktywnego cyklu oddechowego,
- drenaż autogeniczny,
- technika dodatniego ciśnienia wydechowego (system PEP),
- technika zmiennego ciśnienia oskrzelowego (PEP oscylacyjny).

Fizjoterapia jest podstawowym elementem standardowego leczenia mukowiscydozy. Stosuje się ją przede wszystkim w zapobieganiu progresji choroby i leczeniu zmian w obrębie układu oddechowego (Mazurczak i wsp., 2006).

Wytyczne postępowania żywieniowego chorych na mukowiscydozę

Do zaburzeń stanu odżywiania w przebiegu mukowiscydozy może dochodzić na skutek zwiększonych strat energetycznych związanych z chorobą oskrzelowo-

płucną, a także z upośledzonym trawieniem i wchłanianiem składników odżywczych w wyniku: wymiotów, niewydolności zewnątrzwydzielniczej trzustki czy zaburzeń funkcji wątroby. W związku z powyższym dieta chorych na mukowiscydozę musi być wysokenergetyczna (120–150% dziennego zapotrzebowania energetycznego w porównaniu z osobami zdrowymi). Zalecany udział energii z poszczególnych składników odżywczych to:

- białka około 15% energii,
- tłuszcze około 30–40% energii,
- węglowodany około 45–50% energii.

Dostępnym źródłem łatwo przyswajalnego białka jest mleko krowie i jego przetwory. Codzienna dieta powinna być urozmaicona w mięso (szczególnie czerwone) i ryby. Jako źródło tłuszczu zaleca się tłuszcze roślinne, m.in. oliwę z oliwek czy oleje. Ponadto dietę uzupełnia się wysokokalorycznymi suplementami, takimi jak: Fantomalt czy Nutrison energy. Ze względu na to, że u chorych na mukowiscydozę występują nadmierne straty soli wydalone przez skórę (słony pot), dietę należy uzupełniać chlorkiem sodu. Stosuje się tzw. dietę wysokosolną, szczególnie w okresie letnich upałów. Niezbędne jest stałe uzupełnianie witamin, szczególnie witaminy: A (4000–10000 j.m.), D (400–800 j.m.), E (100–400 j.m.), B12 (100 μ j.m./miesiąc) i K (1 mg/dobę). Pacjentom, u których stwierdzono niewydolność wewnątrzwydzielniczą trzustki, podaje się preparaty enzymatyczne. Zaleca się karmienie piersią dzieci przez pierwsze 12 miesięcy życia, ponieważ zmniejsza ono ryzyko wystąpienia alergii pokarmowej, a ponadto dostarcza dziecku niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. U niemowląt z niedostatecznym przyrostem masy ciała do diety włącza się wysokokaloryczne preparaty mlekozastępcze, które zawierają zwiększoną ilość białka oraz wzbogacone są w kwasy tłuszczowe, witaminy i mikroelementy (Chełkowska i wsp., 2007).

Literatura

- Aleksandrov L, Mengos A, Chang X, Aleksandrov A, Riordan JR (2001). Differential interactions of nucleotides at the two nucleotide binding domains of the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator. *J Biol Chem*, 276: 12918-12923.
- Alberts B, Johnson A, Raff M, Roberts K, Walter P (2002). *Molecular Biology of The Cell*.
- Andersen DH (1938). Cystic fibrosis of the pancreas and its relation to coeliac disease. *Am J Dis Child*, 56: 345-399.
- Bąk D, Cutting GR, Milewski M (2007). The CFTR-derived peptides as a model of sequence-specific protein aggregation. *Cell Mol Biol Lett*, 12: 435-447.
- Bompadre SG, Ai T, Han Cho J, Wang X, Y Sohma Y, Li M, Hwang T-Ch. (2005) CFTR Gating I: Characterization of the ATP-dependent Gating of a Phosphorylation-independent CFTR Channel (R-CFTR) *J Gen Physiol*, 125: 361-375.
- Busch R. (1978) The history of Mukoviscidosis. *NIH Lib Trans* 53: 316-318.
- Chelchowska M, Sands D, Mielus M, Laskowska-Klita T, Milanowski A (2007). Wpływ diety opartej na specjalistycznym preparacie do żywienia niemowląt chorych na mukowiscydozę na stężenie witamin A i E we krwi. *Pediatrics Polska*, 82:631-643.
- Cheng SH, Gregory RJ, Marshall J, Paul S, Souza DW, White GA, O'Riordan CR, Smith AE (1990). Defective intracellular transport and processing of CFTR is the molecular basis of most cystic fibrosis. *Cell*, 63: 827-834.
- Collins FS (1992). Cystic fibrosis: molecular biology and therapeutic implications. *Science*, 256:774-779.
- Di Sant'Agnesse PA (1956). Cystic fibrosis of the pancreas. *Am J Med* 21: 406-22.
- Eudes R, Lehn P, Ferec C, Mornon JP, Callebaut I (2005). Nucleotide binding domains of human CFTR: a structural classification of critical residues and disease-causing mutations. *Cell Mol Life Sci*, 62: 2112-23.
- Faber S, Shwachman H, Maddock CL (1943). Pancreatic function and disease in early life. I. Pancreatic enzyme activity and the celiac syndrome. *J Clin Invest*, 22: 827-38.
- Fitzgerald DA (2013). Cystic Fibrosis: Passion, perception and education. *Paediatric respiratory*, 15: 1-2.
- Hotson D, Brutlag DL (2000). Mutations to the CFTR protein. *Bioinformatics*, 13: 118-126.
- Hryciw DH, Guggino WB (2000). Cystic fibrosis transmembrane conductance regulator and the outwardly rectifying chloride channel: a relationship between two chloride channels expressed in epithelial cells. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 27: 892
- Kidd JF, Ramjeesingh M, Stratford E, Huan LJ, Bear CE (2004). A heteromeric complex of the two nucleotide binding domains of cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) mediates ATPase activity. *J Biol Chem* 279, 41664-41669.
- Kloch M, Milewski M, Nurowska E, Dworakowska B, Cutting GR, Dolowy K (2010). The H-loop in the second nucleotide-binding domain of the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator is required for efficient chloride channel closing. *Cell Physiol Biochem*, 25: 169-80.
- Knowles MR, Stutts MJ, Spock A, Fischer N, Gatzky JT, Boucher RC (1983). Abnormal ion permeation through cystic fibrosis respiratory epithelium. *Science*, 221: 1067-70.
- Mazurczak T, Nowakowska A, Sands D, Bal J, Bąk D, Sobczyńska-Tomaszewska A, Czerska K, Orlik T (2006). *Mukowiscydoza*. Instytut Matki i Dziecka.
- Mickle JE, Milewski MI, Macek Jr M, Cutting GR (2000). Effects of cystic fibrosis and congenital bilateral absence of the vas deferens-associated mutations on cystic fibrosis transmembrane conductance regulator-mediated regulation of separate channels. *Am J Hum Genet*, 66: 1485-1495.
- Milewski MI, Mickle JE, Forrest JK, Stafford DM, Moyer BD, Cheng J, Guggino WB, Stanton BA, Cutting GR (2001). A PDZ-binding motif is essential but not sufficient to localize the C terminus of CFTR to the apical membrane. *J Cell Sci*, 114:719-726.
- Milewski MI, Mickle JE, Forrest JK, Stanton BA, Cutting GR (2002). Aggregation of misfolded proteins can be a selective process dependent upon peptide composition. *J Biol Chem*, 277: 34462-34470.
- Muthuswamy S, Agarwal S, Awasthi S, Singh S, Dixit P, Maurya N, Choudhuri G (2014). Spectrum and distribution of CFTR gene mutations in asthma and chronic pancreatitis cases of North Indian population. *Gene*, 539: 125-31
- Quinton PM (1983). Chloride impermeability in cystic fibrosis. *Nature*, 301: 421-2.
- Pogorzelski A (1997). Podstawowe wiadomości z genetyki. *Mukowiscydoza*, 10:29-36.
- Riordan JR, Rommens JM, Kerem B, Alon N, Rozmahel R, Grzelczak Z, Zielenski J, Lok S, Plavsky N, Chou JL (1989). Identification of the cystic fibrosis gene: cloning and characterization of complementary DNA. *Science*, 245: 1066-73.
- Riordan JR (1989). The cystic fibrosis transmembrane conductance regulator. *Annu Rev Physiol*, 55: 609-630.
- Rommens JM, Zengerling-Lentes S, Kerem B, Melmer G, Buchwald M, Tsui LC (1989). Physical localization of two DNA markers closely linked to the cystic fibrosis locus by pulsed-field gel electrophoresis. *Am J Hum Genet*, 45: 932-41.
- Schultz BD, Singh AK, Devor DC, Bridges RJ (1999). Pharmacology of CFTR chloride channel activity. *Physiol Rev*, 79: 109-144.
- Sheppard DN, Ostedgaard LS, Rich DP, Welsh MJ (1994). The amino-terminal portion of CFTR forms a regulated Cl channel. *Cell*, 76: 1091-1098.
- Szabo K, Szakacs G, Hegeds T, Sarkadi B (1999). Nucleotide occlusion in the human cystic fibrosis transmembrane conductance regulator. Different patterns in the two nucleotide binding domains. *J Biol Chem*, 274: 12209-12212.
- Wang S, Yue H, Derin RB, Guggino WB, Li M (2000). Accessory protein facilitated CFTR-CFTR interaction, a molecular mechanism to potentiate the chloride channel activity. *Cell*, 103: 169-179.
- Welsh MJ, Tsui LC, Boat TF, Beaudet AL (1994). *Metabolic and molecular basis of inherited disease*. Ed. CR Scriver, AL Beaudet, WS Sly, D Valle. McGraw-Hill.
- Zhou Z, Wang X, Liu HY, Zou X, Li M, Hwang TC (2006). The two ATP binding sites of cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) play distinct roles in gating kinetics and energetics. *J Gen Physiol*, 128: 413-422.

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji

V. Rozumowanie i argumentacja

Treści nauczania:

VI. Genetyka i biotechnologia.

6. Zmienność genetyczna. Uczeń:

5) rozróżnia mutacje genowe punktowe, insercje i delecje i określa ich możliwe skutki

Cystic fibrosis

Monika Kloch, Iwona Stanisławska

The cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) is an ATP-binding cassette (ABC) transporter that functions as a cAMP-activated chloride channel. The ATP-binding cassette (ABC) transporters are a large group of transmembrane proteins that utilize the energy derived from ATP hydrolysis to transport various substrates across the membrane against the concentration gradient. The cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) differs from other members of this superfamily in that it functions as an epithelial cAMP-activated anion channel that allows for passive transport of chloride ions down their electrochemical gradient. Additionally, CFTR may regulate other epithelial ion channels or transporters, mediating the transmembrane Cl⁻, HCO³⁻, Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ transport, thereby significantly contributing to the maintaining of the overall ion balance in the epithelia. Defective function of CFTR is responsible for several human diseases, including cystic fibrosis (CF), chronic pancreatitis, all associated with abnormal ion fluxes in epithelial tissues of different organs.

Key words: cystic fibrosis, CFTR

O patentowaniu ludzkich genów

Od Helacyton gartleri do BRCA1 i BRCA2

Joanna Uchańska

zgodność z PP – zob. s. 26

Streszczenie:

Artykuł opisuje patentowanie wynalazków biotechnologicznych w obliczu obecnych niezwykle kontrowersyjnych w takich branżach jak: farmacja, biotechnologia, informatyka, organizacja prowadzenia działalności gospodarczej. Głównym problemem związanym z kontrowersjami wokół wynalazków, w szczególności biotechnologicznych, jest zakaz patentowania odkryć. W eseju zaprezentowano charakter i cel tego zakazu. W tym kontekście zaprezentowano m.in. definicje odkrycia i wynalazku, które nie są regulowane w prawie stanowionym, lecz kształtowane są przez orzecznictwo i doktrynę. Omówiono w szczególności sposób badania zdolności patentowej ludzkich genów (badanie jego przemysłowej stosowności, poprzez wskazanie funkcji genu, oraz okoliczności badania technicznego charakteru oraz nieoczywistości, zwłaszcza poprzez okoliczność wyizolowania genu). Zaprezentowano także problem wykluczenia od zdolności patentowej ludzkiego genomu. Opisana została także kwestia uzyskania uprzedniej zgody osoby, od której pobierane są komórki na ich komercyjne wykorzystanie, a także opatentowanie. Autorka stoi na stanowisku, że istnieje rozbieżność między praktyką badania zdolności patentowej genów Europejskiego Urzędu Patentowego i Sądu Najwyższego Stanów Zjednoczonych Ameryki. Co więcej, zauważa szereg nieprawidłowości związanych z nieprecyzyjnym badaniem zdolności patentowej genów, w tym genów ludzkich.

Słowa kluczowe: patenty, geny, genom ludzki, wynalazki

Wstęp

Komórki HeLa (komórki szyjki macicy pobrane od chorej na raka Henrietty Lack, Helen Lane albo Helen Larson – kwestia imienia i nazwiska dawczyni pozostaje wątpliwą) dzięki możliwości ich mnożenia się w nieskończoność poza organizmem człowieka uznawane są za nieśmiertelne. Przyczyniły się do upowszechnienia badań nad komórkami człowieka metodami biologii molekularnej. Wieloletnie badania doprowadziły nie tylko do zrozumienia sposobu działania komórki, ale także podłoża i mechanizmu patogenezы wielu chorób. Oczywiście wiedza ta została wykorzystana do opracowania rozmaitych metod terapii. Co ciekawe, szacuje się, że do tej pory namnożono 50 mln ton komórek HeLa. Wykorzystywane są one na skalę masową w laboratoriach na całym świecie. Same komórki HeLa nie zostały nigdy opatentowane. Ale już to, co z nich później powstało, w tym leki – owszem (Skloot, 2011).

Patentowanie wynalazków biotechnologicznych jest obecnie przedmiotem niezwykle kontrowersyjnej w takich branżach jak: farmacja, biotechnologia, informatyka, organizacja prowadzenia działalności gospodarczej. Kontrowersje te pojawiły się wraz z rozwinięciem się tych branż. Wcześniej wynalazki w tych dziedzinach były jedynie przedmiotem pierwszych pionierskich badań (Żakowska-Henzler, 2006).

Głównym problemem związanym z kontrowersjami wokół wynalazków, w szczególności biotechnologicznych, jest interpretacja jednej z fundamentalnych i nie-

kwestionowanych zasad prawa patentowego, a mianowicie zakazu patentowania odkryć (Żakowska-Henzler, 2005). Zakaz ten wciąż obowiązuje. Nie zmienił się też jego cel. Nadal ma on służyć eliminacji możliwości niekorzystnego wpływu patentów na dalszy rozwój nauki i postępu technicznego oraz niezawłaszczanie tego, co należy do domeny publicznej. Zmieniły się jednak definicje odkrycia i wynalazku, które nie są regulowane w prawie stanowionym, lecz kształtowane są przez orzecznictwo i doktrynę. Do pewnego momentu w historii prawa patentowego definicje te i granice między nimi nie budziły większych wątpliwości (Żakowska-Henzler, 2013). Zmieniło się to jednak na skutek wkroczenia na rynek prawa patentowego niezwykle potężnych graczy, którymi są firmy farmaceutyczne, biotechnologiczne, biofarmaceutyczne (większość wynalazków biotechnologicznych to rozwiązania z branży medycznej) czy informatyczne. W dziedzinie biofarmacji, problem zaczął narastać, gdy po odkryciu (słowo to celowo podkreślam), ujawnieniu i opisanu ludzkiego genomu, nauczono się – raz w sposób innowacyjny, raz rutynowy – klonować geny.

W chwili poznania i zdefiniowania ich funkcji, co często ma zastosowanie w przemyśle, rozpoczęła się dyskusja na temat zdolności patentowej tych genów. Oscyluje ona nie tylko wokół przepisów określających przesłanki patentowe. Dotyka ona także zagadnień etycznych, zwłaszcza gdy przedmiotem patentu są geny ludzkie, a także w kwestii innowacyjności i zagadnień ekonomicznych (Hervey i McHale, 2004). Zdaniem niektórych patentowanie genów może bowiem spowolnić innowacyjność w zakresie powstawania nowych testów genetycznych i nowych terapii, zmniejszyć liczbę ośrodków oferujących testy czy spowodować wzrost kosztów diagnostyki genetycznej (Nuffield Council on Bioethics, 2002; Klein i Mahoney, 2008). Zdaniem innych może to mieć wpływ na przyspieszenie badań (Uchańska, 2013).

otrzymano: 8.04.2014; przyjęto: 24.05.2014; opublikowano: 30.06.2014



Joanna Uchańska: doktorantka w Katedrze Prawa Własności Intelektualnej Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Jagiellońskiego, aplikantka adwokacka w Krakowskiej Izbie Adwokackiej, członek międzynarodowego zespołu badawczego programu „Innovation Expert System”, uhonorowana nagrodą Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Mimo tych wszystkich wątpliwości, obecnie większość genów człowieka jest już opatentowana (Bovenberg, 2006; Kapelańska-Pręgowska, 2011).

Rozwój biotechnologii oraz potencjał różnorodności genetycznej stały się głównym przedmiotem zainteresowania prawa patentowego. Prawa płynące z patentu na wynalazek biotechnologiczny tak samo bowiem jak inne prawa niematerialne „stanowią dla uprawnionego podstawę wyłączności prawa o składniku intelektualnym przy korzystaniu wprowadzeniu do obrotu zjawisk będących ich przedmiotem” (Sozański, 2005). Zgodnie zaś z art. 27 ust. 1 porozumienia w sprawie handlowych aspektów praw własności intelektualnej z 1994 r. (tzw. porozumienie TRIPS) ochrona patentowa powinna obejmować wynalazki ze wszelkich dziedzin techniki. Przepisy harmonizujące prawo polskie z unijną dyrektywą 44/98/WE nie wprowadziły natomiast nowego przedmiotu ochrony, a jedynie nową kategorię wynalazków, które aby być skutecznie chronione wymagały odrębnych dodatkowych precyzujących rozwiązań ustawowych. Ustawodawca polski postanowił, że wprowadzi je w osobnym rozdziale ustawy – Prawo własności przemysłowej (dalej jako p.w.p.), bez uchwalania osobnej ustawy. Dlatego też w zakresie nieuregulowanym przepisami szczególnymi o wynalazkach biotechnologicznych stosuje się przepisy ogólne p.w.p. (Smycz, 2002).

Wynalazek biotechnologiczny. Art. 3 dyrektywy 98/44/WE

Początkowo nie dopuszczano do patentowania produktu będącego dziełem natury (Żakowska-Henzler, 2006b). Organizmy żywe, ich części oraz produkty nie stanowiły początkowo przedmiotu regulacji prawa patentowego w zakresie prawa własności oraz jego eksploatacji. Podkreślano, że niezależnie od tego, jak wysoki

jest wkład pracy ludzkiej lub nakład finansowy prowadzący do izolacji, opisanie, wyodrębnienia, scharakteryzowania danego produktu natury (produktu, zjawiska, czy procesu), zawsze pozostaje on odkryciem, a nie wynalazkiem (Żakowska-Henzler i du Vall, 2011). Nie mogło więc takie odkrycie podlegać prawnopatentowej ochronie, a następnie monopolizacji. Podnoszono, że dostępne zasoby genetyczne, zostały ukształtowane w wyniku trwającej wiele tysięcy lat ewolucji oraz stosowanych przez człowieka upraw.

Ponadto, jedną z przeszkód patentowania wytworów biotechnologii miało być wyłączenie od patentowania odkryć (Koopman, 2003). Takie założenie miało albo eliminować z prawa patentowego wszystkie zgłoszenia patentowe, które wykorzystywały materiał biologiczny, albo stawiać przed ekspertem następujący dylemat do rozstrzygnięcia: czym jest przedmiot zgłoszenia, już wynalazkiem czy jeszcze odkryciem?

Niestety przepisy zarówno prawa międzynarodowego, jak i krajowego albo w ogóle nie posługują się definicją wynalazku, albo posługują się nią na tyle nieprecyzyjnie, że nie można wyraźnie na podstawie tych definicji ustalić granicy między wynalazkiem a odkryciem. Dlatego też, choć patentowanie odkryć pozostaje bezsprzecznie zakazane, to jak wskazuje H. Żakowska-Henzler, pozostaje jeszcze do ustalenia, „czy treść pojęcia wynalazku i odkrycia, a także przebieg granicy między nimi zostały zmienione na potrzeby kwalifikacji prawnopatentowej osiągnięć biotechnologicznych” (Żakowska-Henzler, 2012).

Zgodnie zaś z art. 3 dyrektywy 98/44/WE przedmiotem wynalazku nadającego się do opatentowania jest zarówno materiał wytworzony od podstaw sposobem technicznym, nawet jeśli występował poprzednio w naturze, jak i wyizolowany ze środowiska.

Pojęcie wynalazku biotechnologicznego zostało zdefiniowane także w polskiej ustawie w art. 93¹ pkt 1 p.w.p.

Rozumie się go tam jako wynalazek w rozumieniu art. 24 p.w.p. dotyczący wytworu składającego się z materiału biologicznego lub zawierającego taki materiał albo sposobu, za pomocą którego materiał biologiczny jest wytwarzany, przetwarzany lub wykorzystywany. Przykładami wynalazków biotechnologicznych są:

- wytwory, takie jak: polipeptydy (np. enzymy, przeciwciała), kwasy nukleinowe (np. startery [ang. primers], geny, wektory), mikroorganizmy, linie komórkowe, zestawy (w tym diagnostyczne), kompozycje i środki farmaceutyczne (np. leki, szczepionki);
- sposoby, takie jak: procesy fermentacyjne, metody izolacji lub oczyszczania substancji biologicznych, sposoby testowania i metody diagnostyczne in vitro, metody laboratoryjne (np. PCR), inne metody inżynierii genetycznej;
- zastosowania, np. zastosowanie określonego produktu (np. białka) do wytwarzania leku do leczenia określonej choroby (Pyrża i wsp., 2009).

Taka regulacja budzi jednak sprzeciw dotyczący oceny etycznej, a także – w opinii przeciwników tego rozwiązania – prowadzi do faktycznego dopuszczenia patentowania odkryć (Żakowska-Henzler, 2006). Zwolennicy koncepcji patentowania produktów pochodzących i czerpiących z natury powołują się ponadto na następującą interpretację: odkryciem jest jedynie ujawnienie istnienia produktu lub zjawiska, zaś wynalazkiem jest instrukcja działania umożliwiająca uzyskanie zamierzonego celu. W ten sposób instrukcja działania pozwalająca na wykorzystanie odkrycia czyni je wynalazkiem.

Kiedy już dopuszczono patentowanie wynalazków z dziedziny biotechnologii, zakładano, że zdolność patentową ma jedynie praktyczne zastosowanie materii i zjawisk występujących w przyrodzie (Żakowska-Henzler, 2006b). Koncepcja dopuszczenia patento-

wania instrukcji działania rozwiązań pochodzących z natury pozwala dopiero na realizację wcześniej wymienionych podstaw sensu stworzenia ochrony prawnopatentowej. Jedynie udzielenie monopolu odkrywcy, który poprzez wskazanie instrukcji pozwalającej na wykorzystanie odkrycia staje się wynalazcą, może go motywować do prowadzenia dalszych prac, ponieważ gwarantuje mu pewien efekt gospodarczy. Jednak – jak zauważono w literaturze i co mają na uwadze zgłaszający formułując żądany zakres ochrony patentowej – dopiero przyznanie patentu na produkt gwarantuje wystarczającą ochronę przed konkurencją (du Vall i Żakowska-Henzler, 2011). W konsekwencji, prowadzi to do rozwoju innowacyjności i gospodarki, zdaniem zaś radykalnych przeciwników ochrony patentowej wynalazków biotechnologicznych – do zahamowania nauki i postępu technicznego z uwagi na absolutną ochronę wynalazków biotechnologicznych (Żakowska-Henzler, 2012).

Punktem zwrotnym w historii prawa patentowego i drogą do zażegnania wskazanego konfliktu było orzeczenie z 1980 r. wydane przez Sąd Najwyższy Stanów Zjednoczonych (dalej jako SN US) w słynnej sprawie wynalazku Chakrabraty'ego i patentu udzielonego ostatecznie 31 marca 1981 r. na rzecz General Electric Company (patent USA nr US 4259444 (A)). Rozstrzygana sprawa dotyczyła mikroorganizmu, który dzięki wprowadzeniu weń obcego genu nabrał zdolności metabolizowania węglowodorów. Przemysłowe znaczenie wynalazku polegało na możliwości zastosowania zmodyfikowanych genetycznie bakterii do usuwania wycieków ropy. Jak wskazuje Smycz (2012), „o precedensowym charakterze sprawy i wątpliwościach, jakie wzbudziła kwestia dopuszczalności opatentowania żywego organizmu, świadczy fakt, że postępowanie trwało łącznie aż 9 lat (A. Chakrabarty złożył bowiem wniosek o przyznanie patentu w roku 1972)”. Patent został przyznany dopiero

po orzeczeniu SN US. Sąd stwierdził wówczas, że nie ma przeszkód do objęcia ochroną patentową żywych mikroorganizmów wytworzonych przez człowieka, gdyż patent powinien obejmować „wszystko pod słońcem, co zostało stworzone przez człowieka” (Diamond v. Chakrabarty, 1980, 2204).

Można zatem podsumować, że od lat 80. XX wieku dopuszczalne jest patentowanie materiału biologicznego, mimo trwających w tym zakresie kontrowersji.

Gen patentowalny

Przesłanki uznania sekwencji nukleotydowej genu lub jego fragmentu za przedmiot wynalazku zostały podane w dyrektywie 98/44/WE. Zgodnie z jej art. 5 ust. 1, proste odkrycie elementów ciała ludzkiego, włączając w to sekwencje nukleotydowe genu lub ich części, nie ma zdolności patentowej, co zostało uzasadnione w pkt 16 preambuły tej dyrektywy koniecznością przestrzegania przez prawo patentowe podstawowych zasad chroniących godność i integralność osoby. Przedmiotem patentu nie może być także ludzki zarodek, w tym zapłodniona komórka jajowa. Dominującym jest także pogląd o niedopuszczalności patentowania totipotencjalnych zarodkowych komórek macierzystych, z którego powstać może człowiek. Na marginesie należy dodać, że w przypadku komórek pluripotencjalnych możliwe jest ich patentowanie, ponieważ nie mają bezpośredniej zdolności, aby powstała z nich istota ludzka (Berier i Moufang, 1994; Żakowska-Henzler, 2012).

Jeżeli jednak taki element (w tym gen lub jego fragment) zostanie wyizolowany z ciała ludzkiego lub w inny sposób wytworzony za pomocą sposobu technicznego, to będzie on mógł stanowić wynalazek mający zdolność patentową, nawet jeśli struktura tego elementu jest identyczna ze strukturą elementu naturalnego

(art. 5 ust. 2 dyrektywy 98/44/WE). Samo wyizolowanie czy inne wytworzenie genu nie przesądza automatycznie zdolności patentowej, albowiem trzeba dodatkowo wykazać jego przemysłowe zastosowanie (art. 5 ust. 3 dyrektywy 98/44/WE). W tym celu natomiast niezbędne jest poznanie funkcji danego genu. Zgodnie z pkt 23 preambuły do dyrektywy 98/44/WE: „Sama sekwencja DNA, bez wskazania funkcji, nie zawiera żadnej informacji technicznej, a zatem nie jest wynalazkiem posiadającym zdolność patentową”.

Od czasu przyjęcia tej dyrektywy do chwili obecnej trwają jednak spory, jak należy interpretować „funkcję” genu oraz jego „przemysłowe zastosowanie”. Funkcja genu nie jest jednak w świetle prawa żadną dodatkową przesłanką zdolności patentowej, a jedynie środkiem do celu zbadania przemysłowej stosowalności zgłaszanego wynalazku.

Postanowienia art. 5 ust. 2 omawianej dyrektywy zostały zakwestionowane m.in. w skardze Królestwa Niderlandów o stwierdzenie nieważności dyrektywy 98/44/WE. W orzeczeniu z 9 października 2001 r. Trybunał Sprawiedliwości Unii Europejskiej (TS UE) oddalił tę skargę, ponieważ nie zgodził się z twierdzeniem, że wspomniany przepis, skoro sprowadza życie ludzkie do pozycji środka do osiągnięcia celu, to jest sprzeczny z ludzką godnością. Trybunał podkreślił, że godność ludzka jest chroniona przez art. 5 ust. 1 dyrektywy 98/44/WE, ponieważ mający zdolność patentową wynalazek jest w dyrektywie 98/44/WE wyraźnie przeciwstawiony niemającemu takiej zdolności odkryciu. Zastosowania w tej sprawie nie znalazł art. 3 ust. 2 Karty Praw Podstawowych UE, który zakazuje wykorzystywania ciała ludzkiego i jego poszczególnych części jako źródła zysku i przez to nie może być traktowany jako wyłączenie patentowe, np. z uwagi na sprzeczność z porządkiem publicznym lub dobrymi obyczajami.

Wyłączenie zdolności patentowej genomu ludzkiego

W dyskusji na temat patentowania genów bezwzględnie wykluczono opatentowanie całego ludzkiego genomu. Gross Espiella (1998) wskazał, że „genom (...) nie może być zawłaszczany ani rozporządzany przez jakąkolwiek jednostkę lub zbiorowość, bez względu na to, czy będzie to państwo, naród czy lud”. Jednak stwierdzenie, że genom jest dziedzictwem ludzkości, nie wyklucza per se jego patentowalności (Kapelańska-Pręgowska, 2011). Wymaga to uargumentowania, że genom jest patentowalny lub niepatentowalny jako całość. Należy jednak za Schindlerem (2012) twierdzić, że genom nie ma zdolności patentowej, bowiem jest jedynie odkryciem; nie można bowiem także zbadać jego nieoczywistości, ponieważ niemożliwe jest ustalenie, jakie problemy należało rozwiązać „tworząc” ten wynalazek (tzw. problem to be solved jest koniecznym etapem badania nieoczywistości), nie można także wyłuszczyć w nim pojedynczych koncepcji wynalazczych (tzw. inventive concepts), które składają się na wynalazek, a ich sformułowanie jest niezbędne do określenia, czym jest wynalazek i jaka jest jego zdolność patentowa. Co więcej, w art. 4 Powszechnej Deklaracji (UNESCO) w sprawie genomu ludzkiego i praw człowieka podkreślono, że „genom ludzki w swym stanie naturalnym nie powinien rodzić zysków finansowych”, przez co jest zaliczany do rzeczy wyłączonych z handlu. Chociaż zdaniem niektórych słowa „w stanie naturalnym”, nie wyłącza możliwości osiągnięcia zysków finansowych, kiedy genom jest wykorzystywany w stanie nienaturalnym, przez co można go kwalifikować jako wynalazek. Jak jednak wskazano wyżej, wykazanie zdolności patentowej całego genomu jest obecnie niemożliwe (Bovenberg, 2006; Kapelańska-Pręgowska, 2011).

Sprzeciw wobec patentowania genomu ma także podstawy etyczne. Twierdzi się bowiem, że do domeny publicznej zaliczane są pewne „dobra, których zawłaszczenie było sprzeczne z zasadami etyki, gdyż uznawano je za wspólne dziedzictwo ludzkości, (...) [a] ograniczenie komukolwiek dostępu do nich byłoby działaniem niemoralnym” (Żakowska-Henzler, 2006).

Techniczny charakter i nieoczywistość – wyizolowanie

Niektóre decyzje o przyznaniu patentów na wynalazki biotechnologiczne spotkały się z silną krytyką. Wykazywano w doktrynie, że samo wyizolowanie i oczyszczenie genu nie wystarczy do przekroczenia granicy między odkryciem a wynalazkiem, ponieważ przedmiotem wynalazku, a tym samym patentu, nie może być produkt samoistnie występujący w naturze, który nie jest wytworem ludzkiego intelektu.

Jednak w opinii wielu ekspertów urzędów patentowych materiał biologiczny nie jest identyczny z tym występującym w przyrodzie, chociaż identyczny materiał występujący w naturze i wyizolowany ze środowiska naturalnego także może zostać opatentowany (art. 3 ust. 2 oraz art. 5 ust. 2 dyrektywy 44/98/WE). Co już wskazano, możliwość taką dopuszcza art. 93² ust. 1 pkt 1 p.w.p. oraz art. 3 ust. 2 dyrektywy 44/98/WE. Materiał biologiczny będący przedmiotem wynalazku podlega właściwej obróbce związanej z oczyszczeniem materiału z substancji zbędnych (niekoniecznych czy niekorzystnych dla ujawnienia pożądanego i poszukiwanego cech wynalazku) lub poddaniem działaniom utrzymującym właściwości naturalne produktu. Dlatego też „materiał biologiczny wyizolowany z naturalnego środowiska, jest (...) rozwiązaniem (przedmiot niematerialny) samoistnie występującym w naturze” (Żakowska-Henzler, 2012). Nie oznacza to jednak, że

z tego powodu wynalazek z założenia miałby spełniać przesłanki zdolności patentowej. Otóż Światowa Organizacja Własności Intelektualnej informuje, że „urząd patentowy powinien przyznawać patenty tylko na takie wynalazki, które ściśle, surowo (ang. *strictly*) spełniają standardy zdolności patentowej – a mianowicie, nowość, poziom wynalazczy i przemysłową stosowalność” (Gurry, 2012).

Ocena przesłanki nieoczywistości jest najtrudniejszą ze wszystkich. Dodatkowo komplikuje się ona przy badaniu wynalazków, których przedmiotem jest materiał biologiczny wyizolowany ze środowiska naturalnego, co dotyczy w szczególności genów. Początkowo badano nieoczywistość oceniając zarówno cechy produktu, jak i sposób jego pozyskiwania. Następnie stwierdzono, że aby uznać nieoczywistość struktury substancji, „należy (...) wykazać, że ze strukturą danej substancji wiążą się niespodziewane czy zaskakujące (nieoczywiste) jej właściwości” (Żakowska-Henzler, 2006). Trzeba pamiętać, że struktura substancji nie jest wynikiem ludzkiej pracy, co w konkluzji powinno doprowadzić, że taki wynalazek nie jest dziełem człowieka, przez co nie jest patentowalny. Wkład człowieka i nieoczywistość tego wkładu trzeba było zatem oceniać przez pryzmat sposobu pozyskiwania substancji.

Jednak z uwagi na rozwój biologii molekularnej oraz technik rekombinacji genetycznej substancje występujące w środowisku naturalnym pozyskiwano za pomocą znanych i powszechnych metod. Dlatego też badanie nieoczywistości wynalazku za pomocą metody pozyskiwania stało się w oczach wielu krytyków bezprzedmiotowe z uwagi na ich dostępność i brak elementu zaskoczenia dla znawcy. Z tego powodu w sprawie Relaxin / Howard Florey Institute stwierdzono, że znalezienie substancji występującej w naturze jest tylko niepodlegającym opatentowaniu odkryciem. Natomiast w sytuacji, gdy substancja występująca w naturze musi

być najpierw wyizolowana ze swego otoczenia i w tym celu zostaje opracowany sposób jej uzyskania, to sposób ten podlega opatentowaniu. Ponadto, jeżeli substancja może być właściwie scharakteryzowana, czy to przez jej strukturę, czy przez sposób jej otrzymania lub też przez inne cechy, i jest „nowa” w tym sensie, że dotychczas nie było znane jej istnienie, to wówczas może podlegać opatentowaniu sama substancja jako taka (Baldock i Kingsbury, 2000). W uzasadnieniu tej decyzji Wydział ds. Sprzeciwów przy Europejskim Urzędzie Patentowym (European Patent Office, EPO) wskazał, że „istota wynalazku nie polega na tym, że izolując DNA kodujący ludzką relaksynę, uprawniony z patentu wyprodukował znaną substancję konwencjonalnymi metodami, ale na tym, że dostarczono społeczeństwu po raz pierwszy produkt (gen kodujący hormon), którego istnienie nie było wcześniej znane” (Relaxin, 1995; Jaenichen i wsp., 2012; Żakowska-Henzler, 2006).

W identycznym duchu EPO orzekało także w innych sprawach. Mianowicie w sprawie *Breast and ovarian cancer / University of Utah* wskazało, że zgłoszone do opatentowania sondy zostały wyizolowane w sposób techniczny. EPO uznało, że jako wyizolowane elementy są one patentowalne w myśl zasady 23e ust. 2 Konwencji o udzieleniu patentów europejskich (EPK) (Jaenichen i wsp., 2012). A zatem w przypadku do tej pory nieznanymi i nieoczywistymi rozwiązaniami biotechnologicznymi wykorzystujących materiał biologiczny ekspert powinien dojść do wniosku, że rozwiązaniu takiemu przysługuje poziom wynalazczy. Jeśli bowiem nawet substancje i sposób ich pozyskiwania są znane, a struktura danej substancji jest oczywista, to zgodnie z tradycyjną koncepcją oceny zdolności patentowej taki wynalazek może się obronić, jeśli ingerencja ludzka polega właśnie na wyizolowaniu albo dokonaniu kompozycji wcześniej nieznanymi i nieoczywistymi, mimo braku nowości i nieoczywistości substancji wchodzących w skład wynalazku.

Kluczowe znaczenie dla rozgraniczenia między odkryciem a wynalazkiem przypisuje się przesłance wyizolowania genów oraz sprawieniu w ten sposób, że gen jest dostępny dla społeczeństwa. W wielu sprawach decyduje to o faktycznej zdolności patentowej genów. Jednak w sprawie *American Civil Liberties Union vs. Myriad Genetics* (U.S. Supreme Court, 2013) SN US wypowiedział się zgoła odmiennie. Amerykański Sąd Okręgowy Pierwszej Instancji (U.S. District Court-Southern District of New York) wydał 29 marca 2010 r. decyzję unieważniającą 7 z 23 amerykańskich patentów należących do firmy Myriad Genetics i Fundacji Badawczej Uniwersytetu w Utah. Patenty te dotyczyły m.in. genów BRCA1 i BRCA2. Mutacje w tych genach są odpowiedzialne za podwyższone ryzyko rozwoju nowotworu piersi i jajnika. Myriad Genetics opracowała testy genetyczne do wykrywania tych mutacji, a następnie opatentowała odkrytą sekwencję genów. Sąd podkreślił wówczas, że „w świetle unikalnych właściwości cząsteczki DNA jako nośnika informacji, żadna ze strukturalnych ani funkcjonalnych różnic wskazanych przez Myriad (...) nie czyni zastrzeganej cząsteczki DNA wyraźnie inną”. Ponadto, jako że w cząsteczce DNA jest zakodowana informacja genetyczna, cząsteczka ta nie powinna być traktowana w taki sam sposób jak cząsteczka chemiczna. Sąd nawiązał w ten sposób do linii orzeczniczej, która rozpoczęła się od orzeczenia w sprawie *Diamond vs. Chakrabarty*, gdzie podkreślono, że aby uznać zdolność patentową wytworu, wytwór ten musi mieć „wyraźnie odmienne cechy charakterystyczne” w stosunku do tego typu wytworów występujących w naturze. Postępowanie to nie zakończyło się na tym etapie i miało finał aż w SN US. Sąd ten w orzeczeniu z 13 czerwca 2013 r. potwierdził unieważnienie patentów na geny. W przedmiotowej sprawie wskazano, że „Myriad niczego nie stworzył. (...) Oczywiście, odkrył ważny i przydatny gen, ale oddzielenie tego genu

[wyizolowanie] od pozostałego materiału genetycznego nie jest aktem twórczym”. Zatem uzasadnienie prawnika Myriad Genetics, Gregory’ego Castaniasa, oparte na analogii („kij baseball’owy nie istnieje do momentu aż zostanie wyizolowany z drzewa; lecz jest to nadal produkt ludzkiej inwencji, zdecydowania, gdzie zacząć kij, a gdzie zakończyć”), nie znalazło w oczach SN US uznania. W wyniku wskazanych orzeczeń wyraźnie zakwestionowano, jakoby wyizolowanie genu lub jego sekwencji nukleotydowej z genomu prowadziło do powstania czegoś nowego. Gen lub jego sekwencja są nadal tym samym, czym są pozostając niewyizolowanymi, i dlatego zawsze będą tylko odkryciem. Izolowanie genu nie czyni z niego wynalazku. Można oczywiście zgłosić do opatentowania sposób izolacji genu lub sekwencji genów, jeśli sposób ten ma zdolność patentową, jeśli jest jednak znany i rutynowy, to monopol patentowy nie zostanie przyznany.

Wskazane orzeczenie nie ma jeszcze swego odpowiednika w orzecznictwie europejskim. Wydaje się nadto, iż podobne orzeczenie nie mogłoby zapaść z uwagi na przepisy dyrektywy 98/44 oraz art. 93² ust. 1 p.w.p., który wyraźnie pozwala na patentowanie sekwencji nukleotydowej genu lub jego fragmentu. Co więcej częściowo w doktrynie wciąż zaś podnosi się, że wyizolowany gen jest czymś innym niż ten pozostający w genomie, a izolacja jest aktem twórczym, przez co ten pierwszy gen może już być nazwany wynalazkiem, a ten drugi tylko odkryciem.

Przemysłowa stosowalność – poznanie funkcji genu

Zgodnie z art. 27 p.w.p., „wynalazek uważany jest za nadający się do przemysłowego stosowania, jeżeli według wynalazku może być uzyskiwany wytwór lub wykorzystywany sposób, w rozumieniu technicznym,

w jakiegokolwiek działalności przemysłowej, nie wykluczając rolnictwa”. Podobnie według art. 57 EPK: „wynalazek uważany jest za nadający się do przemysłowego stosowania, jeżeli może być wytwarzany lub wykorzystywany w jakiegokolwiek gałęzi przemysłu, włącznie z rolnictwem”. Zgodnie zaś z art. 27 ust. 1 porozumienia TRIPS, przesłanka przemysłowej stosowalności może być przez Państwa-sygnatariuszy rozumiana także jako użyteczność. Tam, gdzie wykorzystywane jest to drugie określenie, a mianowicie w USA, jest ono rozumiane szerzej niż przesłanka przemysłowej stosowalności. Na kanwie spraw dotyczących chociażby biotechnologii, pojęcia te wymagają precyzyjnej interpretacji oraz ściślego rozgraniczenia (Barczewski, 2013).

Przepisy nie przewidują odmiennej definicji przemysłowej stosowalności dla wynalazków biotechnologicznych. Główne kontrowersje związane z interpretacją tej przesłanki pojawiły się wraz z niegdyś obowiązującym art. 52 ust. 4 KPE (obecnie art. 53 pkt c KPE; art. 29 ust. 1 pkt 3 p.w.p.) dotyczącym zakazu udzielania patentów na sposoby leczenia ludzi i zwierząt metodami chirurgicznymi lub terapeutycznymi oraz sposoby diagnostyki stosowane na ludziach lub zwierzętach, z wyłączeniem produktów, a w szczególności substancji lub mieszanin stosowanych w diagnostyce lub leczeniu (Kostański, 2010; du Vall, 2008; du Vall, 2008; Pyrzy i wsp., 2009).

Ponadto, pewne kontrowersje związane z interpretacją przesłanki przemysłowej stosowalności powstały na kanwie zgłoszeń patentowych dotyczących tzw. Expressed Sequence Tags (EST), czyli krótkich fragmentów genów, które zostały sklonowane i zsekwencjonowane, a następnie zdeponowane w publicznych genowych bazach danych. Informacja wyjściowa pozwala zrekonstruować całe cząsteczki cDNA przy użyciu regionów zachodzących, by przewidzieć, które sekwencje powinny do siebie pasować. Miały być one wykorzystywane jako markery chromosomów, sondy przy identyfikacji

i klonowaniu pełnych sekwencji DNA. Należy więc wnosić, że ich użyteczność miała mieć znaczenie jedynie naukowe. O ile w prawie europejskim przy ocenie przemysłowej stosowalności należy ją jedynie uprawdopodobnić, wykazać jej potencjalne istnienie, o tyle w prawie USA sytuacja przedstawia się nieco odmiennie i sama naukowa użyteczność nie wystarcza. Dlatego też w USA podważono użyteczność wynalazku, którego przedmiotem są EST. Urząd Patentowy i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych (USPTO) wydał 5 stycznia 2001 r. wytyczne nt. badania przesłanki użyteczności (Utility Examination Guidelines), w którym stwierdził, że patent może być udzielony także wówczas, gdy zastosowanie wynalazku jest jedynie uprawdopodobnione, jednak przesłanka użyteczności musi być konkretna i istotna, zaś brak jej wiarygodności i uprawdopodobnienia wyklucza uznanie jej użyteczności.

W prawie europejskim podstawy patentowania EST poszukuje się w dyrektywie 44/98/WE, a dokładnie w pkt 23 preambuły, gdzie wyklucza się zdolność patentową samej sekwencji DNA, bez podania jej funkcji, a więc gdy w zgłoszeniu nie podaje się żadnej informacji technicznej. A contrario, wskazanie funkcji oznacza dopuszczalność patentowalności tych sekwencji. Jak pisze Żakowska-Henzler (2006), „w pkt 23 preambuły mowa jest o funkcji, w jakiej człowiek zamierza daną sekwencję DNA wykorzystać”. Ponadto, według tej Autorki „również postanowienia dyrektywy (...) nie eliminują EST-ów poza krąg przedmiotów patentowalnych”.

Na konieczność opisanego, scharakteryzowania genów oraz podania ich przemysłowej stosowalności poprzez wskazanie ich funkcji zwrócono uwagę także w sprawach *Multimeric receptors* / SALK Institute oraz *BDP1 Phosphatase* / Max-Planck Institute, gdzie podkreślono, że w przypadku, gdy substancja występująca naturalnie w organizmie człowieka, jest zidentyfikowana, a także strukturalnie scharakteryzowana

i udostępniana za pomocą pewnych metod, lecz ani jej funkcja nie jest znana, ani nie jest w sposób kompleksowy i kompletny zrozumiała, a także nie została przyporządkowana jej żadna choroba czy inny stan organizmu związany z nadmiarem lub niedoborem tej substancji, ani nie wskazano na żadne praktyczne jej zastosowanie, to nie można wykazać jej przemysłowej stosowalności. Na kanwie tej sprawy rozgraniczono zatem patentowalne wynalazki z wykorzystaniem materiału biologicznego oraz ciekawe i przydatne odkrycia naukowe, którym jednak nie przysługuje patentowalność (Jaenichen i wsp., 2012).

W konsekwencji, należy sądzić, że w prawodawstwie i orzecznictwie europejskim „wymaganie wskazania przemysłowej stosowalności wynalazku nie jest spełnione, jeśli nie zostało wskazane konkretne przemysłowe zastosowanie danego wynalazku” (Żakowska-Henzler, 2006, 2008), chociażby poprzez podanie jego konkretnej funkcji. Należy jednak zaznaczyć, że nie jest konieczne udowodnienie konkretnej i istotnej użyteczności w rozumieniu doktryny amerykańskiej.

Uprzednia zgoda osoby, od której pobierane są komórki

Wracając do Henrietty Lack... Nie wiadomo, czy zgodziła się na pobranie jej komórek rakowych. Zostały one po prostu pobrane przez chirurga, który usuwał jej guza, a część komórek umieścił w szalce Petriego. Z pewnością na wykorzystanie jej komórek, czy to w celach poznawczych, czy komercyjnych, żadnej zgody nie było. Nie ulega jednak wątpliwości, że korzyści płynące z badań na tych komórkach i ich DNA oraz z ich wykorzystaniem są niebagatelne (Skloot, 2011).

W 1996 r. na forum Rady Europy przyjęto Konwencję o ochronie praw człowieka i godności istoty ludzkiej w kontekście zastosowań biologii i medycyny (dalej jako

EKB), którą Polska podpisała w 1999 r., ale jeszcze nie ratyfikowała. Zgodnie z art. 21 EKB, „ciało ludzkie ani jego części – jako takie – nie mogą stanowić źródła korzyści finansowych”. W konwencji tej nie przesądzono, czy częścią ciała ludzkiego jest wyizolowana sekwencja genu lub sam gen (pkt 135 sprawozdania wyjaśniającego do EKB). W opinii Zgromadzenia Parlamentarnego Rady Europy ludzkie geny nie mogą być uznawane za wynalazki i monopolizowane poprzez patenty. Dlatego też Komitet Ministrów Rady Europy zachęcał państwa członkowskie do podjęcia prób zmiany prawa patentowego na forum międzynarodowym (Rada Europy, 1999; Rada Europy, 2001).

W pkt 26 preambuły dyrektywy 98/44/WE wskazano, że „jeśli wynalazek jest oparty na materiale biologicznym pochodzenia ludzkiego lub jeśli wykorzystuje taki materiał, w przypadku, gdy składane jest zgłoszenie patentowe, osoba, z której ciała materiał został pobrany, musi mieć możliwość wyrażenia na to nieprzymuszanej i świadomej zgody, zgodnie z prawem krajowym”. Wskazane postanowienie nie jest jednak przesłanką materialną lub formalną przyznania patentu (tak samo w sytuacji wymogu podania geograficznego pochodzenia materiału biologicznego, jeśli pochodzenie to jest znane – pkt 27 preambuły dyrektywy 98/44/WE). A zatem a priori trzeba stwierdzić, że nie jest to przeszkoda patentowa dla wynalazku biotechnologicznego. W konkretnej sprawie można jednak zaryzykować twierdzenie, że brak uzyskanej zgody na komercyjne wykorzystanie pobranego materiału genetycznego godzi w porządek publiczny lub dobre obyczaje (art. 6 ust. 1 dyrektywy 98/44/WE) (Kapelańska-Pręgowska, 2011) i przez to, w konsekwencji, taki wynalazek nie może być opatentowany.

Według niektórych kwestia dokumentowania i weryfikacji udzielonej zgody i źródła pozyskania materiału biologicznego nie powinna być badana na etapie

postępowania patentowego, ponieważ są to okoliczności towarzyszące powstaniu wynalazku, które nie mają wpływu na postęp techniczny, są to zagadnienia etyczne, a zatem powinny pozostać poza oceną prawnopatentową (Żakowska-Henzler, 2006). Po pierwsze jednak, nie można zgodzić się, że weryfikacja zgodności z ocenami etycznymi powinna pozostać nierozstrzygnięta i nie ma wpływu na przyznanie zdolności patentowej, chociażby właśnie z uwagi na możliwość odmowy opatentowania wynalazku, jeśli jest on sprzeczny z porządkiem publicznym lub godzi dobre obyczaje. Po drugie, konieczność wskazania źródła i zgody na dostęp do materiału biologicznego jest często wymaganiem stawianym przez prawo innych gałęzi niż prawo patentowe (m.in. przez prawo międzynarodowe), a zatem prawo patentowe, które jest częścią systemu prawnego, nie powinno takich wymogów ignorować – w takiej sytuacji patent nie powinien być więc przyznawany chociażby z przyczyn formalnych.

Wnioski końcowe. Problemy dla branży badawczej

Naukowcy prowadzący prace badawcze w dziedzinie szeroko pojętej biofarmacji, w tym na genach pochodzenia ludzkiego, są narażeni często na ryzyko wkroczenia w zakres czyjegoś monopolu patentowego. W konsekwencji, mogłoby to hamować prace badawczo-rozwojowe, ponieważ uprawniony z patentu może blokować wykorzystanie go lub narzucić zaporowe opłaty licencyjne na korzystanie z wynalazku. Dlatego też słuszne było wprowadzenie w polskim prawie tzw. przywileju badawczego (art. 69 ust. 1 pkt 3 p.w.p.). Pozwala on na stosowanie wynalazku do celów badawczych i doświadczalnych, dla dokonania jego oceny, analizy albo nauczania bez narażenia się na zarzut naruszenia patentu. W powszechnej opinii prowadzenie oceny, analizy

czy nauczania może służyć tylko celom poznawczym, ale może też być dokonywane z zamiarem późniejszej komercjalizacji wynalazku, który powstał w wyniku stosowania wynalazku zgodnie z przywilejem badawczym. Wątpliwości budzi więc, czy przywilej ten obejmuje jedynie prowadzenie badań nad opatentowanym wynalazkiem, czy także z jego zastosowaniem. Oczywiście szersza interpretacja byłaby dla badaczy bardziej korzystna (Żakowska-Henzler, 2013).

Patentowanie wynalazków biotechnologicznych budzi nadal wiele wątpliwości. Nie jest jednak kwestionowane, zwłaszcza z uwagi na korzyści płynące z ochrony patentowej. Wiele wskazanych problemów dotyczy sposobu badania zdolności patentowej oraz zakresu przyznawanej ochrony. Przez pewien czas wydawało się, że kwestia oceny zdolności patentowej ludzkich genów jest w orzecznictwie rozstrzygnięta – jeśli gen jest nowy (gdyż wcześniej był niezagwarantowany/niedostępny dla społeczeństwa, został wyizolowany), znana jest jego funkcja, jest użyteczny (i przez to można dowiedzieć jego przemysłowej stosowalności), to generalnie jest patentowalny. Taka interpretacja budziła jednak wiele wątpliwości. Zwłaszcza w zakresie wyizolowania genów lub ich sekwencji i przez to stworzenia czegoś odmiennego niż występującego w naturze, interpretacja ta była wielokrotnie kwestionowana w opinii doktryny. W końcu podważył je sąd, który pierwszy raz pozwolił na opatentowanie wynalazku biotechnologicznego (SN US w sprawie Diamond vs. Chakrabarty). Samo wyizolowanie genu nie jest ludzkim twórczym aktem, więc taki gen lub sekwencja nie ma przymiotu zdolności patentowej.

Co także znamienne, patentowanie ludzkich genów budzi wiele wątpliwości etycznych. W szczególności osoba, od której pobierane są komórki w celu ich późniejszego komercyjnego wykorzystania, powinna wyrazić na to zgodę. Nawet jeśli korzyści komercyjne i spo-

łeczne płynące z wykorzystania jej ciała są niezrównane, to nie należy zapominać o tym, że jest istotą ludzką i ma prawo decydować o własnym ciele, przez co m.in. wyrażana jest jej godność. Kwestia, czy zgłoszenie wynalazku z wykorzystaniem komórek pobranych bez zgody lub bez zgody na komercyjne wykorzystanie, powinna stać się jednym z formalnych wymogów patentowych, musi zostać jednoznacznie rozstrzygnięta, wzięwszy pod uwagę system prawny w całej jego rozciągłości.

Literatura

- Baldock C, Kingsbury O (2000). The Biotechnology Directive and its relation to the EPC. *Biotechnology Law Report*, 2.
- Barczewski M (2013). Prawa własności intelektualnej w Światowej Organizacji Handlu a dostęp do produktów leczniczych. Warszawa.
- Berier F-K, Moufang R (1994). Patentability of human genes and living organism: principles of a possible international understanding. W: Vogel F, Grunwald R (red.). *Patenting of human genes and living organisms*, Berlin.
- Bovenberg J A (2006). Property Rights in Blood, Genes and Data: Naturally Yours?. Leiden–Boston.
- Gurry F (red.) (2012). *World Intellectual Property Report. The Changing Face of Innovation*. WIPO Economics & Statistics Series.
- Hervey T, McHale JV (2004). *Health Law and the European Union*. Cambridge.
- Jaenichen H-R, McDonell L, Haley JF (2012). *From Clones to Claims*, Köln.
- Kapelańska-Pręgowska J (2011). *Prawne i bioetyczne aspekty testów genetycznych*. Warszawa.
- Klein RD, Mahoney MJ (2008). *LabCorp v. Metabolite Laboratories: The Supreme Court Listens, but Declines to Speak*. *Journal of Law, Medicine & Ethics*, 36.
- Koopman J (2003). *Biotechnology, Patent Law and Piracy: Mirroring the Interests in Resources of Life and Culture*. Konferencja Ius Commune Research School workshop on Intellectual Property in Edinburgh University School of Law, 19–20 June.
- Kostański P (2010). *Wynalazek i patenty*. W: Kostański P (red.) (2010). *Prawo własności przemysłowej. Komentarz*. Warszawa.
- Nuffield Council on Bioethics (2002). Discussion paper: The ethics of patenting DNA. Dostępny na: www.nuffieldbioethics.org/go/ourwork/patentingdna/publication_310.html.
- Pyrza A, Tadeusiak A, Adelt J, Jakubaszek E, Konarzewski J, Piskorska E (2009). W: Pyrza A (red.). *Poradnik wynalazcy*. Warszawa.
- Rada Europy (1999). Recommendation 1425(1999) on biotechnology and intellectual property by the Council of Europe, z dnia 23 września 1999 r.
- Rada Europy (2001). Recommendation 1512(2001) on the protection of the human genome by the Council of Europe, z dnia 25 kwietnia 2001 r.
- Schindler (2013). Brief of amicus curiae Sigram Schindler Beteiligungsgesellschaft mbH in support of neither party, January 31st, 2013, to AMP v. USPTO and Myriad Genetics Inc., No. 12-398 (Supreme Court Nov. 30th, 2012) and CAFC No. 2010-1406 (Fed. Cir. Aug. 16, 2012).
- Skloot R (2011). *Kobieta ważąca 50 mln ton*. Focus, lipiec.
- Smycz M (2002). Komentarz do ustawy z dnia 6 czerwca 2002 r. o zmianie ustawy – Prawo własności przemysłowej (Dz.U.02.108.945). LEX/el.
- Sozański J (2005). *Własności intelektualna i przemysłowa w Unii Europejskiej: zarys zagadnienia z wyborem aktów prawnych*. Warszawa–Poznań.
- USPTO (2001). *Utility Examination Guidelines*, z 5 stycznia 2001 r. Dostępne na: http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=2001_register&docid=01-322
- du Vall M (2008). *Prawo patentowe*, Warszawa.
- du Vall M, Żakowska-Henzler H (2011). *Wynalazek*. *Studia Prawa Prywatnego*, 1.
- Żakowska-Henzler H (2005). *Wynalazki dotyczące ciała ludzkiego na gruncie europejskiego prawa patentowego*, *Studia Prawnicze*, 1.
- Żakowska-Henzler H (2006). *Przyszłość prawa patentowego – podstawowe problemy i kontrowersje*. W: Czapliński W (red.) (2006). *Prawo w XXI wieku. Księga pamiątkowa 50-lecia Instytutu Nauk Prawnych Polskiej Akademii Nauk*. Wyd. Naukowe Scholar. Warszawa.
- Żakowska-Henzler H (2006b). *Wynalazek biotechnologiczny. Przedmiot patentu*. Warszawa.
- Żakowska-Henzler H (2012). *Wynalazki biotechnologiczne*. W: Skubisz R (red.). *Prawo własności przemysłowej. System Prawa Prywatnego*, Tom 14a. Warszawa.
- Żakowska-Henzler H (2013). *Dostęp do procedur medycznych w świetle ochrony patentowej*. W: Kondratiewa-Bryzik L, Sędowska-Kozłowska K (red.). *Prawa człowieka wobec rozwoju biotechnologii*. Warszawa.
- Konwencja o ochronie praw człowieka i godności istoty ludzkiej w kontekście zastosowań biologii i medycyny: Konwencja o prawach człowieka i biomedycynie (europejska konwencja biomedyczna). Polskie tłum. np. na: http://www.coe.int/t/dg3/healthbioethic/texts_and_documents/ETS164Polish.pdf
- Konwencja o udzielaniu patentów europejskich (Konwencja o patencie europejskim), z dnia 5 października 1973 r., Monachium, zmieniona aktem zmieniającym artykuł 63 Konwencji z dnia 17 grudnia 1991 r. oraz decyzjami Rady Administracyjnej Europejskiej Organizacji Patentowej z dnia 21 grudnia 1978 r. 13 grudnia 1994 r., 20 października 1995 r., 5 grudnia 1996 r. oraz 10 grudnia 1998 r. wraz z Protokołami stanowiącymi jej integralną część z dnia 5 października 1973 roku (Dz. U. z 2004 r. Nr 79, poz. 737 z późn. zm.)
- Porozumienie w sprawie handlowych aspektów praw własności intelektualnej z dnia 15 kwietnia 1994 roku (Dz. Urz. L 336 z 23.12.1994 r., s. 305).
- Powszechna Deklaracja (UNESCO) z 11 listopada 1997 r. o genomie ludzkim i prawach człowieka
- Ustawa z dnia 30 czerwca 2000 r. – Prawo własności przemysłowej (tekst jedn.: Dz. U. z 2003 r. Nr. 119, poz. 1117 ze zm.). filed.

Orzeczenia i decyzje:

- EPO (1995). *Orzeczenie w sprawie Relaxin*, EP-B1 112 149, OJ EPO 1995, 388 oraz T 272/95, Relaxin/Howard Florey Insitute.
- EPO (2002). *Orzeczenie w sprawie Multimeric receptors/SALK Institute*, EP-B1 619/842 oraz T 338/00.
- EPO (2005). *Orzeczenie w sprawie BDP1 Phosphatase/Max-Planck*, EP-A1 914 425 oraz T870/04.
- SN US (1980). *Orzeczenie w sprawie Diamond v. Chakrabarty*, US Supreme Court 447 US 303 (1980). Supreme Court Reporter, 16.06.1980, vol. 100.
- SN US (2013). *Orzeczenie w sprawie Association for Molecular Pathology, et al. v. Myriad Genetics, Inc., et al.*, 569 U.S. 12-398 (2013).
- TS UE (2001). *Orzeczenie z dnia 9 października 2001 r.*, C-377/98, ECR I-2001, s. 7079.
- USPTO (1980). *Decyzja z dnia 31 marca 1981 r.*, US4259444 (A). Dostęp na: http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=19810331&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en_EP&CC=US&NR=4259444A&KC=A&ND=4#

Akty prawne:

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 98/44/WE z dnia 6 lipca 1998 r. w sprawie ochrony prawnej wynalazków biotechnologicznych (Dz. Urz. WE L. 1998.213.13).

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Przyroda – IV etap edukacyjny (przedmiot uzupełniający):

wątek: Dylematy moralne w nauce

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji.

V. Rozumowanie i argumentacja.

Treści nauczania:

VI. Genetyka

8. Biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna i medycyna molekularna. Uczeń:
 - 8) dyskutuje problemy etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej i biotechnologii;
 - 10) przedstawia projekt poznania genomu ludzkiego i jego konsekwencje dla medycyny, zdrowia, ubezpieczeń zdrowotnych.

About patenting human genes. From *Helacyton gartleri* to *BRCA1* i *BRCA2*

Joanna Uchańska

The paper describes the patenting of biotechnological inventions in the face of the current extraordinary controversies in the industries such as pharmaceuticals, biotechnology, information technology, business organization. The main issue associated with the mentioned in the article controversies over inventions, in particular biotechnology, is the exclusion on patenting of discoveries. The essay presents the nature and purpose of the exclusion. In this context, there are explained definitions of discovery and invention, which are not regulated in the substantive law, but are presented by the case law and the doctrine. Particularly a method of assessing the patentability of human genes was discussed (the examination of an industrial applicability by identifying function of genes and the premises of the technique nature of the invention and the premises of the non-obviousness, examined in particular by the fact of isolating genes). It also presents the problem of exclusion from patentability of the human genome. Additionally, the issue of obtaining the prior consent of the person from whom the cells are taken for commercial use, and in particular patenting was described. It was presented to underline an importance of assessing if the invention is contrary to morality or public order. The author of the text introduced differences between the practice of examination of the patentability of genes applied by the European Patent Office and the Supreme Court of the United States. Moreover, a number of currently irregularities in connection with the imprecise examination of patentability of test genes, including human genes, were presented.

Key words: patent, genes, human genome, inventions

Życie w ekstremalnych warunkach

Daria Reczyńska, Bożena Witek

zgodność z PP – zob. s. 33

Streszczenie:

W artykule omówiono różne typy środowisk charakteryzujące się ekstremalnie wysokimi lub niskimi wartościami temperatury, mianowicie obszary pustynne, środowisko kominów hydrotermalnych i gejzerów oraz obszary koła podbiegunowego i głębi oceanów. Żyjące w tych środowiskach organizmy wytworzyły szereg ewolucyjnych przystosowań, dzięki którym mogą się rozwijać i rozmnażać w ekstremalnych środowiskach. Przeanalizowano również możliwości życia w warunkach pozaziemskich, a więc w Kosmosie.

Słowa kluczowe: ekstremalne warunki, ekstremofile, termofile, życie w Kosmosie

otrzymano: 16.03.2014; przyjęto: 20.05.2014; opublikowano: 30.06.2014



Daria Reczyńska: magistrantka w Zakładzie Fizjologii Zwierząt Instytutu Biologii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, e-mail: daria.r@onet.eu



dr hab. Bożena Witek, prof. UJK: Zakład Fizjologii Zwierząt Instytutu Biologii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, e-mail: b.witek@ujk.edu.pl

Wprowadzenie

Środowiskiem określa się zespół czynników ekologicznych warunkujących rozwój i życie organizmów. Poszczególne rodzaje środowisk lądowych Ziemi jak np. pustynia, step, las, pole uprawne, łąka oraz wodnych, np. jeziora, morza, oceany, rzeki, ze względu na panujące w nich warunki takie jak – temperatura (wysoka lub niska), dostępność pożywienia, dostęp do światła lub jego brak (środowisko jaskiń), rodzaj podłoża, obecność lub brak wody lub tlenu, siła i kierunek wiatru, ciśnienie powietrza, oddziałują na organizmy z różną siłą i z różnymi skutkami, często decydując o możliwości ich przeżycia na danym obszarze.

Celem opracowania jest przedstawienie przystosowań jakimi charakteryzują się organizmy żyjące w zróżnicowanych ekstremalnych środowiskach. Przystosowania osobników poszczególnych gatunków roślin i zwierząt są bardzo różne, w związku z tym trudno jest jednoznacznie określić optymalne wartości poszczególnych parametrów otoczenia niezbędnych do życia i rozwoju.

Ekstremalne środowiska opisywane są jako „nieprzyjazne” do życia. Skrajne warunki temperaturowe, ciśnienia, odczynu i inne, w decydującym stopniu wpływają na aktywność życiową organizmów, ich liczebność, rozmieszczenie oraz na szybkość i zakres ich procesów metabolicznych. Organizmy, które przystosowały się do takich warunków określa się mianem ekstremofili.

Są to przede wszystkim organizmy jednokomórkowe, które tolerują lub wymagają do życia skrajnych zakresów zmienności czynników środowiskowych. Wśród ekstremofili można wyróżnić wiele ich typów, między innymi – acydofile, halofile, piezofile, anaeroby, mezofile i termofile. Wymienione rodzaje ekstremofili do wzrostu i rozwoju wymagają środowiska, odpowiednio – o niskiej wartości pH, wysokim stężeniu soli (zwłaszcza NaCl), wysokim ciśnieniu hydrostatycznym, małej dostępności tlenu atmosferycznego, wysokich temperatur otoczenia zwykle przekraczających 40 °C (tabela 1).

Jednym z parametrów ograniczającym aktywność życiową określonych gatunków a nawet możliwość ich przeżycia w danym środowisku jest temperatura. Jej ekstremalne – wysokie lub niskie wartości mogą zaburzać szybkość i zakres metabolizmu komórkowego, oddziaływać na strukturę przestrzenną białek lub kwasów nukleinowych i przez to wręcz uniemożliwiać życie (Wolfenden, 2014). Temperatura optymalna do życia większości organizmów mieści się w zakresie pomiędzy 20–40 °C, jednak w środowiskach życia takich jak np. Antarktyda, pustynie, wulkany czy gejzery, granice te zostają przekroczone. W związku z tym wyróżnia się organizmy hipertermofilne (ekstremalne termofilne), dla których optymalna do życia i rozwoju temperatura może przekraczać nawet 80 °C oraz psychrofile przystosowane do egzystencji w temperaturach niskich od -15 °C do -10 °C (Piette i wsp., 2012).

Miejsca występowania	Warunki środowiska	Nazwa grupy
Hałdy przy kopalniach węgla, gorące źródła	Środowisko kwaśne (pH ≤ 3,0)	Acydofile
Słone jeziora i stawy, przybrzeżne solanki	Środowisko zasadowe	Halofile
Pustynie, gorące źródła, podwodne wyloty hydrotermalne, obszary wulkaniczne	Bardzo wysoka temperatura (nawet >80°C)	Termofile Hipertermofile
Antarktyda, Arktyka	Bardzo niska temperatura	Psychrofile
Głębiny morskie	Wysokie ciśnienie	Piezofile

Tabela 1. Grupy ekstremofili

Silne natężenie promieni słonecznych, wysokie amplitudy wahań temperatury, niska wilgotność powietrza oraz bardzo trudny dostęp do wody cechują środowisko pustyni. Efektem tego jest małe zróżnicowanie występujących tam gatunków roślin i zwierząt. Powoduje to ograniczenie zasobów pożywienia i kryjówek, co jest kolejnym powodem występowania tak ubogiej fauny i flory, dlatego jedynie nieliczne organizmy przystosowały się do tak skrajnie nieprzyjaznych warunków życiowych. W ciągu dnia temperatura może przekraczać 50 °C (60°C zanotowano w środkowej Azji), by w nocy obniżyć się nawet do 0 °C. O wartości temperatury decyduje zarówno szerokość geograficzna pustyni jak i wysokość położenia jej nad poziomem morza. Przyczyną tak dużych różnic temperatury między dniem a nocą jest niska wilgotność powietrza. Jedynie na pustyniach mgielnych (np. pustynia Namib oraz Pustynia Peruwiańsko-Chilijska), przy stale istniejącym zachmurzeniu, dobowe wahania temperatury są niewielkie.

Dodatkowym elementem potwierdzającym nieprzyjazność panujących na terenach pustynnych warunków, jest duże nasłonecznienie oraz niezwykle trudny dostęp do wody. Większe zwierzęta zmagają się z trudem zdobycia pożywienia, co często spowodowane jest brakiem roślinności na jej terenach, oraz znalezienia odpowiedniej kryjówki, chroniącej je przed dużymi zmianami wartości temperatury. Zagęszczenie roślin na pustyniach jest zawsze niewielkie. Te, które radzą sobie w tak trudnych warunkach to efemerydy i efemeroidy, suchorośla, sukulenty oraz halofity. I tak np. rośliny efemeryczne niekorzystny okres suszy spędzają w uśpieniu. Inne gatunki roślin (np. rośliny wieloletnie) okres suszy spędzają pod ziemią w postaci przetrwałych cebul, bulw i kłączy. Z kolei sukulenty podczas opadów deszczu gromadzą wodę w specjalnej tkance miękkiszowej znajdującej się w liściach (agawy, aloesy) lub łodygach (kaktusy). Rośliny pustynne znane są również z roz-

maitych możliwości obrony przed roślinożercami. Do najbardziej spektakularnych metod obrony należy morfologiczna przebudowa liści w kolce i ciernie, a z mniej poznanych obrona chemiczna, polegająca na odkładaniu w komórkach i tkankach substancji toksycznych dla zwierząt.

Zupełnie inne przystosowania ewolucyjne musiały osiągnąć zwierzęta zamieszkujące surowe klimatycznie obszary Antarktydy. Przystosowania te musiały uwzględnić bardzo niskie temperatury, dochodzące nawet do -90 °C. Również w środowisku Antarktydy (podobnie jak na pustyni) występuje ograniczony dostęp do pożywienia i naturalnych kryjówek spowodowany otaczającym ją oceanem oraz zalegającymi stale – lodem i śniegiem.

Prowadząc rozważania nad zagadnieniem życia w ekstremalnych warunkach, nie można zapomnieć o środowisku Kosmosu. Jak już wiadomo, na niektórych planetach, chociażby na Marsie potencjalnie istnieją warunki umożliwiające rozwój życia. Według Stephena Hawkinga (Hawking, 2011) jest to idealna planeta dla przyszłej kolonizacji oraz stworzenia warunków dla istnienia i rozwoju życia, jednak niebezpieczeństwem dla organizmów byłoby zagrożenie ze strony docierającego w dużej ilości promieniowania ultrafioletowego (brak warstwy ozonowej) oraz silne promieniowanie słoneczne. W atmosferze Marsa przewagę ilościową ma dwutlenek węgla, natomiast obecność tlenu i pary wodnej jest niewielka. Podobnie jak na pustyniach występują tam duże wahania temperatur – najwyższa w ciągu roku (27 °C), najniższa (-140 °C), a podczas dnia temperatura bliska 40 °C. Ponieważ Mars okrąża Słońce po dużo bardziej eliptycznej orbicie niż Ziemia, jedna z półkul – południowa jest silniej nagrzewana latem, a zimą bardzo słabo.

Równie skrajnymi warunkami jak w przypadku Kosmosu, charakteryzują się złoża ropy naftowej,

w których wykazano obecność organizmów żywych. Ropa naftowa jest mieszaniną związków organicznych i nieorganicznych wydobywaną z wnętrza Ziemi. Ludzie wykorzystują ją od średniowiecza. Początkowo wykorzystywana była do balsamowania zwłok oraz oświetlania pomieszczeń. W miarę rozwoju naukowych technologii znalazła zastosowanie w przemyśle petrochemicznym, przetwarzającym ją m.in. w paliwo samochodowe i tworzywa sztuczne. Ze względu na właściwości fizyko-chemiczne ropy naftowej i jej pochodnych tę grupę związków zaklasyfikowano do środowisk ekstremalnych.

Życie w ekstremalnie wysokich temperaturach

W toku ewolucji organizmy żywe wykształciły wiele cech umożliwiających im życie w środowiskach takich jak np. pustynie – cechujących się bardzo wysokimi wartościami temperatury powietrza latem dochodzącymi nawet do 60 °C. Bardzo ważne jest aby w środowisku, w którym obserwuje się niedobór a częściej całkowity brak dostępu do wody maksymalnie ograniczyć jej utratę. Udaje się to kosmopolitycznym chrząszczom z rodziny czarnuchowatych (*Tenebrionidae*) żyjącym na pustyni Namib, położonej głównie w Namibii, w południowo-zachodniej Afryce na wybrzeżu Atlantyku. Najliczniej reprezentowaną grupą kręgowców zamieszkujących tereny pustynne są gady, przede wszystkim jaszczurki ale też węże i żółwie. Prowadzą one oszczędną gospodarką wodną, wydalając kwas moczowy. Specyficzny rodzaj pobierania i magazynowania wody opanowały także jaszczurki zaliczane do rodzaju agam – zamieszkująca pustynne i półpustynne obszary południowej i zachodniej Australii – australijski moloch straszliwy (*Moloch horridus*) oraz azjatycka krągłogłówka uszasta (*Phrynocephalus mystaceus*) żyjąca w pustynnych rejonach środkowej Azji. Środowisko

ich życia jest bardzo ubogie w wodę, ponieważ średnia rocznych opadów wynosi zaledwie 15 mm. Potrafią one pobierać spływającą z ich własnych ciał wodę deszczową i rosę. Rosę potrafią wykorzystywać także nieliczne na pustyniach ślimaki (Krzywda-Pogorzelski, 2002).

Ptaki, podobnie jak gady, oszczędzają wodę wydalając kwas moczowy. Poza tym mogą pokonywać długie dystanse w poszukiwaniu źródeł wody, jednak ze względu na intensywną przemianę materii wymagają dużych ilości pokarmu, dlatego jedynie sępy mogą zamieszkiwać najbardziej ekstremalnie suche obszary pustynne. Jaszczurki potrafią spijać rosę, natomiast inne zwierzęta, np. antylopa afrykańska adaks (*Addax nasomaculatus*), gatunek ssaka parzystokopytnego z rodziny krętorogich, pobiera wodę jedynie z pożywieniem. Antylopa adaks zamieszkuje Saharę od Mauretanii do Sudanu, obecnie należy do najrzadszych antylop. Z kolei wielbłąd dwugarbny – baktrian (*Camelus ferus*) wykorzystuje charakterystyczne garby do gospodarki wodnej organizmu. Gdy tłuszcz zmagazynowany w tych garbach ulega katabolizmowi, powstaje tzw. woda metaboliczna, która w pewnym stopniu uzupełnia braki wody w organizmie wielbłąda. Tłuszcz pełni jednocześnie rolę izolatora ułatwiającego regulowanie temperatury ciała organizmu, a jego masa może dochodzić nawet do 50 kg.

Cechą adaptacyjną zwierząt do życia na pustyni jest również pokrycie ich ciała sierścią, która chroni je przed wahaniami temperatur. Piaszczyste, sypkie i gorące podłoże jakie występuje na pustyniach też nie sprzyja życiu w tych warunkach. Wielbłądy przystosowały się do niego dzięki zgrubiałym podszwom stóp, które są na tyle szerokie, że chronią je przed zapadaniem się w piasku pustyni (Kaczensky i wsp., 2014). Posiadają też gęste brwi i rzęsy, uszy pokryte sierścią oraz możliwość zamykania nozdrzy – ma to służyć ochronie oczu, uszu i nozdrzy podczas silnie wiejącego wiatru, tak by nie dostawał się do nich piasek (Baxter, 1997).

Z innych przystosowań ewolucyjnych wykształconych u organizmów zwierzęcych, które umożliwiają im życie w warunkach środowiska jakim jest pustynia jest – wytwarzanie moczu 3–4 krotnie bardziej zagęszczonego niż u człowieka, silne odwodnienie kału, brak mechanizmu regulacji temperatury jakim jest pocenie, obywanie się bez picia – wtedy źródłem wody stają się owady i nasiona, albo wręcz prowadzenie nocnego trybu życia (np. oryks arabski i liczne gryzoni). U gryzoni, które żywią się głównie nasionami, zapotrzebowanie na wodę zaspokajane jest częściowo lub całkowicie wodą pochodzącą z przemian metabolicznych substancji powstałych w wyniku trawienia pożywienia.

Wysoka temperatura panuje również w gejzerach, wulkanach i kominach hydrotermalnych (Wolicka i Gójska, 2009). Przykładem mieszkańca kominów hydrotermalnych jest *Alvinella pompejana*, gatunek wieloszczeta z głębin oceanicznych (żyje w całkowitych ciemnościach), występujący jedynie w ekosystemach kominów hydrotermalnych na Pacyfiku. Ten skrajny termofil, odkryty na początku lat 80. XX wieku w ra-



Ryc. 2. *Alvinella pompejana*

Źródło: <http://neurodojo.blogspot.com/2012/02/how-pompeii-worms-take-heat.luml>



Ryc. 1. Australijski moloch straszliwy (*Moloch horridus*)

Źródło: <https://www.edukator.pl/Osobliwosci-fizjologii,5012.html>

mach międzynarodowego programu badawczego FA-MOUS (*French-American Mid-Ocean Undersea Study*), żyje w środowisku kominów hydrotermalnych w temperaturze dochodzącej do 80 °C, co powoduje, że wielo-



Ryc. 3. *Alvinella pompejana*

Źródło: <http://www.orble.com/the-freaky-deepsadwelling-bristle-worm>

szczet ten uznawany jest za organizm tolerujący najwyższe temperatury spośród zwierząt wielokomórkowych znanych nauce. Najprawdopodobniej jest to możliwe dzięki symbiozie z bakteriami, które tworzą na *Alvinella pompejana* narośla przypominające szal. Wydaje się, że pełni on funkcję ochronną przed destrukcyjnym wpływem wysokiej temperatury oraz zabezpiecza przed niekorzystnym działaniem siarki i metali wydobywających się z wnętrza hydrotermalnego komina. Wiadomo, że bakterie „szalowe” wytwarzają specjalne enzymy eurytermalne, chroniące nie tylko białka samych bakterii ale przy okazji również białka wieloszczeta przed denaturacją. W zamian za „ochronę” *Alvinella pompejana* dostarcza bakteriom cukry, które sam syntetyzuje. Szczegółowe badania nad tym niezwykle interesującym organizmem są trudne, ponieważ dotąd nie udało się uzyskać żywych okazów *Alvinella pompejana*.

Kolejnym przedstawicielem ekstremalnego środowiska komina hydrotermalnego jest *Pyrolobus fumarii*, beztlenowy mikroorganizm należący do archeonów (*Archaea*). *Archaea*, to bezjądrowe ekstremofile zaliczane wraz z eubakteriami do Prokaryota. Ten jednokomórkowy organizm – *Pyrolobus fumarii* został odkryty w 1997 roku w ścianie komina hydrotermalnego Oceanu Atlantycznego na głębokości 3560 metrów. Jego optymalny wzrost obserwuje się w temperaturze dochodzącej do 106 °C, wartości pH 5,5 oraz ciśnieniu 25 000 kPa. Do zatrzymania jego procesów wzrostowych dochodzi w temperaturze poniżej 90 °C.

Wysokie temperatury występują również w ekosystemie Narodowego Parku Yellowstone (*Yellowstone National Park*) w USA, położonego w aktywnej sejsmicznie części Gór Skalistych. W tym środowisku znajduje się wyjątkowo liczne nagromadzenie gejzerów. Jest to typ gorących źródeł, wyrzucających w pewnych odstępach czasu parę wodną i wodę (Burns, 2013). Gejzery tryskają lub kipią (Sudnik-Wójcikowska, 2011).

To ekstremalne środowisko jest miejscem życia m.in. bakterii *Thermus aquaticus*. Są to organizmy bardzo wytrzymałe, znoszące temperaturę dochodzącą nawet do 126 °C. Środowisko, w którym bytują bogate jest w węglan wapnia i związki alkilujące. Ciekawy jest fakt, że pierwotnie z tych ciepłolubnych bakterii otrzymano polimerazę *Taq*, enzym z grupy polimeraz DNA, który dzięki swojej termostabilności wykorzystywany jest powszechnie w biologii molekularnej w reakcji PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Obecnie ten enzym otrzymuje się na skalę przemysłową z innych bakterii genetycznie modyfikowanych (na skutek przeniesienia genu polimerazy DNA z *T. aquaticus*) hodowanych w bioreaktorach.

W okolicach kominów hydrotermalnych Oceanu Indyjskiego odkryto fascynujący badaczy gatunek ślimaka (*Crysmallon squamiferum*). Na dnach oceanów występują liczne kominny hydrotermalne, z których „tryska” nie tylko woda, ale i wydobywają się różnorodne gazy wulkaniczne. Aby móc żyć w tak ekstremalnym środowisku, a właściwie aby przeżyć ślimak z gatunku *Crysmallon squamiferum* dysponuje wykształconymi ewolucyjnie cechami, takimi jak muszla, niczym pancerz inkrustowana drobinami żelaza i siarczku żelaza. W efekcie badań nad tym „pancernym” ślimakiem okazało się, że przyczyną jego niebywałej odporności jest niespotykana u innych gatunków ślimaków trójwarstwowa budowa muszli, chroniąca przed wysoką temperaturą ale i przed, co wydaje się uzasadnione również jego naturalnymi wrogami – drapieżnymi ślimakami i krabami (Goffredi i wsp., 2004). Wewnętrzna warstwa muszli jest mocno nasycona wapniem, środkową tworzy gruba warstwa złożona z różnych związków organicznych, które prawdopodobnie niczym izolator pomagają rozpraszać ciepło i ograniczać wahania temperatury w tym ekstremalnym środowisku. Analiza możliwości jakie drzemią w takiej budowie

muszli *Crysmallon squamiferum* stała się inspiracją do zaprojektowania konstrukcji narażonych na duże obciążenia, przy budowie kadłubów samolotów (Suzuki i wsp., 2006).

Życie w ekstremalnie niskich temperaturach

Temperatura dochodząca do -90 °C, teren pokryty lodem i śniegiem, otoczony oceanem to Antarktyda – jedno z bardziej zimnych miejsc na Ziemi. Żyją tu nieliczne zwierzęta, którym przystosowania wykształcone w toku ewolucji pozwalają żyć w tak trudnych warunkach klimatycznych. Fauna Antarktydy, to zwierzęta o zmodyfikowanym w toku ewolucji układzie krążenia, grubej warstwie tkanki tłuszczowej, opływowym kształcie ciała, który umożliwia im nurkowanie w głębinach oceanu w celu zdobycia pożywienia oraz adekwatnej do niskich temperatur ochronie skóry (pióra lub sierść). Na Antarktydzie nie występują przedstawiciele płazów ani gadów.

Duże zainteresowanie badaczy z Uniwersytetu Victoria w Wellington wzbudziły mikroorganizmy odnalezione w słonych wodach jeziora Vida w McMurdo Dry Valleys na Antarktydzie (ang. *Lake Vida brine microbial community*, LVCMMCo). Życie w środowisku jeziora ze względu na panujące tam ekstremalne warunki jest bardzo trudne. Jezioro pokryte jest 16 metrową warstwą lodu, który powoduje, że panuje w nim niska temperatura (-13 °C) oraz całkowita ciemność, całkowity brak tlenu, oraz woda w jeziorze Vida ma lekko kwaśny odczyn, stanowi środowisko o charakterze silnie redukcyjnym przy zasoleniu 200 promili (woda morska ma 34 promile), zawiera natomiast dużo węgla organicznego i cząsteczkowego wodoru, rozpuszczony siarkowodór, amoniak i metan (Murraya i wsp., 2012). Wszystkie te związki przyczyniają się do zmniejszenia bioróżnorodności występujących tam gatunków, dlatego dużym za-

skoczeniem było odnalezienie w wodzie jeziora licznych form życia, w postaci różnorodnych bakterii. O tym, że bakterie te „żyją” świadczą wykazywane przez nie oznaki aktywności metabolicznej, spowolnionej jednak z powodu bardzo niskiej temperatury otoczenia. Są również dowody na to, że inne oznaki ich życia – namnażanie – podziały ich komórek odbywają się od prawie 120 lat. Bakterie pozyskują substancje odżywcze z osadów organicznych zgromadzonych na dnie jeziora. Wszystkie te ekstremalne czynniki – to prawie jak warunki sprzed trzech i pół miliarda lat, kiedy to według Oparina mogło samoistnie powstawać życie.

Życie w złożu ropy naftowej

Ropa naftowa stanowi mieszaninę około tysiąca różnych związków, zarówno organicznych, jak i nieorganicznych, takich jak węglowodory alifatyczne i aromatyczne oraz żywice i asfalty. W skład ropy naftowej wchodzi też pierwiastki biogenne (węgiel, wodór, siarka, tlen, azot), liczne jony metali ciężkich, np. ołów, rtęć, wanad, czy żelazo oraz metale alkaliczne, takie jak wapń i magnez. Większość wymienionych związków organicznych może być donorami elektronów dla różnych grup mikroorganizmów autochtonicznych. Oprócz węglowodorów ropy naftowej, które są głównym źródłem węgla dla mikroorganizmów, wyróżnia się wśród nich liczne związki organiczne będące produktami biodegradacji ropy naftowej (Wolicka, 2010).

Biorąc pod uwagę czynniki fizykochemiczne charakteryzujące ropę naftową oraz wody złożowe, z pewnością można stwierdzić, że są oba te środowiska mają znamiona ekstremalnych dla rozwoju i występowania mikroorganizmów. Warunki w złożu ropy naftowej są istotnie różne od spotykanych na powierzchni Ziemi. Takie złoża ropy charakteryzuje wysokie ciśnienie, wysoka temperatura, bardzo wysokie zasolenie oraz obecność

siarczanów i węglanów, ale brakuje tlenu (Fathepure, 2014). Większość węglowodorów występujących w ropie naftowej wykazuje działanie toksyczne. Mimo to, udało się wyizolować i zidentyfikować bardzo wiele różnych grup bakterii. Mieszkańcami takiego środowiska są przede wszystkim archeony metanogenne – grupa prokariotycznych organizmów, których wspólną cechą jest wytwarzanie metanu jako ubocznego produktu metabolizmu energetycznego. Żyją one w środowiskach beztlenowych, zazwyczaj bogatych w materię organiczną, uczestnicząc w jej rozkładzie (Włodarczyk, 2002). Obok nich mieszkańcami takiego środowiska są również bakterie fermentacyjne, bakterie redukujące siarczany oraz organizmy termofilne. Wspomniane bakterie fermentacyjne odgrywają istotną rolę, redukując polimeryczne związki do związków prostszych (mono- i oligomerów). Przeprowadzane przez te bakterie reakcje biodegradacji i wprowadzanie związków węgla w cykl biogeochemiczny, następują w warunkach beztlenowych.

Kolejną grupą mikroorganizmów występującą w trudnych warunkach środowiska ropy naftowej są archeony. Są one rodzajem bakterii żyjących w bardzo wysokich temperaturach i wysokim zasoleniu. Wśród tych organizmów można wyróżnić bakterie halofilne, termofilne i metanogeniczne archeony. Te ostatnie zasiedlają złoża ropy naftowej. Bakterie te rozwijają się w środowisku beztlenowym i są ostatnim ogniwem przemian ropy naftowej. Wykorzystują dwutlenek węgla i wodór powstały z reakcji przeprowadzanych przez inne mikroorganizmy. W wyniku ich działalności powstaje metan (Margot i wsp., 2000).

Życie w Kosmosie

Wyniki badań fizycznych i geochemicznych oraz bakterii żyjących w wodach jeziora Vida wskazują, że podobnie ekstremalne warunki występują również na

Marsie czy na Europie – księżycu Jowisza. Fakt ten pozwala z nadzieją spojrzeć na granice istnienia życia nie tylko na Ziemi...

Od wielu wieków ludzie zastanawiają się czy we Wszechświecie istnieją organizmy, którym udaje się egzystować, mimo warunków niesprzyjającym życiu. Istnieje wiele teorii dotyczących powstania życia na Ziemi i kilka sugeruje, że przybyło ono z Kosmosu. Teoria panspermii pojawia się już w jońskiej filozofii przyrody – świat jest pełen zarodków życia, które wędrują swobodnie w przestworzach i rozwijają się tam, gdzie znajdują dogodne warunki. Według tej myśli pojawiło się przypuszczenie, że życie przybyło z Kosmosu na Ziemię, dzięki meteorytom (Sobczyńska, 2001). Szczególnie zainteresowanie wzbudził meteoryt – Allan Hills 84001 (ALH 84001) znaleziony w 1984 roku w polu lodowym Allan Hills na Ziemi Wiktorii, około 150 km od stacji naukowej McMurdo, przez zespół poszukiwaczy meteorytów w ramach projektu ANSMET (The Antarctic Search for Meteorites). Badania nad jego pochodzeniem i budowę wykazały, że powstał on na Marsie, blisko cztery miliardy lat temu. Obserwacje mikroskopowe dostarczyły ogromnych nadziei na znalezienie form życia pozaziemskiego, ponieważ zauważono w nim struktury podobne do poznanych już mikroorganizmów. Chemiczne badania wykazały obecność aminokwasów i węglowodorów, jednak informacje o istnieniu życia pozaziemskiego nie zostały potwierdzone. Pojawiły się wątpliwości, że związki te i struktury przypominające bakterie są pochodzenia ziemskiego.

Analizując warunki panujące na innych planetach przypuszcza się, że najbardziej prawdopodobne jest odnalezienie życia na Marsie. Spowodowane jest to zbliżonym czasem jego obrotu wokół własnej osi (24,5 godz.). Najnowsze odkrycia wskazują również na występowanie wody w postaci lodu na Marsie. Niska temperatura (dochodząca do -129 °C) oraz niskie ciśnienie (0,30 hPa)

ograniczają możliwość odnalezienia jej w stanie ciekłym, jednak aktywność wulkaniczna oraz podwyższająca się latem temperatura mogą powodować topnienie lodu na dużych głębokościach. Dodatkowym czynnikiem jaki mógłby sprzyjać życiu na Marsie są występujące na nim pierwiastki i związki chemiczne tj. dwutlenek węgla, siarka, chlor, fosfor oraz śladowe ilości tlenu. W poszukiwaniu śladów życia pozaziemskiego istotną rolę odgrywają odkrycia organizmów bytujących w silnie ekstremalnych warunkach jak na przykład omówiony wcześniej *Acidianus infernus*, *Alvinella pompejana* czy *Pyrolobus fumarii*. Porównując środowiska ich życia z tymi panującymi na Marsie można przypuszczać, że odnalezienie na nim organizmów jest bardzo prawdopodobne i jest tylko kwestią czasu (Kremer i Kaźmierczak, 2006).

Badania wykonane Teleskopem Hubble'a wykazały, że Europa – jeden z księżyców Jowisza potencjalnie wydaje się również możliwym do życia środowiskiem, Europa posiada niezwykle rzadką atmosferę, której ciśnienie wynosi zaledwie około 10 barów oraz niską temperaturę (-173,15 °C). Promienie słoneczne powodują sublimację wodoru i tlenu z lodowej „powierzchni księżycy. Tlen – jako cięższy pierwiastek zostaje zatrzymany przez siły grawitacji księżycy. Powierzchnia Europy jest skuta lodem, a pod warstwą lodu grubości kilku kilometrów znajduje się najprawdopodobniej ocean (Jałocha-Bratek, 2010). W związku z taką jego budową istnieje duże prawdopodobieństwo odnalezienia na nim istot żywych – szczególnie w środowisku oceanu.

Dzięki współczesnej nauce możliwe jest prowadzenie badań, których wyniki pomagają przybliżyć się do odpowiedzi na pytanie dotyczące istnienia życia w Kosmosie. Jeden z projektów – Foton M3 wykazał, że istnieją organizmy, które mogą przeżyć w próżni kosmicznej. Teorię tę udało się udowodnić dzięki umieszczeniu na orbicie okołoziemskiej kosmopolitycznych organizmów



– niesporczaków (*Tardigrada*), zwierząt bezkręgowych zaliczanych do pierwoustych (*Protostomia*). Niektóre gatunki niesporczaków przeżyły ekspozycję na promieniowanie kosmiczne. Wytrzymują one temperatury dochodzące nawet do 420 °C. Wynik tego doświadczenia był zaskakujący, ponieważ udało im się przeżyć w Kosmosie przez 10 dni, w związku z tym istnieją ogromne nadzieje i szansę na odnalezienie organizmów egzystujących w tak ekstremalnym środowisku.

Na Ziemi istnieje wiele rodzajów środowisk nieprzyjaznych wszelkim formom życia. Charakteryzują się one skrajnie wysokimi parametrami m.in. zasolenia, zakwaszenia, wartości ciśnienia i temperatury. Mogłoby się wydawać, że w takich warunkach niemożliwe jest odnalezienie istot żywych. Jednak ewolucja i adaptacja do takich warunków pozwoliła wielu organizmom – przede wszystkim mikroorganizmom, przystosować się do takich ekstremalnych środowisk. Zaskakujące są fakty dotyczące występowania niektórych organizmów w warunkach beztlenowych, bez dostępu światła i wody. Takie odkrycia mają olbrzymie znaczenie dla badań nad istnieniem życia pozaziemskiego. Pozwalają one określić czy dane warunki panujące w Kosmosie mogą sprzyjać rozwojowi choćby jednego gatunku. Kolejne projekty badawcze dotyczące poszukiwania form

życia w skrajnie ekstremalnych warunkach pozwalają potwierdzić hipotezy dotyczące istnienia organizmów żyjących w Kosmosie.

Literatura

- Burns BR, Ward J, Downs TM (2013). Trampling impacts on thermotolerant vegetation of geothermal areas in New Zealand. *Environmental Management*, 52, 6, 1463-73.
- Baxter N (1997). *1000 Pytań i Odpowiedzi*. Debit, Bielsko-Biała, 50-51.
- Fathepure BZ (2014). Recent studies in microbial degradation of petroleum hydrocarbons in hypersaline environments. *Frontiers in microbiology*, 23, 5, 172-189.
- Goffredi SK, Warén A, Orphan VJ, Van Dover CL, Vrijenhoek RC (2004). Novel forms of structural integration between microbes and a hydrothermal vent gastropod from the Indian Ocean. *Applied Environmental Microbiology*, 70, 3082-90.
- Hawking SW (2011). *Teoria wszystkiego, czyli krótka historia Wszechświata (The Theory of Everything: The Origin And Fate Of The Universe)*. Helion Editio, 452.
- Jałocha-Bratek J (2010). Poszukiwanie życia we wszechświecie. *Foton* 111, 39-44.
- Kaczynski P, Adiya Y, von Wehrden H, Mijiddorj B, Walzer C, Güthlin D, Enkhbileg D, Reading RP (2014). Space and habitat use by wild Bactrian camels in the Transaltai Gobi of southern Mongolia. *Biological conservation*, 169, 311-318.
- Kremer B, Kaźmierczak J (2006). Perspektywy poszukiwań życia na Marsie. *Kosmos*, 55, 365-380.
- Krzywdka-Pogorzelski M (2002). *Biologia. Spojrzenie na życie i Biosfe-*

Ryc. 4. Niesporczak

Źródło: <http://polimaty.pl/2013/04/niesporczak-superman-przyrody>

- ę. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 146-152.
- Margot M, Ollivier B, Patel BKC (2000). Microbiology of Petroleum Reservoirs. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 103-116.
- Murray AE, Kenigh F, Fritsen CH, Mckayc CP, Cawleyd KM, Edwards R, Kuhn E, Mcknightd DM, Ostrom NE, Peng V, Ponce A, Priscu JC, Samarkin V, Townsend AT, Wagh P, Young SA, Yungg PT, Doran PT (2012). Microbial life at 13 °C in brine of an ice-sealed Antarctic lake. *Proceedings of The National Academy of Science of The United States of America*, 109, 20626-20631.
- Piette F, Lcprince P, Feller G (2012). Is there a cold shock response in the Antarctic psychrophile *Pseudoalteromonas haloplanktis? Extremophiles*, 16, 681-683.
- Sobczyńska D (2001). Nauka i filozofia o pochodzeniu życia. W: *Zaproszenie do filozofii*, red. Łastowski K, Zeidler P, 19-33.
- Sudnik-Wójcikowska B (2011). Park Narodowy w kraterze wulkanu – rośliny Yellowstone tolerujące wysokie temperatury. *Kosmos*, 60, 313-321.
- Suzuki Y, Kopp RE, Kogure T, Suga A, Takai K, Tsuchida S, Ozaki N, Endo K, Hashimoto J, Kato Y, Mizota C, Hirata T, Chiba H, Nealson KH, Horikoshi K, Kirschvink JL (2006). Sclerite formation in The Hvdothermal-vent scaly-foot gastropod – possible control of iron sulfide biomineralization by the animal. *Earth Planet Sciences Letters*, 242, 39-50.
- Włodarczyk M (2002). *Świat Bakterii*. Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 127-132.
- Wolfenden R (2014). Primordial chemistry and enzyme evolution in a hot environment. *Cellular And Molecular Life Sciences* [w druku].
- Wolicka D (2010). Mikroorganizmy występujące w ropie naftowej i w wodach złożowych. *Nafta-Gaz*, 4,267-273.
- Wolicka D, Gójska A (2009). Kominy hydrotermalne – środowiska występowania organizmów żywych. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 41, 172-182.

Źródła internetowe (fotografie):

- <http://polimatv.pl/2013/04/niesporczak-superman-przyrody>
- <http://neurodoio.blogspot.com/2012/02/how-poinpeii-worrns-take-heat.html>
- <http://www.orble.com/the-freaky-deepseadweiHng-bristle-worm>
- <https://www.edukator.pS/Osobliwosci-fiziologii.5012.html>

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Przyroda – IV etap edukacyjny (przedmiot uzupełniający)

wątek: Najmniejsze i największe – w zmodyfikowanej wersji – Najbardziej ekstremalne warunki życia organizmów.

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

VII. Ekologia

1. Nisza ekologiczna. Uczeń:
 - 1) przedstawia podstawowe elementy niszy ekologicznej organizmu, rozróżniając zakres tolerancji organizmu względem warunków (czynników) środowiska oraz zbiór niezbędnych mu zasobów;
 - 2) określa środowisko życia organizmu, mając podany jego zakres tolerancji na określone czynniki (np. temperaturę, wilgotność, stężenie tlenków siarki w powietrzu);
 - 3) przedstawia rolę organizmów o wąskim zakresie tolerancji na czynniki środowiska w monitorowaniu jego zmian, zwłaszcza powodowanych przez działalność człowieka, podaje przykłady takich organizmów wskaźnikowych.

Life in extreme environment

Daria Reczyńska, Bożena Witek

This article discusses the extreme environmental conditions of life, namely the low and high temperatures, hot climate of desert, cold climate North and South Poles, conditions of deep water of oceans. There are the examples of special ecosystems as the Vida lake in Antarctica, hydrothermal vents, or geysers. The living organisms, particularly the microorganisms, evolved in these conditions have developed specific features. Cosmic sources of life on Earth has also been taken into consideration in the article.

Key words: extreme conditions, extremophiles, thermophiles, life in space

Zanieczyszczenia wód powierzchniowych metalami ciężkimi i związkami organicznymi: farmaceutykami, narkotykami i pestycydami

Anna Szymonik

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań PP

Przyroda – IV etap edukacyjny (przedmiot uzupełniający)

wątek: Ochrona przyrody i środowiska

wątek: Woda – cud natury

Streszczenie:

Badania prowadzone w ostatnich latach potwierdziły, że wody powierzchniowe całego świata, w tym Polski, są zanieczyszczone związkami organicznymi i metalami ciężkimi. Związki organiczne, to m.in. farmaceutyki (diklofenak, naproksen, ibuprofen, estrogeny, antybiotyki), pestycydy czy narkotyki (kokaina, amfetamina i jej pochodne), a najczęściej identyfikowane metale w wodach powierzchniowych to: Ni, Hg, As, Pb, Cd. Związki te mogą rozpuszczać się w wodach powierzchniowych i kumulować w osadach rzecznych. Co więcej, farmaceutyki zidentyfikowano w wodach przeznaczonych do spożycia. Wszystkie wymienione związki stanowią duże wyzwanie dla ochrony środowiska i ekologii, gdyż ich obecność w wodach powierzchniowych jest wynikiem mało skutecznych procesów oczyszczania ścieków. Problem występowania farmaceutyków, metali ciężkich, pestycydów a w ciągu ostatnich 10 lat nielegalnych substancji odurzających dotyczy wód powierzchniowych na całym świecie. Obecność metali ciężkich, w tym Ni, Cd potwierdzono w rzece Rhine w Niem-

zech i w osadach rzecznych rzeki Kłodnicy w Polsce. Pb oznaczono w rzekach na terenie Czech. Metale ciężkie (Ni, Cd, Pb) zidentyfikowano w osadach rzecznych na terenie Polski (rzeki Wisła, Kłodnica, Przemsza). Farmaceutyki zidentyfikowano w rzekach na terenie Polski: w Warcie, Odrze, Wiśle, Wierzycy i Kanale Gliwickim. Oznaczone leki należały do grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych oraz żeńskich hormonów płciowych. W rzekach na terenie Hiszpanii zidentyfikowano substancje lecznicze należące do kilku grup terapeutycznych. Farmaceutyki oznaczono w wodach przeznaczonych do spożycia. W rzekach na terenie Czech i Turcji zidentyfikowano obecność groźnych dla zdrowia ludzkiego pestycydów: DDT, HCH, HBC. W ciągu ostatnich lat pojawiły się doniesienia o obecności w wodach powierzchniowych narkotyków, w niewielkim stężeniu, poniżej 10 ng/l.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, farmaceutyki, pestycydy, narkotyki, wody powierzchniowe, wody przeznaczone do spożycia, toksyczność

powierzchniowych, gruntowych i osadach dennych są: arsen (As), kadm (Cd), rtęć (Hg), ołów (Pb), nikiel (Ni), miedź (Cu), cynk (Zn), co jest zagrożeniem dla zdrowia ludzkiego, ze względu na efekt toksyczny (Pb, Hg, Ni, As, Cd) i kancerogeny (As, Cd) (Wongsasulak i wsp., 2013). Jeśli zaś chodzi o związki organiczne, to obecnie w wodach powierzchniowych często identyfikuje się farmaceutyki. Do najczęściej identyfikowanych spośród nich należą te z grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych (diklofenak, naproksen, ibuprofen, kwas acetylosalicylowy), antybiotyków (erytromycyna, trimetoprim, sulfametoksazol) i żeńskich hormonów płciowych. Badania potwierdziły też obecność farmaceutyków w wodach gruntowych i przeznaczonych do spożycia. Mogą one wywołać u ludzi chroniczny efekt toksyczny i stanowić zagrożenie dla kobiet w ciąży, niemowląt, małych dzieci, osób starszych, chorych, z niewydolnością nerek czy wątroby (Ziylan i wsp., 2011). W wodach powierzchniowych stwierdzono obecność pestycydów polichlorowanych oraz organofosforanowych. Zagrożeniem dla środowiska może być obecność w wodach powierzchniowych DDT (dichlorodifenylo-trichloroetan), ze względu na długą trwałość chemiczną (Barlas i wsp., 2006). Problemem ostatnich lat jest obecność w wodach nielegalnych substancji odurzających: kokainy, amfetaminy i jej pochodnych czy morfiny i opioidów syntetycznych (Daughton i wsp., 2011).

Metale ciężkie

Jednymi z najczęściej oznaczanych zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych i gruntowych są metale ciężkie (Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, As). W niewielkim stopniu ulegają one procesom degradacji i akumulować się w środowisku wodnym. Problem obecności metali ciężkich w wodach powierzchniowych wynika z niecałkowitej ich eliminacji ze ścieków przemysłowych po-

otrzymano: 16.01.2014; przyjęto: 23.05.2014; opublikowano: 30.06.2014



mgr Anna Szymonik: doktorantka w Instytucie Inżynierii Środowiska Politechniki Częstochowskiej

Wstęp

Wraz z rozwojem przemysłu metalurgicznego, farmaceutycznego i nadmiernym stosowaniem pestycydów w rolnictwie wzrasta zanieczyszczenie wód powierzchniowych związkami organicznymi i metalami. Najczęściej oznaczanymi metalami w wodach

chodzących z takich gałęzi przemysłu jak: hutnictwo, elektrociepłownie czy przemysł garbarski (Kar i wsp., 2008). Metody oczyszczania ścieków, takie jak: strącanie chemiczne, ekstrakcja, sorpcja czy wymiana jonowa, nie usuwają metali ciężkich całkowicie. Jednym z problemów w ekologii jest obecność w wodach powierzchniowych As i Cd, ze względu na dużą toksyczność, przy stosunkowo niskim stężeniu. Należy zwrócić uwagę na

zdolność akumulacji metali ciężkich w osadach rzecznych i glebach, co może być potencjalnym źródłem toksyczności chronicznej (Wongsasuluk i wsp., 2013).

Powyższa tabela pokazuje, że zanieczyszczenie wód metalami jest problemem, z którym boryka się wiele krajów. Rzeki przepływające przez uprzemysłowione i zurbanizowane miasta są bardziej zanieczyszczone metalami ciężkimi. Przykładem tego jest Kłodnica.

Rzeka ta ma długość 84 km, przepływa przez uprzemysłowione i gęsto zaludnione tereny Górnego Śląska: Katowice, Rudę Śląską, Bytom, Zabrze i Gliwice. W osadach rzecznych stwierdzono obecność metali ciężkich w dość wysokich stężeniach. Dopływami Kłodnicy są: Bytomka i potok Jamna, jedne z bardziej zanieczyszczonych rzek Górnego Śląska (Działoszyńska, 2008). W krajach tropikalnych stężenie metali ciężkich w wo-

Literatura	Stężenie: Wody powierzchniowe (g/dm ³) Osady rzeczne (mg/kg)	Kraj i punkt pobrania	Metal
Wang i wsp., 2011 Kar i wsp., 2008 Wang i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 He i wsp., 2006 Glasby i wsp., 2004 Działoszyńska, 2008	1,71 11-41 3,69 2,0 0,1-19,67 0,15 1,75-29,85	Korea Południowa, rz. Han Indie, rz. Ganges Chiny, rz. Changjiang Niemcy, rz. Rhine Floryda, osady rzeczne Polska, rz. Wisła i osady rzeczne Polska, rz. Kłodnica i osady rzeczne	Ni
Kohušová i wsp., 2011 Kar i wsp., 2008 Wang i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Wongsasuluk i wsp., 2013 He i wsp., 2006 Glasby i wsp., 2004 Działoszyńska, 2008 Glasby i wsp., 2004	0,16-0,21 2,0 0,02-0,1 5,3 0,28 0,13-0,23 0,37-8,11 0,14 0,66-10,45 0,2	Czechy, rz. Bilina Indie, rz. Ganges Japonia, wody powierzchniowe Niemcy, rz. Rhine Chiny, rz. Changjiang Tajlandia, wody gruntowe Floryda, osady rzeczne Polska, rz. Wisła i osady rzeczne Polska, rz. Kłodnica i osady rzeczne Polska, rz. Przemyska i osady rzeczne	Cd
Kohušová i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Wongsasuluk i wsp., 2013 Działoszyńska, 2008	1,71-14,13 14,2 0,6-1,14 0,39-13,16	Czechy, rz. Bilina Korea Południowa, rz. Han Tajlandia, wody gruntowe Polska, Kłodnica i osady rzeczne	As
Kar i wsp., 2008 Wang i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Wongsasuluk i wsp., 2013 Działoszyńska, 2008 He i wsp., 2006	2,0 8,9 8,14 0,29-0,69 8,17-65,14 7,58-27,7	Indie, rz. Ganges Chiny, rz. Changjiang Korea Południowa, rz. Han Tajlandia, wody gruntowe Polska, Kłodnica i osady rzeczne Floryda, osady rzeczne	Cr

Literatura	Stężenie: Wody powierzchniowe (g/dm ³) Osady rzeczne (mg/kg)	Kraj i punkt pobrania	Metal
Kohušová i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Wongsasuluk i wsp., 2013 Działoszyńska, 2008	0,04-0,1 0,04 0,06 0,042-0,372	Bilina, rz. Czechy Chiny, rz. Changjiang Tajlandia, wody gruntowe Polska, rz. Kłodnica i osady rzeczne	Hg
Kohušová i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Kar i wsp., 2008 Wang i wsp., 2011 Wongsasuluk i wsp., 2013 He i wsp., 2006 Działoszyńska, 2008 Glasby i wsp., 2004 Glasby i wsp., 2004	1,0-7,92 6,4 1,0 5,7 2-17 9,26 7,74-28,1 7,51-244 13,15-374 0,057-0,760 1,0	Czechy, rz. Bilina Chiny, rz. Changjiang Japonia, wody powierzchniowe Niemcy, rz. Rhine Indie, rz. Ganges Korea Południowa, rz. Han Tajlandia, wody gruntowe Floryda, osady rzeczne Polska, rz. Kłodnica i osady rzeczne Polska, rz. Wisła i osady rzeczne Polska, rz. Przemyska i osady rzeczne	Pb
Wang i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Kar i wsp., 2008 Wang i wsp., 2011 He i wsp., 2006 Działoszyńska, 2008 Glasby i wsp., 2004	8,4 1,5 3,4 2,0-6,0 13,35 0,84-87,26 9,16-138 0,025-0,47	Chiny, rz. Changjiang Japonia, wody powierzchniowe Niemcy, rz. Rhine Indie, rz. Ganges Korea Południowa, rz. Han Floryda, osady rzeczne Polska, rz. Kłodnica i osady rzeczne Polska, rz. Wisła i osady rzeczne	Cu
Kohušová i wsp., 2011 Wang i wsp., 2011 Kar i wsp., 2008 He i wsp., 2006 Glasby i wsp., 2004	24,31-35,26 20,0 14,0-55 1,75-28,8 0,25-5,3	Czechy, rz. Bilina Japonia, wody powierzchniowe Indie, rz. Ganges Floryda, osady rzeczne Polska, rz. Wisła/osady rzeczne	Zn

Tabela 1. Stężenie metali ciężkich w wodach gruntowych, powierzchniowych (g/dm³) i osadach rzecznych (mg/kg); rz. – rzeka

dach powierzchniowych zależy od pory roku. W Indiach najwyższe stężenie Ni, Cr, Cu, Pb, Cd zaobserwowano w porze zimowej, stężenie Fe w porze letniej, a Mn w porze monsunowej (Kar i wsp., 2008). W Tajlandii najwyższe stężenie As notuje się w porze deszczowej (1,52-2,37 g/dm³) w porównaniu do pory suchej (0,6-1,14 g/dm³). Podobnie ze stężeniem Pb (w porze deszczowej poniżej 25 g/dm³, w porze suchej poniżej 14 g/dm³) (Wongsasuluk i wsp., 2013).

Niektóre metale (Cu, Fe i Zn) są mikroelementami niezbędnymi do wzrostu roślin i mikroorganizmów wodnych. Cd, Pb, Cr(VI) nie wykazują aktywności fizjologicznej, ale potwierdzono ich toksyczny wpływ na organizmy, dlatego limit stężenia tych metali w środowisku jest bardzo niski. Dla Cd wynosi 0,01 mg/l, dla Pb – 0,1 mg/l, dla Cr – 0,05 mg/l (Aktar i wsp., 2010). Metale ciężkie mogą się akumulować w organizmach ryb (Hg). Spożywanie produktów zanieczyszczonych metalami ciężkimi jest niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego. Najniebezpieczniejszymi metalami dla zdrowia ludzkiego są As i Cd, ponieważ charakteryzują się dużą toksycznością przy stosunkowo niewielkiej dawce. Są kancerogenne, powodują hiperpigmentację skóry i alergię. Akumulują się w tkance mózgowej, kościach, tkankach miękkich, wątrobie, nerkach, płucach, a u ciężarnych mogą przenikać przez łożysko. Długotrwała ekspozycja na As (przy niskich stężeniach) prowadzi do nowotworów pęcherza moczowego, płuc i prostaty. Ekspozycja na Ni prowadzi do zmian w strukturze DNA i apoptozy komórek nerek, a w konsekwencji do uszkodzeń nerek (Wongsasuluk i wsp., 2013). Długotrwałe narażenie na Pb, Cd, As i Hg może powodować anemię. Na skutek długotrwałej hipoksji spowodowanej anemią dochodzi do zaburzeń funkcjonowania układu odpornościowego, a w konsekwencji do upośledzenia funkcji układu immunologicznego, co może być przyczyną wzrostu zachorowalności na choroby nowotworowe (Jadhav i wsp., 2007).

Farmaceutyki

Kolejną grupą powodującą zanieczyszczenia wód są farmaceutyki. Farmaceutyki dostają się do oczyszczalni ścieków wraz ze ściekami komunalnymi z gospodarstw domowych, ściekami pochodzącymi z przychodni i ośrodków ochrony zdrowia, z lecznic weterynaryjnych, ze ścieków szpitalnych (Nikolaou i wsp., 2007). Obecność farmaceutyków w wodach powierzchniowych i gruntowych jest spowodowana tym, że metody oczyszczania ścieków stosowane w większości oczyszczalni nie usuwają farmaceutyków ze ścieków w 100%. Eliminacja farmaceutyków ze ścieków zależy m.in. od charakteru chemicznego leków. Leki o charakterze zasadowym (antybiotyki) są lepiej adsorbowane na osadach czynnych od leków o charakterze kwasowym, które krążą w fazie wodnej (Kasprzyk-Hordern i wsp., 2009). Farmaceutyki wraz ze ściekami oczyszczonymi przedostają się do wód powierzchniowych. Najnowsze badania potwierdziły, że w wodach powierzchniowych są obecne farmaceutyki z prawie wszystkich grup leczniczych. Najczęściej identyfikowanymi są leki z grupy: niesteroidowych leków przeciwzapalnych (diklofenak, naproksen, ibuprofen, kwas acetylosalicylowy), żeńskie hormony płciowe (estrogeny naturalne i syntetyczne), antybiotyki (erytromycyna, trimetoprim, sulfametoksazol, ciprofloksacyna). Farmaceutyki zidentyfikowano również w wodach gruntowych oraz wodach przeznaczonych do spożycia (Sumpter, 2010).

Farmaceutyki obecne w wodach powierzchniowych w różnym stopniu ulegają procesom biodegradacji. Ibuprofen, paracetamol, kwas salicylowy czy antybiotyki dość szybko ulegają procesom rozkładu. Inne leki zwłaszcza diklofenak i karbamazepina (lek przeciwpadaczkowy) charakteryzują się trwałością chemiczną i są odporne na procesy biodegradacji (Touraud i wsp., 2011). Na rozkład farmaceutyków w wodach powierz-

chownych ma wpływ ilość bakterii tlenowych i bez-tlenowych, temperatura i nasłonecznienie. Substancje lecznicze mogą się akumulować w środowisku wodnym. Wzrost stężenia farmaceutyków w wodach następuje jesienią i zimą ze względu na zmniejszone nasłonecznienie (ograniczenie procesu fotolizy) oraz spadek liczby bakterii przyspieszających procesy biodegradacji (Daneshvar i wsp., 2010).

Akumulacja substancji leczniczych w rzekach i jeziorach jest niebezpieczna dla mikroorganizmów wodnych i dla ryb. Farmaceutyki z grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych hamują rozrodczość rozwielitek, wykazują toksyczność chroniczną dla fitoplanktonu i zooplanktonu, hamują wzrost alg. Toksyczność chroniczna znacznie wzrasta przy obecności w środowisku wodnym naproksenu. Antybiotyki powodują wzrost lekooporności bakterii, w tym bakterii chorobotwórczych dla człowieka. Niebezpieczne dla ryb są estrogeny. Estrogeny wykazują zdolność do magazynowania się w organizmach ryb, a obecność estrogenów w środowisku wodnym powoduje feminizację samców ryb, czego wynikiem jest spadek rozrodu (Fent, 2008).

Czy obecność farmaceutyków w wodach przeznaczonych do spożycia jest niebezpieczna dla zdrowia ludzkiego? Obecnie notuje się stężenie farmaceutyków w wodach pitnych na poziomie kilku ng/dm³, co wydaje się znikome. Ale jeśli przedstawi się to w skali roku i przy średniej długości życia człowieka, okaże się, że bez przyczyny każdy z nas spożyje bez potrzeby pewną ilość różnych farmaceutyków. Farmaceutyki obecne m.in. w wodach przeznaczonych do spożycia mogą być potencjalnie niebezpieczne dla kobiet w ciąży (działanie teratogenne lub embriotoksyczne), niemowląt, małych dzieci, chorych z niewydolnością narządową (nerki, wątroba). Obecność żeńskich hormonów płciowych (naturalnych lub syntetycznych) w wodach powierz-

niowych może przyczynić się do wzrostu zachorowań na raka piersi czy jąder (Backhouse i wsp., 2008).

Efektywność usuwania farmaceutyków na etapie oczyszczania ścieków zależy od stosowanej w tym celu metody. Chlorowanie eliminuje ciprofloksacynę, trimetoprim i sulfametoksazol w 100%. Nie jest jednak skuteczne w procesach usuwania innych farmaceutyków (np. karbamazepiny, erytromycyny, diklofenaku). Najskuteczniejszymi metodami usuwającymi farmaceutyki są ozonowanie i ozonowanie połączone z utlenianiem.

Obie metody usuwają żeńskie hormony płciowe, diklofenak, karbamazepinę, erytromycynę, trimetoprim w ilości powyżej 90% (Monteiro i wsp., 2010).

Alternatywą dla tradycyjnych metod eliminacji metali ciężkich i farmaceutyków z wód powierzchniowych oraz w procesach uzdatniania wody są adsorpcja na węglach aktywnych i fotokataliza. Węgłe aktywne charakteryzują się dużą powierzchnią właściwą oraz obecnością porów. Są stosowane jako filtry w stacjach uzdatniania wód, do poprawy smaku czy zapachu. Sku-

tecnie na węglach aktywnych usuwa się farmaceutyki. Adsorpcja farmaceutyków na węglach aktywnych zależy od pH roztworu, w którym ten proces zachodzi, czasu wytrząsania roztworu, czasu statycznego kontaktu czy temperatury. Badania nad usuwaniem farmaceutyków na węglach aktywnych nadal trwają. Efektywność adsorpcji leków na poszczególnych węglach aktywnych zależy od właściwości fizyko-chemicznych leków, m.in. od współczynnika podziału n-oktanol/woda, który określa czy lek jest lipofilowy (dobrze roz-

Literatura	Stężenie (ng/dm ³)	Kraj i punkt pobrania	Lek
(Tamtam i wsp., 2010) (Szymonik i wsp., 2012)	20 294-405	Francja, rz. Sekwana Szwajcaria	Ciprofloksacyna
(Kosjek i wsp., 2005) (Valcárcel i wsp., 2011) (Kasprzyk-Hordern i wsp., 2007) (Baranowska i wsp., 2012) (Baranowska i wsp., 2012) (Baranowska i wsp., 2012) (Wang i wsp., 2010) (Monterio i wsp., 2010) (Valcárcel i wsp., 2011) (Migowska i wsp., 2012) (Migowska i wsp., 2012)	9-49 1750 17-486 30 38 70 40,9-46,4 590 6-35 460 120	Słowenia, rz. wody rzeczne Hiszpania, rz. Guadarrama Polska, rz. Warta Polska, rz. Wisła Polska, rz. Warta Polska, rz. Kłodnica Chiny, rz. Hai Niemcy, wody gruntowe Niemcy, woda pitna Polska, Gdańsk: ścieki surowe Polska, Gdańsk: ścieki oczyszczone	Diklofenak
(Kasprzyk-Hordern i wsp., 2009) (Szymonik i wsp., 2012) (Monterio i wsp., 2010) (Monterio i wsp., 2010)	11-21 7-22 49 20	Walia, rz. Taff Wielka Brytania Niemcy, wody gruntowe Niemcy, woda pitna	Erytromycyna
(Szymonik, 2013) (Dudziak i wsp., 2004) (Szymonik i wsp., 2012) (Tamtam i wsp., 2010) (Migowska i wsp., 2012)	1,1 1,3 0,3-5,5 11,6 120	Polska, Kanał Gliwicki Polska, Odra Holandia Francja, woda pitna Polska, Gdańsk: ścieki surowe	Estrogeny
(Valcárcel i wsp., 2011) (Kasprzyk-Hordern i wsp., 2007) (Wang i wsp., 2010) (Webb i wsp., 2003) (Migowska i wsp., 2012) (Migowska i wsp., 2012)	4174 25-87 416 3 280 110	Hiszpania, rz. Tag Polska, rz. Warta Chiny, rz. Huang Ho Niemcy, woda pitna Polska, Gdańsk: ścieki surowe Polska, Gdańsk: ścieki oczyszczone	Ibuprofen

Literatura	Stężenie (ng/dm ³)	Kraj i punkt pobrania	Lek
(Kasprzyk-Hordern i wsp., 2007) (Migowska i wsp., 2012) (Valcárcel i wsp., 2011) (Vulliet i wsp., 2011)	6-47 25 514-556 2,8	Polska, rz. Warta Polska, rz. Wierzyca Hiszpania, rz. Guadarrama Francja, wody gruntowe	Ketoprofen
(Szymonik i wsp., 2012) (Baranowska i wsp., 2012)	100 400	Niemcy, wody rzeczne Polska, rz. Wisła	Kwas acetylosalicylowy
(Stasinakis i wsp., 2012) (Valcárcel i wsp., 2011) (Kasprzyk-Hordern i wsp., 2007) (Baranowska i wsp., 2012) (Baranowska i wsp., 2012) (Helenkar i wsp., 2010) (Kosjek i wsp., 2005) (Baranowska i wsp., 2012) (Migowska i wsp., 2012) (Baranowska i wsp., 2012)	72 686-1016 25-87 210 140 5,7-62 17-80 13 240-70 270	Grecja, rz. Aisonas Hiszpania, rz. Guadarrama Polska, rz. Warta Polska, rz. Wisła Polska, rz. Odra Węgry, rz. Dunaj Słowenia Polska, woda pitna Polska, Gdańsk: ścieki surowe Polska, Bielsko-Biała: ścieki oczyszczone	Na-proksen
(Madureira i wsp., 2010)	53,3	Portugalia, rz. Douro	Sulfametoksazol
(Tamtam i wsp., 2010) (Touraud i wsp., 2011)	20 1,0	Francja, rz. Sekwana Francja, woda pitna	Trimetoprim

Tabela 2. Najczęściej identyfikowane farmaceutyki w wodach powierzchniowych, gruntowych, wodach przeznaczonych do spożycia, w ściekach surowych i oczyszczonych

puszczalny w tłuszczach), czy hydrofilowy (dobrze rozpuszczalny w wodzie). Leki o charakterze lipofilowym są lepiej adsorbowane na węglach aktywnych. Ponadto na efektywność adsorpcji wpływ ma pH roztworu, czas statycznego kontaktu lub temperatura. Doniesienia naukowe potwierdzają, że adsorpcja na węglach aktywnych skutecznie usuwa z roztworów modelowych i próbek rzeczywistych zanieczyszczenia spowodowane ketoprofenem, naproksenem czy ibuprofenem. Również diklofenak, jeden z najtrudniej usuwanych farmaceutyków z wód powierzchniowych, jest skutecznie adsorbowany na węglach aktywnych. Adsorpcja na węglach aktywnych jest wysoce skuteczną metodą eliminacji estrogenów ze względu na dużą lipofilowość. Niestety karbamazepina (lek przeciwpadaczkowy) jest w niewielkim stopniu eliminowany na węglach aktywnych (Lehnberg i wsp., 2009).

Kolejną metodą dobrze usuwającą zanieczyszczenia spowodowane farmaceutykami jest fotokataliza: jest to proces fotokatalitycznego utlenienia przebiegający przy udziale promieniowania UV oraz w obecności katalizatorów, np. ZnO. Jest to metoda wysoce skuteczna, eliminuje bardzo trudno degradowalne farmaceutyki, np. karbamazepinę czy diklofenak. Skutecznie eliminuje paracetamol, ibuprofen, ketoprofen, naproksen czy estrogeny (Klavaroti i wsp., 2009).

Narkotyki

Kolejnym zagrożeniem dla środowiska wodnego są narkotyki. Badania nad obecnością narkotyków w wodach powierzchniowych prowadzono w Stanach Zjednoczonych Ameryki, we Włoszech, w Szwajcarii, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Niemczech i Belgii. W 2002 r. pojawiły się doniesienia potwierdzające obecność morfiny w ściekach. W 2005 r. stwierdzono obecność morfiny i metamfetaminy w ściekach oczyszczonych a kokainy

w wodach powierzchniowych. W 2009 r. kokaina i jej metabolity zidentyfikowano w wodach powierzchniowych na terenie Belgii. W tym samym roku badania potwierdziły obecność kokainy i heroiny w ściekach dopływowych we Florencji. Najczęściej zidentyfikowanymi narkotykami w wodach powierzchniowych są: kokaina, amfetamina i jej pochodne oraz kannabinoidy. Często są oznaczane również opioidowe leki przeciwbólowe – pochodne syntetyczne morfiny, które wykazują właściwości uzależniające (Postigo i wsp., 2010). W Hiszpanii, obecność farmaceutyków w wodach powierzchniowych odnotowano w próbkach pobranych z rzek: Ebro, Cinca, Segre, Arga oraz próbkach ścieków dopływowych i oczyszczonych z kilku oczyszczalni ścieków. W ściekach dopływowych stwierdzono obecność kokainy, amfetaminy i jej pochodnych, kannabinoidów, opioidów i LSD (dietyloamid kwasu lizergowego). W ściekach oczyszczonych zidentyfikowano głównie kokainę i amfetaminę, tyle że w znacznie mniejszych ilościach. Maksymalne stężenie kokainy w ściekach dopływowych wynosiło 4600 ng/l, a amfetaminy 3300-4500 ng/l. W ściekach oczyszczonych stężenie maksymalne kokainy wynosiło 550 ng/l, a amfetaminy 530-990 ng/l. W procesie oczyszczania ścieków najefektywniej są eliminowane zanieczyszczenia spowodowane opioidami (do 88%) i kannabinoidami (do 79%). Morfina i jej pochodne są eliminowane w 100%. Potwierdzono również obecność farmaceutyków w wodach powierzchniowych w rzece Ebro w Hiszpanii, ale w znacznie mniejszych stężeniach, nie przekraczających 10 ng/l (Postigo i wsp., 2010). W rzece Po we Włoszech stwierdzono obecność kokainy w stężeniu 1,2 ng/l (Zuccato i wsp., 2005). W rzece Avon w środkowej Anglii potwierdzono obecność amfetaminy i metamfetaminy (Bagnall i wsp., 2012). Stężenie narkotyków w wodach powierzchniowych jest niskie, dlatego niewiele jest danych potwierdzających toksyczność narkotyków dla organizmów wodnych.

Pestycydy

Pestycydy to różnorodna pod względem chemicznym grupa związków, stosowanych do zwalczania organizmów szkodliwych w procesie ochrony roślin uprawnych i lasów. Najbardziej znanymi pestycydami są związki z grupy polichlorowe i organofosforowych. Do pestycydów polichlorowych zaliczamy: aldrynę, chlordan, DDT – dichlorodifenylotrichloroetan, HCH – heksachlorocykloheksan, HCB – heksachlorobenzen. Do grupy pestycydów organofosforowych zaliczamy m.in. diazinon.

Pestycydy były powszechnie stosowane w rolnictwie na przełomie lat 40. i 50. XX w. jako związki m.in. owadobójcze, grzybobójcze, bakteriobójcze. Później okazało się, że to związki o dużej toksyczności i charakteryzujące się trwałością chemiczną. Obecnie zastosowanie tych związków zostało mocno ograniczone lub całkowicie zakazane. Obecnie DDT jest stosowany jako środek owadobójczy, w ochronie przed komarami, w celu ograniczenia zachorowalności na malarię w Mozambiku czy Sri Lance. Pestycydy przedostają się do gleby, a wraz ze spływami powierzchniowymi przedostają się do zbiorników wodnych (Barlas i wsp., 2006). Pestycydy zostały zidentyfikowane w wodach powierzchniowych i w osadach rzecznych. W jeziorze Uluabat w Turcji zidentyfikowano aldrynę w stężeniu 9,6-21 ng/l, HCB w ilości 13,8-127,6 ng/l oraz DDT w stężeniu 2,6-94,6 ng/l. W osadach rzecznych zidentyfikowano je w ilości: aldryna w stężeniu 7,4-66,8 ng/g, HCB w stężeniu 256,8-421,4 ng/g a DDT w stężeniu 48,6-447,4 ng/g (Barlas i wsp., 2006). W Czechach, w rzece Bilina stwierdzono obecność HCB w stężeniu 0,15-3,95 ng/l, DDT w stężeniu 0,8-1,35 ng/l, HCH w stężeniu 0,9-2,22 ng/l (Kohušová i wsp., 2011). Całkowite stężenie pestycydów polichlorowych w wodach powierzchniowych na terenie Iranu wynosiło podczas kolejnych pór roku:

0,33 mg/l (pomiar latem), 0,01 mg/l (pomiar jesienią), 0,1 mg/l (pomiar zimą), 0,07 mg/l (pomiar wiosną). Najczęściej identyfikowanym pestycydem był chlordan, którego średnie stężenie wynosiło 0,07 mg/l (Esfahani i wsp., 2012). Diazinon, należący do pestycydów organofosforowych został zidentyfikowany w wodach powierzchniowych w jeziorze Biwa w Japonii w stężeniu 10-280 ng/l (Tsuda i wsp., 2009). Pestycydy polichlorowe są związkami lipofilowymi i mają zdolność akumulacji w organizmie ludzkim – w tkance tłuszczowej i w układzie nerwowym, a przeprowadzone badania potwierdziły obecność tych związków w mleku karmiących kobiet (Barlas i wsp., 2011).

Podsumowanie

Obecność w wodach powierzchniowych metali ciężkich, farmaceutyków, pestycydów i narkotyków stanowi problem ekologiczny i wyzwanie dla naukowców. Należy stworzyć nowe metody oczyszczania ścieków lub zastosować już istniejące, takie jak adsorpcja na węglach aktywnych czy fotokataliza, by całkowicie wyeliminować ww. związki i metale ciężkie z wód powierzchniowych.

Obecnie trwają badania mające na celu efektywne usuwanie metali ciężkich i farmaceutyków z wód powierzchniowych na drodze adsorpcji na węglach aktywnych i za pomocą fotokatalizy. Inną metodą służącą do eliminacji farmaceutyków mogą okazać się techniki membranowe.

Europejskie i polskie prawo jeszcze nie ustaliło limitu zanieczyszczenia wód powierzchniowych lekami i hormonami. W styczniu 2012 r. Komisja Europejska zaproponowała dodanie diklofenaku i żeńskich hormonów płciowych do listy związków chemicznych, których stężenie w wodach powierzchniowych powinno być monitorowane (Komisja Europejska, 2012).

Należy wreszcie zauważyć, że każdy z nas może ograniczyć zanieczyszczenia środowiska wodnego farmaceutykami poprzez właściwą utylizację przeterminowanych leków. Zamiast spłukiwać je w toalecie czy umywalce należy odnosić je do aptek.

Literatura

- Aktar W, Paramasivam M, Ganguly M (2010). Assessment and occurrence of various heavy metals in surface water of Ganga river around Kolkata: a study for toxicity and ecological impact. *Environmental Monitoring and Assessment*.160:207-213.
- Backhaus T, Sumpter J (2008). On the Ecotoxicology of Pharmaceutical in mixtures. In Klaus Kummerer, ed. Springer Berlin Heidelberg. *Pharmaceuticals In Environment*. 257-276.
- Bagnall JP, Evans SE (2012). Using chiral liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry for the analysis of pharmaceuticals and illicit drugs in surface and wastewater at the enantiomeric level. *Journal of Chromatography A*.1249:115-129.
- Baranowska I, Kowalski B (2012). A Rapid UHPLC Method for the Simultaneous Determination of Drugs from Different Therapeutic Groups in Surface Water and Wastewater. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology*.89:8-14.
- Barlas N, Akbulut N (2006). The contamination levels of Organochlorine Pesticides In Water and Sediment Sample In Uluabat Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 118:383-391.
- Daneshvar A, Svanfelt J (2010). Winter accumulation of acidic pharmaceuticals in a Swedish River. *Environmental Science and Pollution Research*.17:908-916.
- Daughton CG (2011), Illicit Drugs: Contaminants in the Environment and Utility in Forensic Epidemiology. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*.210:59-110.
- Dudziak M, Luks-Betlej K (2004). Ocena obecności estrogenów żeńskich hormonów płciowych- w wybranych wodach rzecznych w Polsce. *Ochrona Środowiska*. 26: 21-23.
- Działosińska- Wawrzykiewicz M.(2008). Metale ciężkie w osadach rzecznych terenów zurbanizowanych zlewni rzeki Kłodnicy. Program Przyjazna Kłodnica (seria online).1-18. Available at:http://www.ietu.katowice.pl/klodnica/publikacje_i_prezentacje.htm
- Esfahani AN, Hassani AH, Farshch P, Morowati M (2012). Assessment and Investigation on the Fate of Organochlorine Pesticides in Water and Sediments of International Amir-kalaye Wetland in North of Iran. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology*.88: 850-857.
- Fent K (2008) Effect of pharmaceutical In aquatic organisms. In: Klaus Krummerer, ed. *Pharmaceuticals In Environment*. Springer Berlin Heidelberg:175-203.
- Glasby GP, Szefer P, Geldon J, Warzocha J (2004). Heavy-metal pollution of sediments from Szczecin Lagoon and the Gdansk Basin, Poland. *Science of the Total Environment*.330: 249-269.
- He LZ, Zhang M, Stoffella PJ (2006). Vertical distribution and water solubility of phosphorus and heavy metals in sediments of the St. Lucie Estuary, South Florida, USA. *Environmental Geology*.50:250-260.
- Helenkar A, Sebok A (2010). The role of the acquisition methods in the analysis of the non-steroidal anti-inflammatory drugs in Danube River by gas chromatography – mass spectrometry. *Talanta*.82:600-607.
- Jadhav SH, Sarkar SN, Ram GC (2007). Immunosuppressive Effect of Subchronic Exposure to a Mixture of Eight Heavy Metals, Found as Groundwater Contaminants in Different Areas of India, Through Drinking Water in Male Rats. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*.53:450-458.
- Kar D, Sur P, Mandal SK (2008). Assessment of heavy metal pollution in surface water. *International Journal of Environmental Science and Technology*.5:119-124.
- Kasprzyk-Hordern B, Dabrowska A, Vieno N, Kronberg L, Nawrocki J (2007). Occurrence of Acidic Pharmaceuticals in theWarta River in Poland. *Analytical Chemistry*.52:289-303.
- Kasprzyk-Hordern B, Dinsdale RM (2009). The removal of pharmaceuticals, personal care products, endocrine disruptors and illicit drugs during wastewater treatment and its impact on the quality of receiving waters. *Water Research*.43:363-380.
- Komisja Europejska (2011). COM 875 report from Commission of European Parliament and the Council on the out come of the review of Annex of Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council on priority substances In the field of water policy. Brussels 31.01.2012.
- Koňušová K, Havel L, Vlasák P (2011). A long-term survey of heavy metals and specific organic compounds in biofilms, sediments, and surface water in a heavily affected river in the Czech Republic. *Environmental Monitoring and Assessment*. 174:555-572.
- Klavartoi M, Mantzavinos D (2009). Removal of Residual Pharmaceuticals from Aqueous Systems by Advanced Oxidation Processes. *Environmental International*.35:402-417
- Kosjek T, Heath E, Krbavcic L (2005).Determination of non-steroidal anti inflammatory drugs (NSAID) residues In water sampel. *Environmental International*.31:679-685.
- Lehnberg K, Kovalova L (2009). Removal of Selected Organic Micropollutans from WWTP Effluents with Powered Activated Carbonsand Retention by Nanofiltration. In: Kim Y.J, ed. *Atmospheric and Biological Environmental Monitoring*. Springer Netherlands.161-178.

- Madureira TV, Barreiro JC, Rocha MJ (2010). Spatiotemporal distribution of pharmaceuticals in the Douro River estuary (Portugal). *Science of the Total Environment*.408:5513-5520.
- Migowska N, Caban N, Stepnowski P, Kumirska J (2012). Simultaneous analysis of non-steroidal anti-inflammatory drugs and estrogenic hormones in water and wastewater samples using gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography with electron capture detection. *Science of the Total Environment*.441: 77-88.
- Monteiro SC, Boxall AB(2010). Occurrence and Fate of Human Pharmaceuticals in the Environment. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*.202:54-143.
- Nikolaou A, Meric S(2007). Occurrence patterns of pharmaceuticals in water and wastewater environments. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*.387:1225-1234.
- Postigo C, Lopez de Alda M (2010). Drugs of abuse and their metabolites in the Ebro River basin: Occurrence in sewage and surface water, sewage treatment plants removal efficiency, and collective drug usage estimation. *Environment International*.36:75-84.
- Stasinakis AS, Mermigka S, Samaras VG (2012). Occurrence of endocrine disrupters and selected pharmaceuticals in Aisonas River (Greece) and environmental risk assessment using hazard indexes. *Environmental Science and Pollution Research*.19:1574-1583.
- Sumpter JP (2010). Moving from a Problem to a Solution. Green and Sustainable Pharmacy. In:Klaus Kummerer ,ed. *Pharmaceuticals in the Environment* .Springer Berlin Heidelberg.11-22.
- Szymonik A (2013). Występowanie farmaceutyków w środowisku wodnym. *Technologia wody*. 25: 20-26.
- Szymonik A, Lach J (2012). Zagrożenia środowiska wodnego obecnością środków farmaceutycznych. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*.3:249-264.
- Tamtam F, Mercier F (2008). Occurrence and fate of antibiotics in the Seine River in various hydrological conditions. *Science of the Total Environment*.393:84-95.
- Touraud E, Roig B (2011). Drug residues and endocrine disruptors in drinking water: Risk for humans?. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*.214:437-441.
- Tsuda T, Nakamura T (2009). Pesticides in Water, Fish and Shellfish from Littoral Area of Lake Biwa. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology*.82:716-721.
- Valcárcel Y, González Alonso S, Rodríguez-Gil JL (2011). Analysis of the presence of cardiovascular and analgesic/anti-inflammatory/antipyretic pharmaceuticals in river- and drinking-water of the Madrid Region in Spain. *Chemosphere*.82:1062-1071.
- Vulliet E, Cren-Olivé C (2011). Screening of pharmaceuticals and hormones at the regional scale, in surface and groundwaters intended to human consumption. *Environmental Pollution*.159:2929-2934.
- Wang L, Wang Y, Xu Ch (2011). Analysis and evaluation of the source of heavy metals in water of the River Changjiang. *Environmental Monitoring and Assessment*.173:301-313.
- Wang L, Ying GG, Zhao JL (2010). Occurrence and risk assessment of acidic pharmaceuticals in the Yellow River, Hai River and Liao River of north China. *Science of the Total Environment*.408:3139-3147.
- Webb S, Ternes T, Gibert M (2003). Indirect human exposure to pharmaceuticals via drinking water. *Toxicology Letters*.142:157-167.
- Wongsasuluk P, Chotpantarat S, Siriwong W (2013). Heavy metal contamination and human health risk assessment in drinking water from shallow groundwater wells in an agricultural area in Ubon Ratchathani province, Thailand. *Environmental Geochemistry and Health*. DOI 10.1007/s10653-013-9537-8.
- Ziylan A, Ince NH (2011). The occurrence and fate of anti-inflammatory and analgesic pharmaceuticals in sewage and fresh water: Treatability by conventional and non-conventional processes. *Journal of Hazardous Materials*.187:24-36.
- Zuccato E, Chiabrando Ch (2005). Cocaine in surface waters: a new evidence-based tool to monitor community drug abuse. *Environmental Health: A Global Access Science Source*.14:4.

Surface water contamination with heavy metals and organic compounds: pharmaceuticals, drugs and pesticides

Anna Szymonik

Studies in the recent years have confirmed that surface water around the world, including Poland, are contaminated with organic compounds and heavy metals. Organic compounds include pharmaceuticals (diclofenac, naproxen, ibuprofen, estrogens, antibiotics), pesticides or drugs (cocaine, amphetamine and its derivatives). The most common metals identified in surface waters were: Ni, Hg, As, Pb, Cd. These compounds can accumulate in surface waters, in river sediments. Pharmaceuticals have been identified in waters intended for human consumption. All of these compounds are large calling for the protection of the environment and ecology. Their presence in surface waters is the result of ineffective wastewater treatment processes. The problem of the occurrence of pharmaceuticals, heavy metals, pesticides, and over the past 10 years of illegal drugs applies to surface waters throughout the world. The presence of heavy metals, Ni, Cd was confirmed in the Rhine river in Germany and river sediments of the river

Kłodnica in Poland. Pb was determined in rivers in the Czech Republic. Heavy metals (Ni, Cd, Pb) have been identified in river sediments in Polish (river Vistula, Kłodnica, Przemsza). Pharmaceuticals have been identified in Polish rivers: Warta, Odra, Vistula, Wierzyca and Kanał Gliwice. Identified pharmaceuticals belong to the group of non-steroidal anti-inflammatory drugs and female sex hormones. In Spanish rivers, there were identified pharmaceuticals belong to several therapeutic groups. Pharmaceuticals were determined in waters intended for human consumption. In Czech Republic and Turkey, researchers identified the presence of dangerous to human health pesticides: DDT, HCH, and HBC. In recent years, there have been reports of the presence of drugs in surface waters, at low concentrations, less than 10 ng/l.

Key words: heavy metals, pharmaceuticals, pesticides, drugs, surface water, drinking water, toxicology

Inne spojrzenie na świat – kartograficzne anamorfozy powierzchni

Anna Markowska

Streszczenie:

W artykule omówiona została jedna z form prezentacji kartograficznej – kartograficzna anamorfoza powierzchni. Jest to nietypowy sposób prezentacji danych statystycznych, w którym powierzchnia poszczególnych jednostek przestrzennych jest proporcjonalna do wartości zjawiska. Ze względu na swoją specyfikę, anamorfoza powierzchni jest ciekawym sposobem na graficzną prezentację zjawisk, w szczególności dotyczących problemów demograficznych i gospodarczych świata. W artykule zaprezentowane zostały możliwości wykorzystania anamorfoz powierzchni w nauczaniu geografii w gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych.

Słowa kluczowe: anamorfoza kartograficzna, anamorfoza powierzchni, mapa, nauczanie geografii

otrzymano: 13.01.2014; przyjęto: 29.05.2014; opublikowano: 30.06.2014



mgr Anna Markowska: doktorantka w Zakładzie Kartografii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego

Wstęp

Przedstawienie na płaszczyźnie powierzchni kulistej bryły, jaką jest Ziemia, bez zniekształceń jest niemożliwe. Dlatego na mapach zawsze występują zniekształcenia – kątów, długości i pól. Przenosząc informację z trójwymiarowego modelu Ziemi (kuli) na płaszczyznę (mapę) należy zastosować pewne przekształcenia, które nazywane są odwzorowaniami kartograficznymi.

Kartograf powinien dążyć do wyboru takiego odwzorowania, w którym rodzaj i rozkład zniekształceń będzie najlepiej pasował do przeznaczenia i treści mapy. Dobrym przykładem takiego dopasowania są mapy nawigacyjne – poprawna nawigacja wymaga utrzymania kursu, czyli kąta zawartego między kierunkiem północnym (wyznaczanym na mapie przez południki) a kierunkiem, w którym płynie statek. W związku z tym kapitanowie na statkach korzystali i korzystają z map wiernokątnych. Innym przykładem są mapy szkolne, które w większości są wiernopolowe, dzięki czemu pozwalają na porównywanie wielkości obszarów (np. terytoriów państw). Warto też wspomnieć o mapach świata o prostych równoleżnikach (odwzorowania pseudowalcowe), podkreślających strefowość zjawisk powiązanych z ilością światła słonecznego docierającą do powierzchni Ziemi (która z kolei zależy od szerokości geograficznej) – np. strefy klimatyczne, rozkład temperatur, ciśnienia, rozmieszczenie typów roślinności.

Trzeba jednak zadać sobie pytanie, czy zawsze warto stosować właśnie tego typu mapy? Może czasem warto wykorzystać powierzchnię map w innym celu? Może na mapach komunikacyjnych lepiej podawać odległości „czasowe” (ryc. 1, Ostrowski, 1970), a na mapach związanych z zagadnieniami ludnościowymi wyskalować państwa ze względu na liczbę ludności (ryc. 2)? Właśnie takie niekonwencjonalne prezentacje świata nazywane są anamorfozami kartograficznymi – mapami, na któ-

rych dzięki zniekształceniu pól powierzchni czy odległości pokazano nową, wcześniej niezauważaną, informację (Gastner i Newman, 2004).

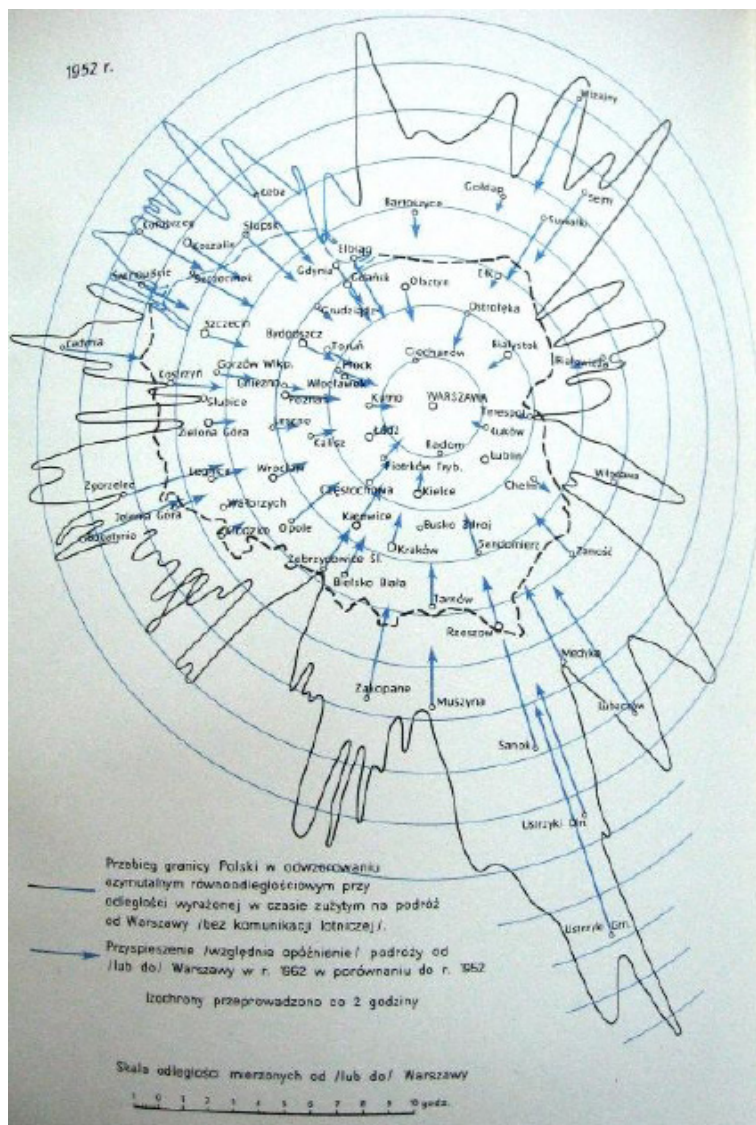
Anamorfoza kartograficzna

W artykule zaprezentowana zostanie specyficzna forma prezentacji kartograficznej – kartograficzna anamorfoza powierzchni. Czym jest anamorfoza kartograficzna? Zanim odpowiem na to pytanie warto przyjrzeć się ogólnym definicjom anamorfoz w ujęciu plastycznym. Anamorfoza występuje tu przeważnie jako zniekształcenie, inne spojrzenie na dany obraz lub rzeźbę. Definicja, która najbardziej oddaje kartograficzne spojrzenie na anamorfozę brzmi: liniowe zwężenie lub rozszerzenie obrazu w jednym kierunku¹. Warto od razu dodać, że w kartografii spotykamy się z anamorfozami zwężonymi lub rozszerzonymi nie tylko w jednym kierunku – wszystko warunkuje zbiór danych, który posiadamy oraz zastosowany algorytm.

Wracając na grunt kartograficzny, anamorfozą można nazwać mapę, na której w zależności od wartości zjawiska zmieniane jest pole powierzchni poszczególnych jednostek przestrzennych (anamorfoza powierzchni) bądź odległość pomiędzy punktem wybranym za centralny a zadanymi punktami (anamorfoza odległości) (Faliszewska, 2012). W podanej definicji wyróżnione zostały dwa podstawowe typy anamorfozy kartograficznej, które zaprezentowane zostały odpowiednio na ryc. 3 i 4 (Dent, 1999). Ze względu na obszerność tematu w artykule skupiłam się jedynie na anamorfozach powierzchni. Wszystkie kartograficzne anamorfozy powierzchni są pochodnymi kartogramów lub kartodiagramów (Szura, 1989).

Aby porównać prezentacje na mapie tradycyjnej i anamorfozie powierzchni, warto spojrzeć na ryc. 5.

¹ Źródło: <http://sjp.pl/anamorfoza>.



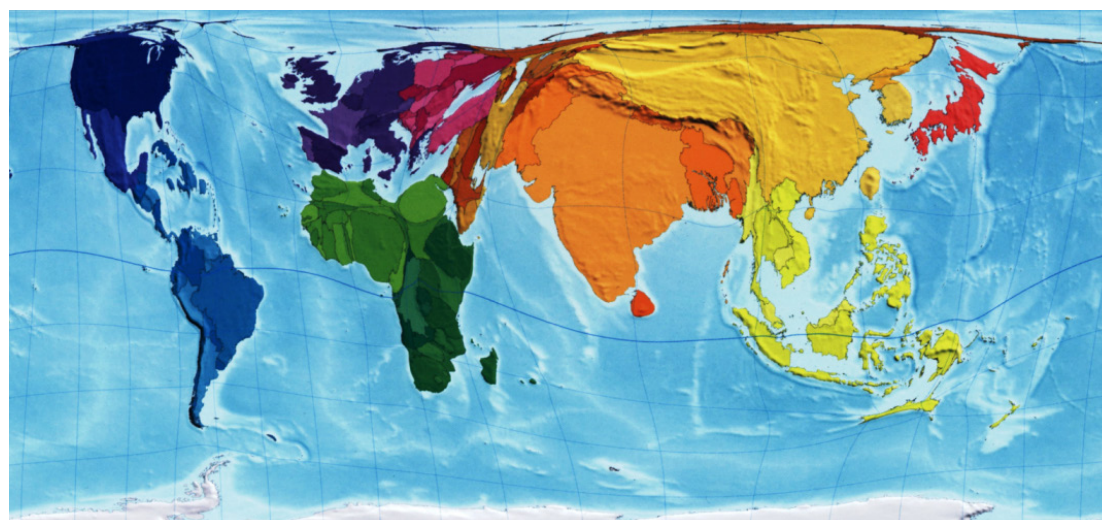
Ryc. 1. Skalowanie odległości według czasu przejazdu – odległości czasowe między Warszawą a wybranymi miejscowościami w Polsce w 1952 r.

Źródło: Ostrowski W (1970). Metakartografia – nowe spojrzenie na kartograficzną formę prezentacji. Polski Przegląd Kartograficzny, 2: 2: 49-62.



Ryc. 2. Skalowania świata według liczby ludności – liczba ludności na świecie w 2000 r.

Źródło: <http://www.ribbonfarm.com/wp-content/uploads/2007/07/population800x400.png>.



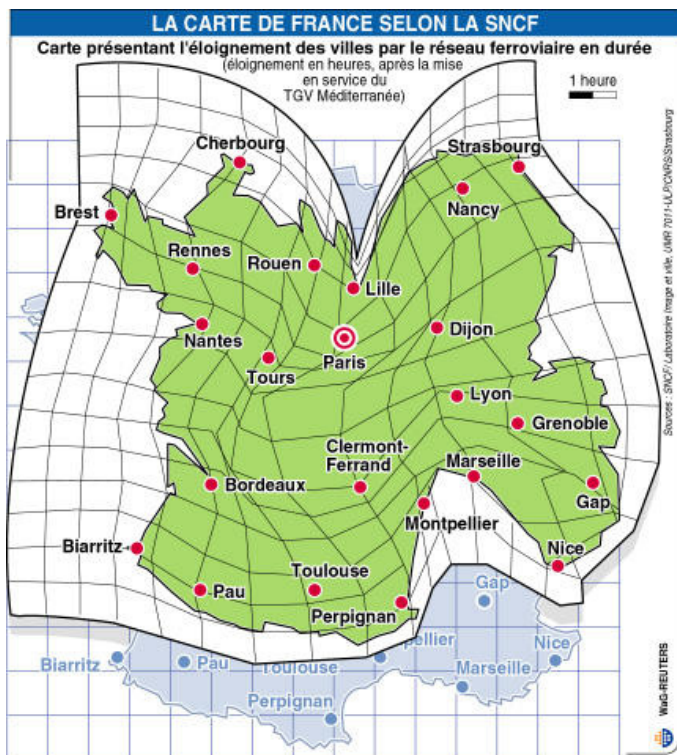
Ryc. 3. Anamorfoza powierzchni – liczba ludności na świecie w 2005 r.

Powierzchnia poszczególnych państw jest proporcjonalna do liczby ludności. Źródło: www.worldmapper.org.

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO



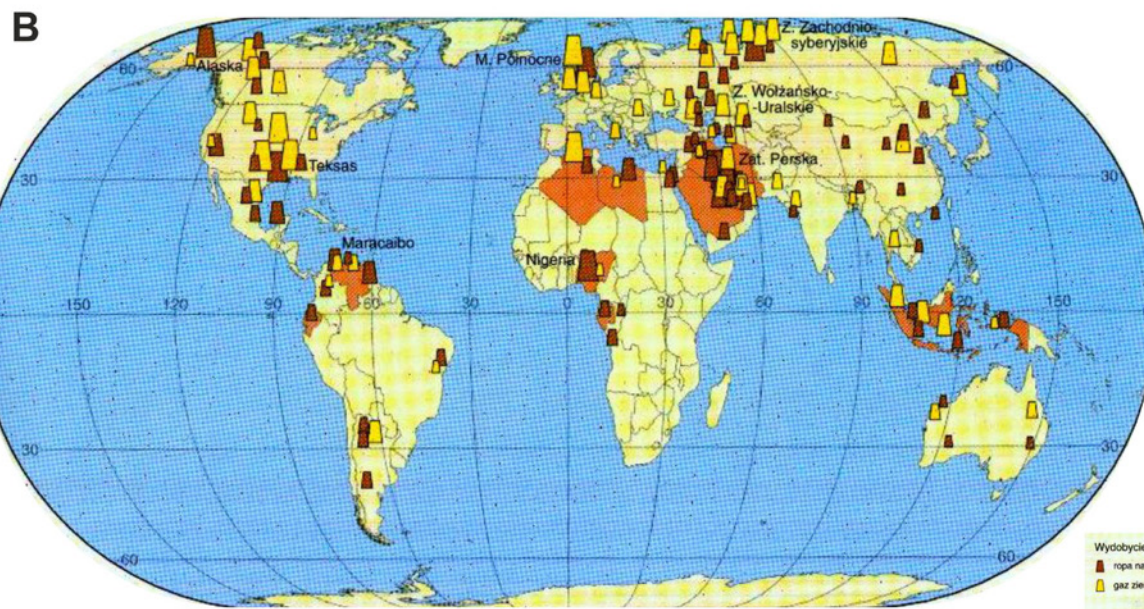
Ryc. 4. Anamorfoza odległości – odległość między Paryżem a granicami Francji jest uzależniona od czasu przejazdu

Źródło: <http://gis.stackexchange.com/questions/7406/is-there-a-name-for-deformation-based-maps>.

Ryc. 5. Wydobycie ropy naftowej na świecie:
A – zaprezentowane anamorfozą powierzchni,
B – zaprezentowane metodą sygnaturową

Źródła: (a) <http://andrewsullivan.theatlantic.com/photos/uncategorized/2007/12/12/oilmap.jpg>; (b) Nowy atlas geograficzny. Gimnazjum, Demart, Warszawa, 2001.

Who has the oil?



NAUKA

SKOŁA

KRÓTKO

Mapa górna (ryc. 5A), to anamorfoza powierzchni, na której pole powierzchni poszczególnych państw jest proporcjonalne do wielkości wydobycia ropy naftowej. Na dolnej mapie zaprezentowano to samo zjawisko, ale za pomocą metody sygnatur (ryc. 5B). Dzięki zastosowaniu anamorfozy powierzchni na pierwszy plan wysuwa się Bliski Wschód, który jest głównym regionem związanym z wydobyciem tego surowca. Część krajów tego obszaru jest bardzo słabo widoczna na mapie tradycyjnej ze względu na niewielką powierzchnię (np. Kuwejt).

Dużą zaletą anamorfoz jest możliwość zaprezentowania jednocześnie dwóch typów danych za pomocą jednego znaku, którym jest jednostka odniesienia. Dane bezwzględne (np. liczba ludności) przedstawia się jako pole powierzchni danej jednostki, a przez jej barwne wypełnienie można zaprezentować wybrany wskaźnik (a więc stosując dane względne). Należy pamiętać o logicznym połączeniu zjawisk przedstawianych za pomocą kartogramu (dane względne) i anamorfozy powierzchni (dane bezwzględne – Michalski, 2003).

W zależności od kształtu pola podstawowego, anamorfozy powierzchni można podzielić na trzy grupy, w których (ryc. 6):

- jednostki odniesienia zostały zastąpione przez proste figury geometryczne, np. kwadraty (kartodiagram anamorficzny – ryc. 6A) czy koła (kartodiagram anamorficzny Dorlinga);
- pola podstawowe nawiązują kształtem do jednostek przestrzennych, ale ich granice są liniami prostymi (anamorfoza o regularnych kształtach – ryc. 6B);
- pola podstawowe nawiązują do kształtu jednostek statystycznych oraz ich granice nie są liniami prostymi (anamorfoza o nieregularnych kształtach – ryc. 6C).

Wymienione powyżej typy można zaprezentować w dwojaki sposób – jako anamorfozy styczne, co ozna-

cza, że wszystkie jednostki są ze sobą połączone lub jako anamorfozy niestyczne, co oznacza, że sąsiedztwo jednostek jest zachowane, ale są one od siebie oddzielone. W przypadku tego artykułu skupiono się jedynie na anamorfozach stycznych (za: Żyszkowska i wsp., 2012).

Warto pamiętać, aby dobrać typ anamorfoz powierzchni w zależności od poziomu czytania mapy. Wydaje się, że na poziomie szczegółowym i pośrednim czytania mapy, a więc gdy interesuje nas informacja o konkretnej jednostce lub grupie jednostek, warto wykorzystywać kartodiagramy anamorficzne i anamorfozy o regularnych kształtach. Kiedy jednak chcemy pokazać ogólny rozkład zjawiska (poziom ogólny), wtedy możemy zastosować anamorfozę o nieregularnych kształtach (Faliszewska, 2012).

Za pomocą kartograficznych anamorfoz powierzchni przedstawiane są różne tematy zarówno przyrodnicze jak i społeczno-gospodarcze. Kartograficzne anamorfozy powierzchni są szczególnie popularne w prezentowaniu problemów na świecie, głównie tych związanych z demografią. Anamorfozy w sposób obrazowy ukazują wielkość i zmienność zjawiska, dlatego czasami służą jako prezentacje propagandowe. Na ryc. 7 anamorfozą powierzchni zaprezentowany został produkt krajowy brutto według państw, a kartogramicznie (barwnym wypełnieniem) PKB *per capita* w 2000 r. Dzięki zastosowaniu anamorfozy powierzchni już na pierwszy rzut oka widzimy, że kraje tzn. biednego Południa mają o wiele mniejsze powierzchnie niż bogata Północ. Efekt ten został dodatkowo wzmocniony przez barwne wypełnienie. Tego typu rycina może posłużyć jako ilustracja propagandowa, ukazująca olbrzymie dysproporcje w zamożności państw.

Anamorfozy powierzchni wykorzystywane są w prezentacji danych statystycznych w takich dziedzinach jak: demografia (liczba osób na świecie – w zależności od liczby mieszkańców zmienia się powierzchnia

poszczególnych państw), polityka (liczba wyborców wg województw w Polsce wyrażona przez zmianę pola powierzchni tych województw), czy gospodarka (wielkość wydobycia ropy naftowej na świecie),

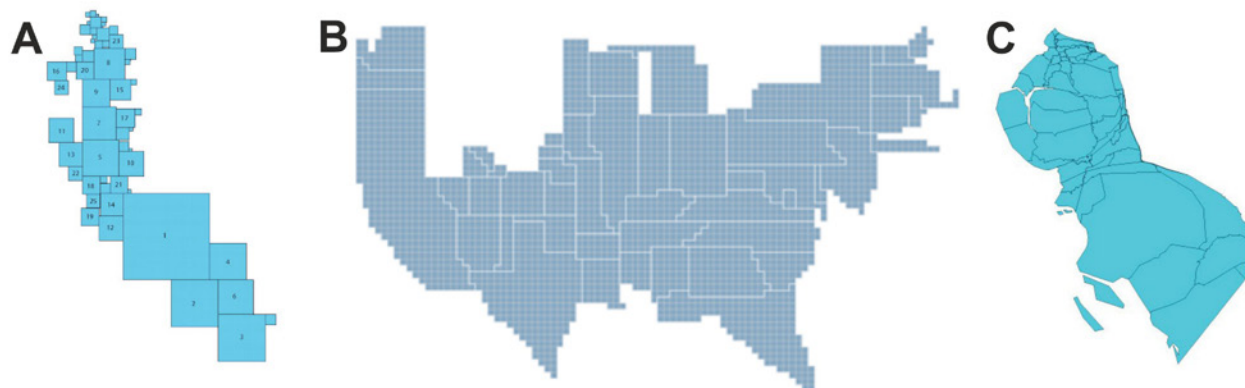
Wykorzystanie anamorfoz w nauczaniu geografii

Informacje na temat anamorfoz powierzchni można wykorzystać w nauczaniu geografii na III i IV etapie edukacyjnym (w zakresie podstawowym oraz rozszerzonym). Dla większej przejrzystości artykułu zastosuję podział na cele kształcenia i treści nauczania oraz na poszczególne tematy podejmowane na obu etapach edukacyjnych, zgodnie z obowiązującą podstawą programową.

Cele kształcenia – wymagania ogólne

Biorąc pod uwagę cele kształcenia, anamorfoza powierzchni może być wykorzystana do realizacji zagadnień związanych z korzystaniem z różnych źródeł informacji geograficznej. W szczególności związana jest ona z umiejętnością czytania mapy i planu, lecz także z umiejętnością odczytywania informacji z wykresów czy diagramów. Można powiedzieć, że anamorfoza powierzchni to szczególny typ diagramu, który zachowuje relację przestrzenną. Umiejętności tych naucza się zarówno w gimnazjach, jak i w szkołach ponadgimnazjalnych w zakresie podstawowym. Dodatkowo, na podstawie mapy (czy anamorfozy) uczeń szkoły ponadgimnazjalnej formułuje i weryfikuje hipotezy dotyczące problemów współczesnego świata (geografia w zakresie podstawowym).

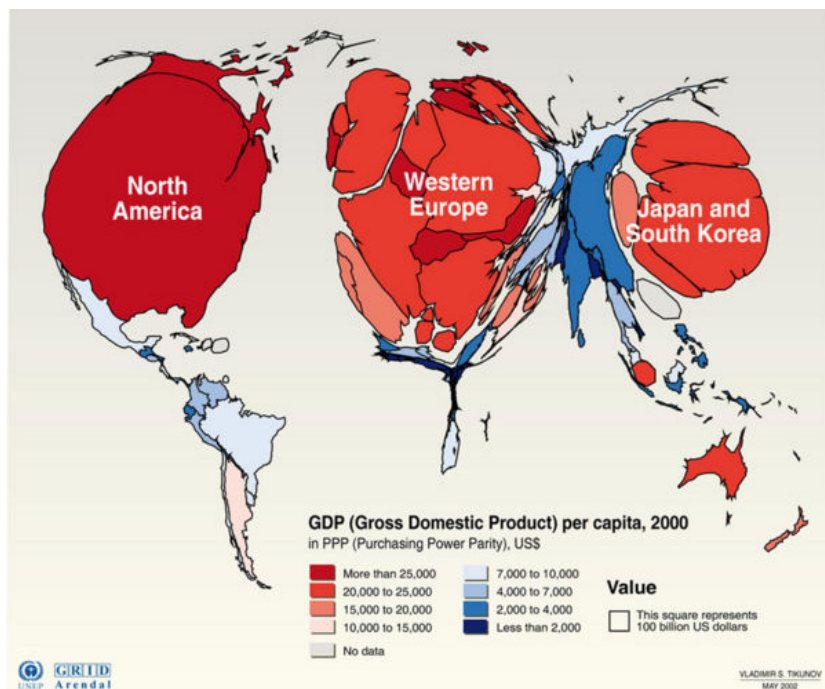
Ponadto w nauczaniu na IV etapie edukacyjnym w zakresie rozszerzonym można wykorzystywać anamorfozy powierzchni do analizy etapów rozwoju ludności na świecie, charakteryzując dynamikę i różnicowanie przestrzenne tego zagadnienia. Dobrym



Ryc. 6. Typy anamorfozy powierzchni

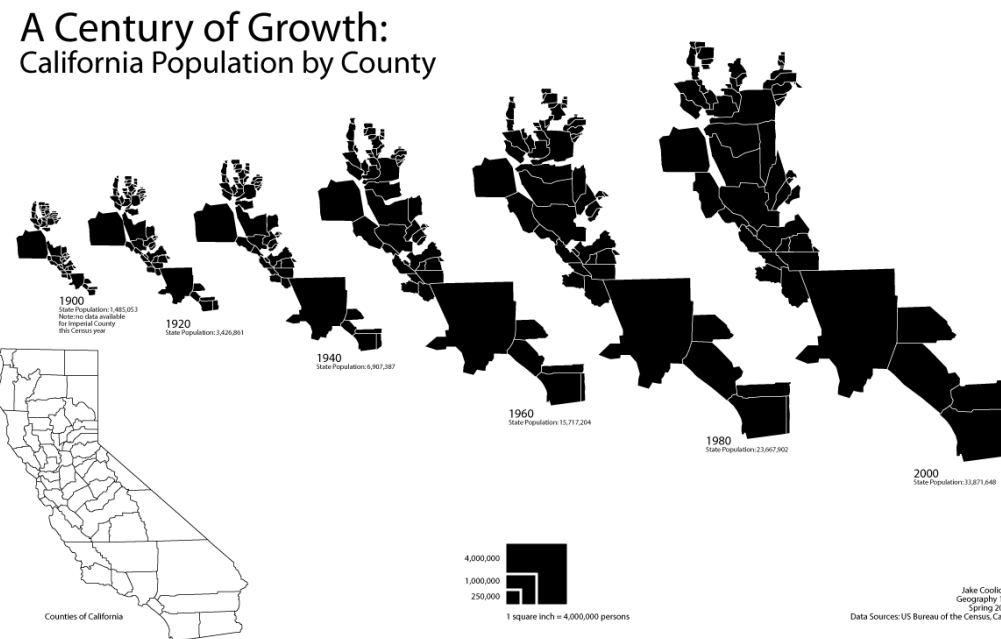
A – kartodiagram anamorfczny,
B – anamorfoza o regularnych kształtach,
C – anamorfoza o nieregularnych kształtach.

Źródła: (a) <http://www.infovis.info>; (b) <http://www.nytimes.com/ref/washington/2006ELECTIONGUIDE.html>; (c) <http://www.infovis.info>.



Ryc. 7. Bogata Północ i biedne Południe zaprezentowane za pomocą anamorfozy powierzchni

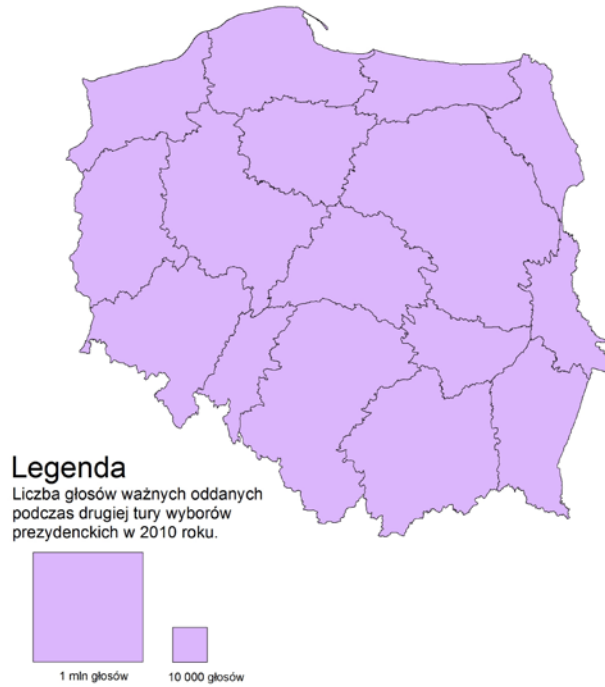
Powierzchnia poszczególnych państw jest proporcjonalna do produktu krajowego brutto, a wypełnienie odpowiada PKB per capita (2000). Źródło: https://qed.princeton.edu/main/Image:World_Economy_Cartogram%2C_2000.jpg.



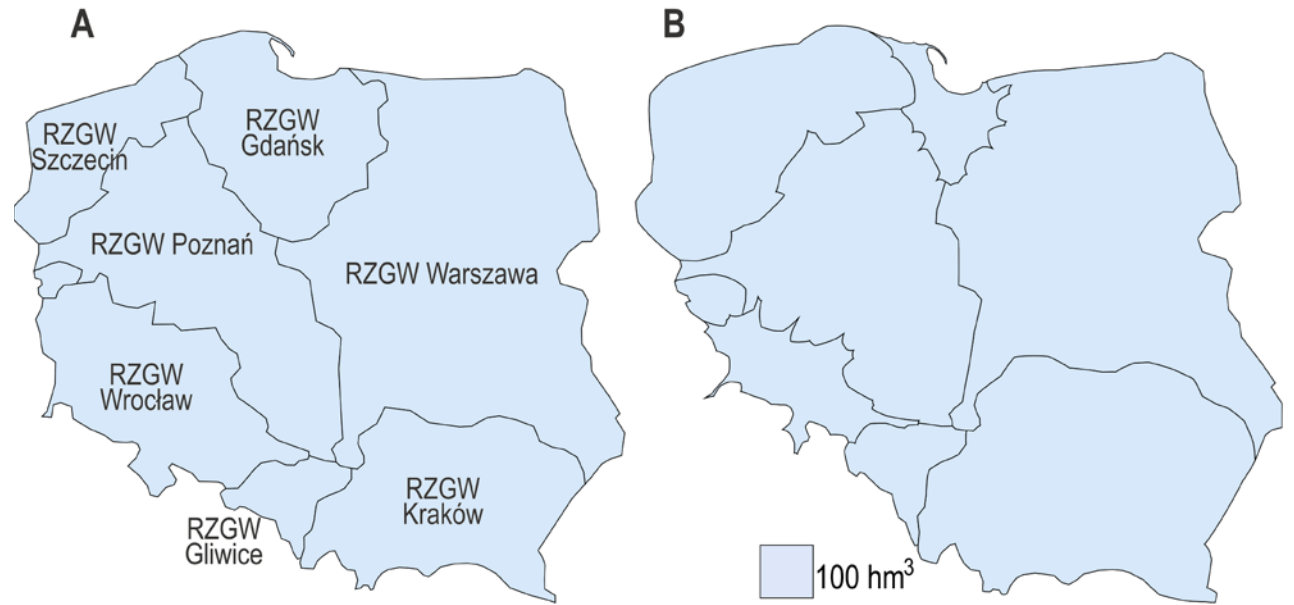
Ryc. 8. Zmiany liczby ludności w Kalifornii w latach 1900 – 2000, wyrażone anamorfozą powierzchni o nieregularnych kształtach

Źródło: http://jakcoolidgecartography.com/images/ca_cartogram.png.

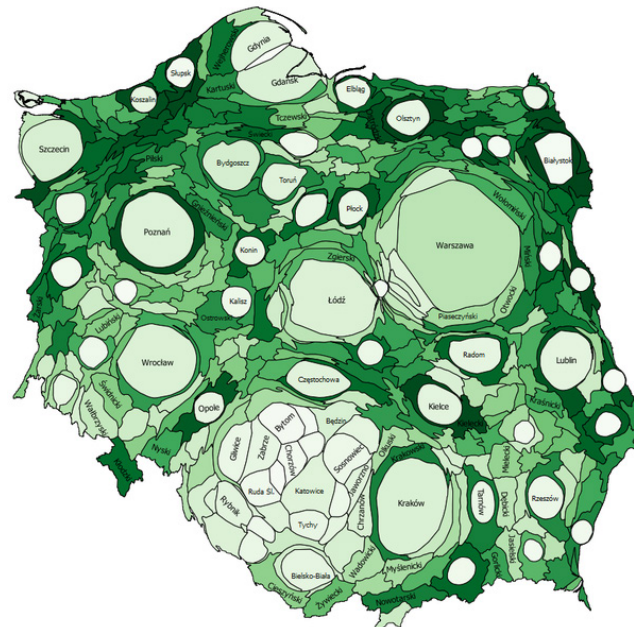
Wybory prezydenckie 2010



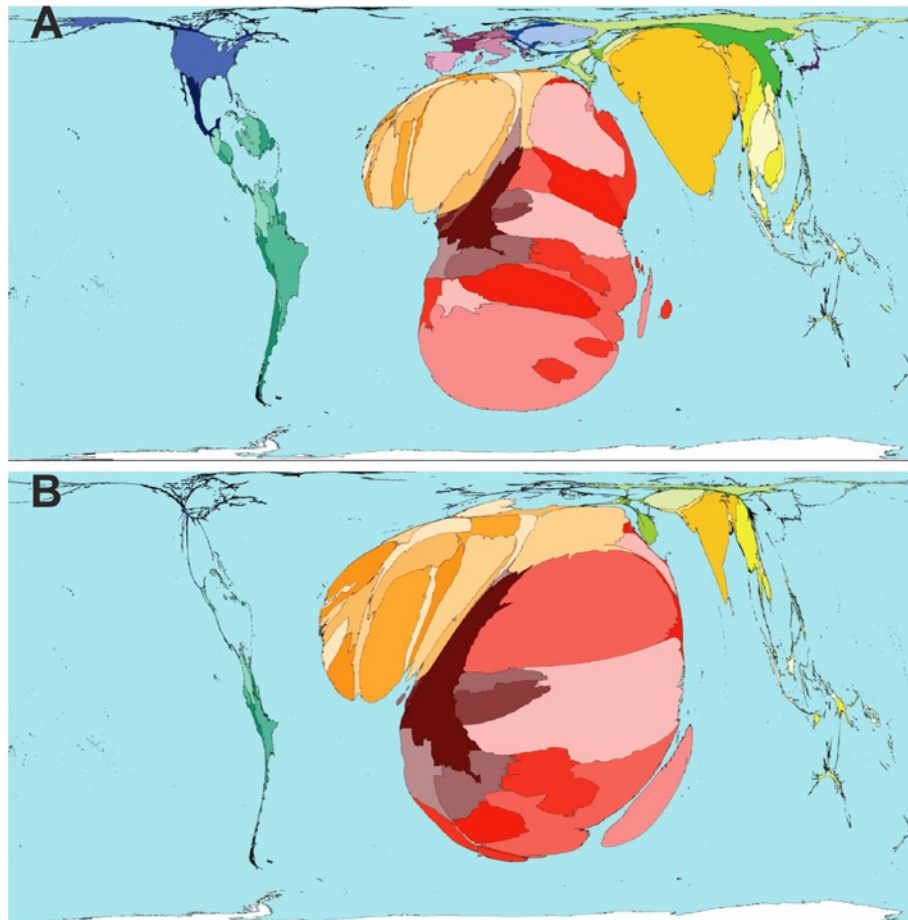
Ryc. 9. Anamorfoza powierzchni o nieregularnych kształtach opracowana w programie ScapeToad
Powierzchnia województw jest proporcjonalna do liczby głosów ważnych, oddanych podczas drugiej tury wyborów prezydenckich w 2010 r.
Źródło: oprac. własne.



Ryc. 10. Regionalne zarządy gospodarki wodnej w Polsce
A – ujęcie tradycyjne,
B – powierzchnia poszczególnych RZGW proporcjonalna do wartości poboru wody w danym RZGW.
Źródło: oprac. własne.



Ryc. 11. Liczba ludności w Polsce wg powiatów (nieregularna anamorfoza powierzchni)
Źródło: <http://pl.wikipedia.org>.

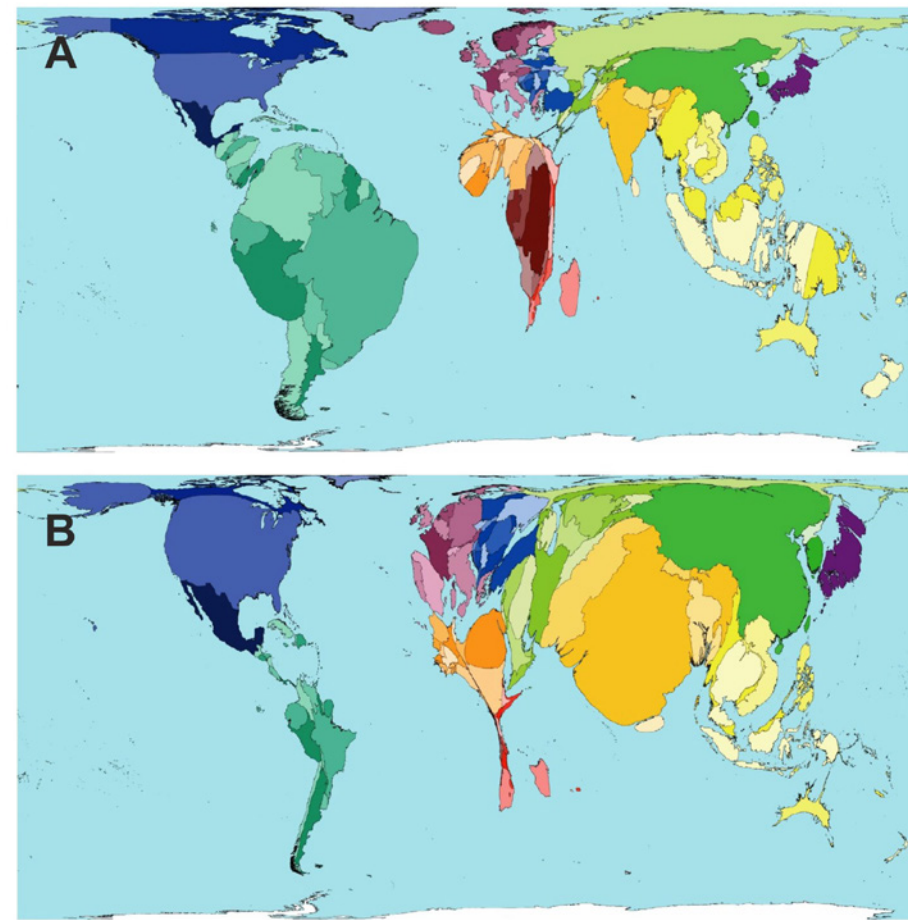


Ryc. 12. Choroby na świecie

A – nosiciele wirusa HIV

B – zachorowania na malarię.

Źródło: www.worldmapper.org.

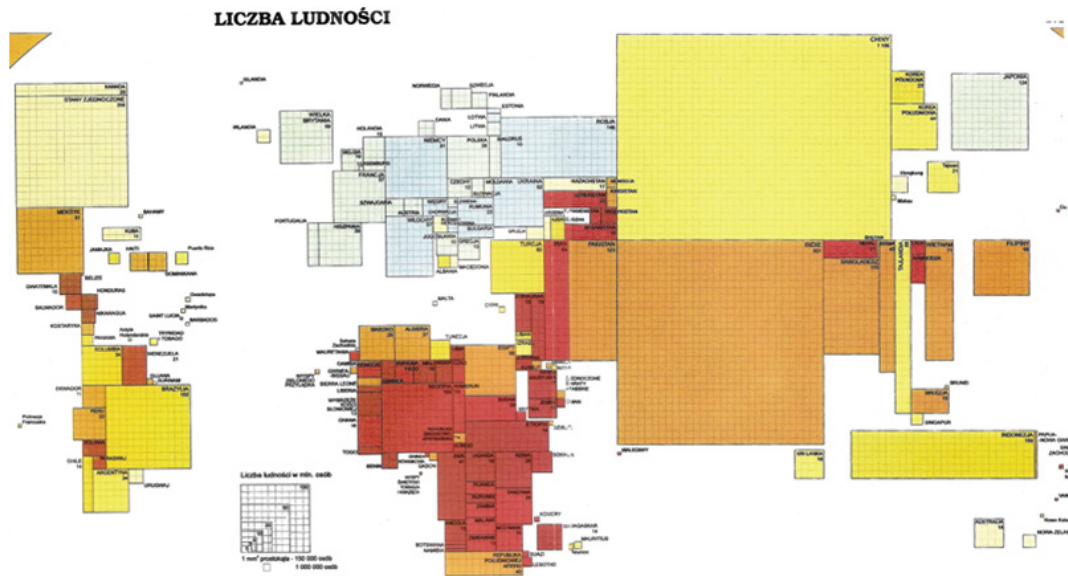


Ryc. 12. Woda na świecie

A – zasoby wody na świecie,

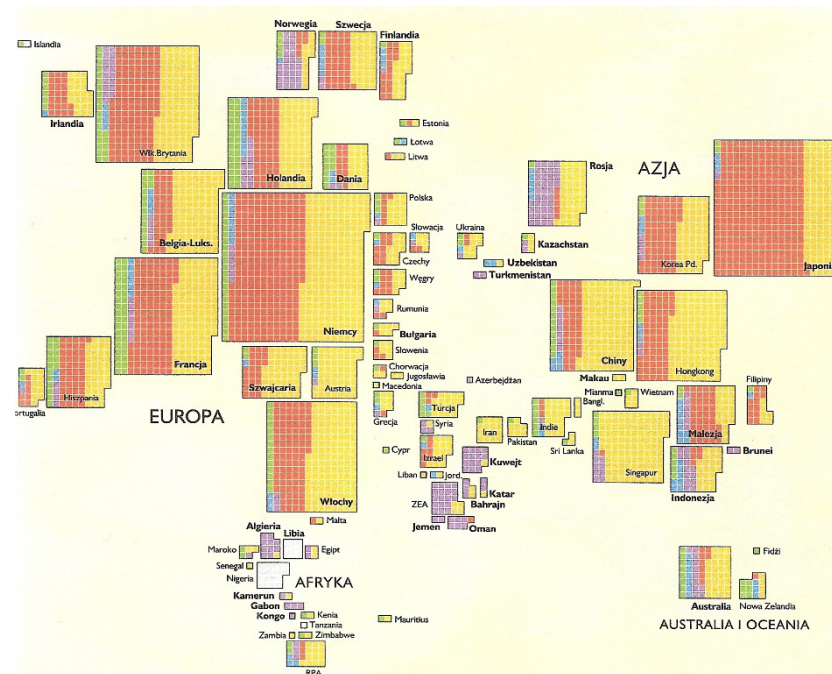
B – zużycie wody na świecie.

Źródło: www.worldmapper.org.



Ryc. 14. Liczba ludności na świecie – anamorfoza o regularnych kształtach

Źródło: Świat. Atlas geograficzny dla szkoły średniej, Polkart, Warszawa, 1995.



Ryc. 15. Eksport na świecie – fragment anamorfozy o regularnych kształtach

Źródło: Nowy atlas geograficzny. Gimnazjum, Demart, Warszawa, 2001.



Ryc. 16. Liczba tankowców na świecie

Anamorfoza powierzchni o nieregularnych kształtach z wyraźnie źle dobranymi parametrami.

Źródło: www.worldmapper.org.

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO

przykładem może być zmiana liczby ludności w Kalifornii (ryc. 8). Pokazana została nie tylko ogólna zmiana liczby ludności w Kalifornii, lecz także zmiany w poszczególnych powiatach. Można zauważyć, że początkowo największa liczba ludności była na zachodzie Kalifornii (1900 r.), co zaczęło zmieniać się w latach 1940–1960 na korzyść południowych powiatów.

Ważną umiejętnością, której nauczanie zawarte jest w ogólnych celach kształcenia geografii na III i IV etapie edukacyjnym, jest prezentowanie danych statystycznych za pomocą map. W szkole ponadgimnazjalnej na poziomie rozszerzonym wprowadzona jest dodatkowo edukacja na temat systemów informacji przestrzennej (Geographic Information System – GIS). Omawiając wykorzystanie GIS do zbierania, przetwarzania i prezentowania danych, można wskazać przykład anamorfoz powierzchni – formy prezentacji kartograficznej, która swój coraz większy rozwój zawdzięcza właśnie oprogramowaniu GIS. Na ryc. 9 zamieszczono anamorfozę powierzchni prezentującą liczbę głosów ważnych oddanych podczas wyborów prezydenckich w 2010 r., opracowaną w jednym z darmowych programów ScapeToad (<http://scapetoad.choros.ch>). Do opracowania tej anamorfozy wystarczy posiadać dane w formacie SHP z interesującymi nas atrybutami (np. liczbą głosów czy liczbą ludności).

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

W celu pokazania, jak anamorfozy powierzchni można wykorzystać w nauczaniu geografii, poniżej zamieszczono przykładowe ryciny, pochodzące głównie z internetowej wersji *The atlas of the real world. Mapping the way we live*, autorstwa Daniela Dorlinga, Marka Newmana i Anny Barford. Wszystkie anamorfozy powierzchni z tej publikacji dostępne są pod adresem: www.worldmapper.org.

Podstawową umiejętnością związaną z anamorfozami, którą wymienia się w treściach nauczania już na poziomie gimnazjum, jest umiejętność czytania, interpretacji i posługiwania się mapą. Warto dodać, że anamorfoza to specyficzna mapa, dlatego też należy podchodzić do niej w nieco inny sposób. Anamorfoza cechuje się specyficzną skalą, wyrażającą wielkość zjawiska, a nie odniesioną do geometrii euklidesowej. Na ryc. 10 zaprezentowane zostały regionalne zarządy gospodarki wodnej w Polsce – po lewej stronie w ujęciu tradycyjnym, odniesieniu euklidesowym (ryc. 10A), a po prawej jako anamorfoza powierzchni (ryc. 10B), w której powierzchnia poszczególnych RZGW jest proporcjonalna do wartości poboru wody w hm³.

Inne podane w podstawie programowej dla gimnazjum wymagania, w realizacji których można skorzystać z kartograficznych anamorfoz powierzchni, dotyczą demografii, gospodarki i problemach na świecie – zarówno społecznych jak i naturalnych. Spośród wielu tematów poruszanych w nauczaniu geografii w gimnazjum, anamorfozy powierzchni możemy zastosować m.in. w prezentacji następujących zjawisk:

- charakterystyka zaludnienia w Polsce (np. wielkość województw czy powiatów proporcjonalna do liczby ludności w danej jednostce; ryc. 11 – liczba mieszkańców Polski wg powiatów – wielkość powiatów jest w przybliżeniu proporcjonalna do liczby mieszkańców; im ciemniejszy kolor, tym większa jest rzeczywista powierzchnia powiatu);
- aktualne problemy rynku pracy w Polsce (wielkość poszczególnych województw może obrazować liczbę miejsc pracy czy liczbę osób bezrobotnych);
- zróżnicowanie rozmieszczenia ludności na obszarze Chin (podział Chin na jednostki administracyjne niższego szczebla i odniesienie ich do liczby ludności);

- występowanie zasobów ropy naftowej (może być to zarówno prezentacja zasobów ropy naftowej jak też eksportu czy importu, dzięki czemu ukazana zostanie rola tego surowca w światowej energetyce; ryc. 5A – państwa wydobywające ropę naftową, 2004);
- występowanie chorób (w szczególności zarażonych wirusem HIV, chorych na AIDS, malarię, żółtą febrę czy liczbą zachorowań na grype; ryc. 12A – liczba osób zarażonych wirusem HIV na świecie w 2003 r.; ryc. 12B – liczba osób chorych na malarię na świecie w 2003 r.).

Wyżej wymienione zagadnienia są szerzej omawiane na IV etapie edukacyjnym. Zakres nauczania geografii na tym etapie w zakresach podstawowym i rozszerzonym jest bardzo rozbudowany. W zakresie podstawowym od uczniów wymagane są przede wszystkim umiejętności związane z wykorzystaniem źródeł informacji oraz formułowanie i weryfikowanie hipotez, za to w zakresie rozszerzonym – umiejętność analizy problemów czy doszukiwanie się związków przyczynowo-skutkowych. Moim zdaniem, do najciekawszych tematów, w nauczaniu których warto wykorzystać anamorfozy powierzchni, można zaliczyć:

- wyróżnianie regionów bogatych i biednych, porównywanie poziomu rozwoju gospodarczego, porównywanie poziomu rozwoju społecznego (np. bogata Północ, biedne Południe, rozróżniane przez wysokość PKB czy PKB *per capita* – ryc. 7);
- wyróżnianie obszarów o zróżnicowanym dostępie do pożywienia i różnicy w strukturze spożywanej żywności;
- charakteryzowanie obszarów niedoboru i nadmiaru wody na świecie (np. porównanie zasobów wody pitnej na świecie – ryc. 13A, ze zużyciem wody – ryc. 13B);

- formułowanie zależności przyczynowo-skutkowych, funkcjonalnych i czasowych między wybranymi elementami środowiska przyrodniczego i społeczno-gospodarczego przy wykorzystaniu map tematycznych; w tym zagadnieniu warto wykorzystać anamorfozy do analizy zmiany liczby ludności w czasie i przestrzeni (ryc. 8 – zmiany liczby ludności w stanie Kalifornia w latach 1900–2000);
- uzasadnianie konieczności racjonalnego gospodarowania zasobami leśnymi na świecie (porównanie powierzchni lasów w poszczególnych państwach współcześnie i przed drugą wojną światową);
- wskazanie głównych partnerów handlowych Polski przez wielkość handlu w wybranym roku.

Anamorfozy w podręcznikach i atlasach

We współczesnych podręcznikach i atlasach rzadko można znaleźć przykłady anamorfoz powierzchni. Sprawdzałam wydania od 1980 r. i otrzymałam listę ponad czterdziestu publikacji, wydawanych w latach 1980–2012. Niestety, anamorfozy powierzchni znalazły się jedynie w dwóch atlasach szkolnych, przy czym nie brałam pod uwagę kolejnych wydań atlasów i podręczników, w których nie było zmian w zawartości i liczbie map, a jedynie przeprowadzono ich aktualizację.

Anamorfozy powierzchni znalazłam w dwóch polskich atlasach szkolnych – licealnym i gimnazjalnym. Pierwszym jest *Świat. Atlas geograficzny dla szkoły średniej* (wydawnictwo Polkart), w którym umieszczona została anamorfoza o regularnych kształtach. Powierzchnia prostokątów jest proporcjonalna do liczby ludności w państwie (ryc. 14). Aby odczyt liczby ludności w poszczególnych prostokątach był łatwiejszy, każdą z figur podzielono na mniejsze kwadraty: 1 mm² prostokąta oznacza 150.000 osób. Dodatkowo, pod nazwą większości państw umieszczono liczbę, która oznacza, ile

milionów osób zamieszkuje dane państwo. Prostokąty zostały wypełnione kartogramicznie, w zależności od wysokości przyrostu naturalnego

Drugim jest *Nowy atlas geograficzny. Gimnazjum* (wydawnictwo Demart). Znajduje się w nim kilka kartograficznych anamorfoz powierzchni. Jedna z nich dotyczy eksportu na świecie – powierzchnia państw jest proporcjonalna do wartości eksportu towarów wyrażonego w miliardach dolarów amerykańskich (ryc. 15). Pokazane zostały tylko te państwa, w których wartość eksportu przekroczyła 1 mld dolarów amerykańskich. Każda jednostka została podzielona na segmenty ze względu na grupy towarów, które są z danych państw eksportowane – jeden segment oznacza 1 mld dolarów. Dodatkowo, pogrubionym krojem pisma zaznaczono państwa o dodatnim bilansie eksportu.

Podsumowanie

Na zakończenie warto zastanowić się, jakie mogą być przyczyny tak nieczęstego wykorzystania kartograficznych anamorfoz powierzchni w nauczaniu geografii. Moim zdaniem powodem może być niezajomość tej formy prezentacji kartograficznej. Nie jest ona zbyt popularna w środowisku naukowym w Polsce, a tym bardziej wśród nauczycieli geografii. Ponadto, opracowanie anamorfoz kartograficznych było kiedyś bardzo czasochłonnym zadaniem, wymagającym wielu prób i poprawek. Proces produkcji anamorfoz powierzchni przyspieszyło wykorzystanie oprogramowania komputerowego, w szczególności oprogramowania GIS. Kolejną przyczyną może być fakt, że anamorfozy powierzchni powinny być wykorzystywane po głębszej analizie danych statystycznych oraz porównaniu tych danych z powierzchnią jednostek przestrzennych. Należy bowiem zauważyć, że jeżeli analizowane zjawisko będzie posiadało wartości bardzo odbiegające od powierzchni tych jednostek (stosunek wartości zjawiska

do powierzchni jednostek), to opracowując anamorfozę o nieregularnych kształtach można otrzymać całkowicie nieczytelną prezentację. Taki przykład został zaprezentowany na ryc. 16 – liczba tankowców na świecie.

Reasumując, anamorfozy powierzchni są bardzo obrazową formą prezentacji danych przestrzennych, jednak nauczyciel przed zastosowaniem ich w szkole powinien sam zapoznać się z tą nietypową prezentacją oraz właściwie dobierać przykładowe mapy.

Literatura

- Dent BD (1999). *Cartography: thematic map design*, 5th ed. McGraw Hill, New York.
- Faliszewska A (2012). Zastosowanie anamorfoz kartograficznych do prezentacji zjawisk społeczno-gospodarczych. *Nowe trendy w naukach humanistycznych i społeczno-ekonomicznych*, I: 161-173.
- Gastner MT, Newman MEJ (2004). *Diffusion-based method for producing density-equalizing maps*. PNAS, Vol. 101, no. 20: 7499-7504. Dostępne na: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0400280101.
- Michalski A (2003). *Uwarunkowania konstrukcji map anamorficzy* (praca doktorska), Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
- Ostrowski W (1970). Metakartografia – nowe spojrzenie na kartograficzną formę prezentacji. *Polski Przegląd Kartograficzny*, 2:2: 49-62.
- Szura R (1989). *Metodyka konstruowania map anamorficzy*, praca magisterska wykonana w Katedrze Kartografii, WGiSR Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- Żyszkowska W, Spallek W, Borowicz D (2012). *Kartografia tematyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Atlasy:

- Nowy atlas geograficzny. Gimnazjum* (2001). Demart, Warszawa.
- Świat. Atlas geograficzny dla szkoły średniej* (1995). Polkart, Warszawa.
- The atlas of the real world. Mapping the way we live* (2010). Dorling D, Newman M, Barford A. Thames & Hudson. New York.

Strony internetowe:

- http://bip.men.gov.pl/men_bip/akty_prawne/rozporzadzenie_20081223_zal_4.pdf
- <http://pl.wikipedia.org/>
- <http://scapetoad.choros.ch>
- <http://sjp.pl/anamorfoza>
- www.worldmapper.org

A new view of the world – value-by-area cartograms

Anna Markowska

An issue discussed in the article is value-by-area cartogram, one of the cartographic presentation forms. It is a unique way of presenting statistical data, in which the surface of the individual spatial units is proportional to the value of the phenomenon. Due to its specificity, value-by-area cartogram is an interesting way of graphical representation of phenomena, in particular the demographic and economic problems of the world. The article presents the possibility of using this kind of cartogram in teaching geography in secondary and high schools.

Key words: cartogram, value-by-area cartogram, map, teaching of geography

Making science more interesting, easy to learn and (hopefully) enjoyable

Enzo B. Arévalo-García

Summary:

Science is everywhere, it is part of every feature of our lives and it is known that plays an important role in influencing the activities of human beings. However there is a worldwide declining interest in the field. Herein we propose methods: analogies and metaphors, correlating science with everyday life, the role of science in daily life – to improve the way teachers explain scientific topics in order to help attract the attention of students to science. The use of these methods have already been effectively used in many countries, where students are being able to comprehend difficult and tricky subjects in a clear, understandable manner.

Key words: analogies, correlations, daily science, metaphors, science

received: 6.05.2013; accepted: 29.05.2014; published: 30.06.2014



dr Enzo B. Arévalo-García: Educational Research Institute (Instytut Badań Edukacyjnych), Górczewska 8, Warsaw, e-mail: e.arevalo@ibe.edu.pl

To this paper contributed members of Science Section of the Educational Research Institute, as follows: Elżbieta Barbara Ostrowska, Irmina Buczek, Joanna Borgensztajn, Krzysztof Horodecki, Maciej Wiśniewski, Marcin Chrzanowski, Piotr Walicki, Tomasz Nowacki, Urszula Poziomek

Introduction

There is a worldwide sharp decline in the number of students interested in science in high school as well at the university level (Risch, 2010). Many authors have tried to explain why this is taking place everywhere. The low interest has, of course, not only one cause but is attributed to a number of different ones. Sad as it is, science courses are often considered to be irrelevant to students' everyday life (Broman et al., 2011; Hofstein and Kesner, 2006; van Aalsvoort, 2004), or hardly applicable in their future life, and most students have problems finding the science content meaningful, even though the context in itself might be relevant (Aikenhead, 2006; Williams et al., 2003; Millar, 2006). Besides the problem of significance or importance, there is a belief that science is very difficult to study (Gilbert, 2006; Giles, 2009; Johnstone, 1991; Ornek et al., 2008).

This paper covers some techniques, found in the literature, expected to fulfill the goal of teaching science in a in clear and striking manner, so the material presented, even the more difficult topic, becomes an understandable one. The core of this paper is based on the perspective on improving the way people perceive science subjects, through three useful ways.

Analogies and metaphors

Analogies and metaphors (A&M) as comparisons and/or figures of speech employed in the fields of math, law and sciences, can be (and are) used to strengthen arguments and to increase understanding of one topic by comparing it to another (by comparison of an unfamiliar subject/topic/idea with a quite familiar one). A&M have been used since ancient times (“*Respiration is a type of combustion.*” (Lavoisier); “*The atomic nucleus is like a droplet of fluid.*” (Bohr); “*Chemical elements can be arranged according to their properties like the suits in*

a deck of cards (periodic table)” (Mendeleev) (Hoffman, 1995). This is due to the endless need of understanding the world around us in a simpler way than the one explained by scientist. A&M have the power to help students to understand scientific situations; the key idea here is for “one thing to mean another,” but not to be taken literally, *i.e. He’s become a shell of a man. The mind is a machine. Don’t be a chicken. Less is more. The kids at that school are all brains* (Hesse, 1966; Leatherdale, 1974; *METAPHOR, SIMILE & ANALOGY: What’s the Difference?*, 2007; Wormeli, 2009).

Correlating science with everyday life

An easy way to explain science, is by teachers connecting scientific subjects and/or definitions to real incidences taking place in everyday life. By the use of this approach, students learn that science can be explained (and understood), in a simple way, using as examples processes occurring around us all the time.

The role of science in daily life

Our way of life is completely dependent on science and its fruits surround us on all sides. Today, thanks to science, an enormous range of consumer goods that make life easier and more pleasant are available. Explain science through relating to these products that exist in our world, helps students finally see the relationship between the classroom experience and real life (Haldane, 2002; Movahedzadeh, 2011; Songer and Linn, 1991).

This paper suggests that by using the above techniques (broadly discussed as follow), even the most complex scientific concepts can be taught effectively.

The paper was written in the framework of the project *Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego*, cofinanced from the European Social Fund.



Illustrate with analogies and metaphors

Analogies as well as metaphors, along with concept mapping, simulations, laboratory activities, multimedia representations and animations are among the different methods used in the teaching of science (Andrés Raviolo and Garritz, 2007; Dreistadt, 1968; González González and Moreno Jiménez, 1998; Harrison and Treagust, 2000; Jee et al., 2010; Karakaş, 2012; Özmen, et al., 2009; Pekdağ, 2010; Wormeli, 2009). A&M are comparisons between unlike things that have some particular things in common: „*The human eye is like a camera*”, „*Sound waves are like the circular ripples that spread from a stone dropped in water*”, „*You light up my life*” (Computer applications 1., 2013; Hallyn, 2000; Aubusson et al., 2006). A&M can help students build conceptual bridges between what is familiar and what is new (Amimbola, 2001; Glynn, 2008). They cause a significantly better acquisition of scientific concepts than the traditional instruction and help students integrate knowledge more effectively (Brown, 1992; Gilbert, 1989; Glynn, 2007; Kanthan and Mills, 2006; Piquette and Heikkinnen, 2005).

In addition, some reports indicate that analogies may be useful for teaching target concepts that are conceptually difficult or abstract: *i.e.* water ripples to illustrate sound wave and for electromagnetic waves; the expression that the heart acts as a pump to illustrate the pumping action of the heart (Duit, 1991). Similarly, metaphors are often used in an educational setting to help students understand new information in terms of already familiar information and to help them relate that new information to their already existing knowledge structure (Beall, 1999).

What is an analogy?¹

An analogy shows similarity in some respects between things that are otherwise dissimilar and a comparison is based on such similarity as in „*the operation of a computer presents an interesting analogy to the working of the brain*”. In daily life we take use of analogies in order to analyze and understand the world around us. An analogy is a comparison between two domains of knowledge, one that is familiar and one that is less familiar. The familiar domain is often referred to as the „vehicle”, „base”, „source” or „analog” domain; the less familiar domain, or the domain to be learned, is usually referred to as the „target” domain. For example in biochemistry textbooks, the enzyme-substrate interaction is compared to placing a key in a lock, where the enzyme-substrate interaction is the target concept and the placement of the key in the lock is the analog concept. The strength of an analogy, therefore, lies less in the number of features the analog and target domains have in common than in the overlap of relational structure between the two (Orgill, 2013; Orgill and Bonder, 2004).

Analogies are used in science to develop insights into, hypotheses and questions about, and explanations of phenomena that are usually unobservable (Brown and Salter, 2010), *i.e.* lock and key models as analogy for replication of DNA, as well as explain the mechanism for enzymes-substrate interaction.

What is a metaphor?²

A metaphor is defined as „a figure of speech in which a word or phrase that ordinarily designates one thing is used to designate another”. In general terms, a metaphor is a statement that two things are the same when in fact they are not, they are „same words and phrases” in cre-

ative ways to explain things to one another, an example of a metaphor is: *the atmosphere was highly charged* or *an infinite spectrum of possibilities*. The essence of a metaphor is the process of understanding and, perhaps, experiencing one kind of thing in relation to another (Fogelin, 1988). Metaphors can facilitate communication by providing something tangible in terms of other more familiar concepts to an otherwise abstract complex medical concept. Metaphors also have the potential to bridge understanding between the known and the unknown, and alter the conceptual system of existing knowledge to modify and strengthen its associations. As such, metaphors may be used as an effective tool to enhance the understanding of complex and abstract scientific processes (Teucher, 2004). Unfortunately they can be taken too literally and have more of their entailments accepted than should be. A classic case of this is the solar system metaphor used to describe the Bohr model of the atom (Bohr, 1913). This model of relatively tiny spheres revolving in circular orbits about a massive central object connected the cosmic with the atomic in a manner that for many has been too seductive to be resisted. Although the Bohr model never agreed with observed data for systems with more than one electron and was soon replaced with the very different quantum mechanical model, this metaphor has lived on for more than a century, is an internationally recognized symbol of radioactivity and, for many, is the premier emblem of the mysterious world of science (Beall, 1999).

Analogies and Metaphors have constructive and negative roles; they help learners organize information or view information from a new perspective; they may also help students visualize abstract concepts, orders of magnitude, or unobservable phenomena (Thiele and Treagust, 1991); and they may make new ideas intelligible and initially plausible by relating them to already familiar information (Posner et al., 1982). However they

1 The American Heritage® Dictionary of the English Language; Naseriazar et al., 2011.

2 Wall, 2009.

also might be superfluous information if the student already has an understanding of the target concept being taught (Venville and Treagust, 1997); students may resort to using them mechanically, without considering the information it was meant to convey, *i.e.* students may answer to the questions regarding the function of the cell wall, with an analogy: *the cell wall is similar to the bricks that make up the outside of a building. It protects and supports the inside of the building*³. The mechanical use of analogy may be due to the students' not being willing to learn a concept if they can just remember a familiar analogy for that concept, as familiar analogies can frequently provide students with correct answers (Gentner, 1983; Orgill and Bonder, 2004), also analogies never completely describe a target concept, each one of them has limitations (Beall, 1999).

Finally, analogies and metaphors can lead to misconceptions by their wrong use or unsatisfactory explanation; if the users do not correctly understand their mapping structure or when stretched too far, then the benefits will be lost and then misconceptions may arise. For example, the analogy using water pipes, pumps, and valves breaks down with respect to the nature of electricity, which is a flow of electrons in a circuit, whereas water flows from one location to another due to gravitational potential energy or the mechanical force of a pump impeller. Students may form misconceptions from an inadequate understanding of how the metaphor/analogy and target system are alike and different. The usefulness of these tools, therefore, is largely dependent on the learner's prior knowledge (Rieber, 2002).

Examples of analogies³

Hund's rule – like – **People coming into an empty bus, and sitting down**. When people sit in a bus, they usually sit in the window seats, once all window seats

³ Learning through Analogies, 2008; Analogies, 2007.

are taken, people then begin to pair up by sitting in aisle seats.

Red/Ox – like – **Elementary school bullies that pick on smaller students**. Bullies (*i.e.* the more electronegative element) steal money (*i.e.* electrons) only from smaller-sized people (*i.e.* less electronegative elements).

Other analogies:

Blood vessels are like highways.
Bohr's model of the atom is like a bookcase.
DNA is like a spiral staircase.
A nuclear reaction is like falling dominoes.
The immune system is like the police force.
Layers of the earth are like a peach.

Examples of metaphors⁴

Cell suicide in health and disease... The ability of individual cells *to self-destruct* when they become superfluous or disordered is critical process, today called apoptosis. This process, namely *programmed cell death*, was overlooked for decades. Thus, while the expression "cell suicide" was possibly used as a specialized term when the phenomenon was first discovered, at present, this phenomenon is referred to technically either by the term "apoptosis", or by the metaphorical expression "programmed cell death". Thus, the expression "cell suicide" has become informal and non-specialized.

Infectious diseases are sleeping monsters... Throughout the world infectious diseases have always been the leading cause of human death. Malaria, tuberculosis, infectious diarrhea and many other illnesses still exact an awful toll in suffering and mortality, particularly in the developing world. For a time, it was widely assumed that infectious diseases had been brought under control

⁴ Hidalgo Downing L, Krajilevic Mujic B (2009); Metaphors in Science. Utah Education Network. (n.d.); Metaphor: <http://www.englishleap.com/other-resources/metaphors>

in at least the industrialized nations. Yet the appearance of AIDS and the recent resurgence of tuberculosis, including the evolution of strains resistant to many drugs, vividly illustrate that *the monster was not slain but merely asleep*.

Other metaphors⁵:

The Earth is like a **Ball**.
The electrons make up a **cloud**.
Gas molecules are **round balls**.
Chemical Bonding is like a **Magnet**.
A reaction is a **mathematical equality**.
Metal atoms are **hard spheres**.

Correlate science with everyday life⁵

Another useful way to help boost a better understanding of difficult, *by default*, science concepts is to relate them with everyday facts and events. One of the main objective of teaching science is to provide background knowledge of various broad scientific principles to the students, therefore, it becomes the duty of science teachers to bring home to the students these principles and their many applications in daily life, then science will become more interesting, meaningful and purposeful for the students. When science courses are correlated with daily life, it has been observed an increase in students' attitude towards science and motivation for that course. Table 1 summarizes a list of examples of scientific concepts and their everyday relations, incorporated in science classes, proven to promote effective learning (Wu and Foes, 2010); the goal of this table is to help improve students' scientific understanding and at the same time to explain real life problems. This approach also creates both a zestful and reflective attitude towards science.

⁵ Koçak and Önen, 2012; Wu and Foes, 2010.

Scientific Concepts	Everyday life relations
The destruction of plants, crops, forests, historic sites	Acid rain
Taking measures to change the gastric pH in the stomach-containing aluminum compounds (aluminum hydroxide), magnesium (magnesium oxide), calcium (calcium carbonate), baking soda	Neutralization reaction
When you've eaten something spicy, you take a quickly gulp of water to damp the hotness. But after sometime, it feels hot again. The long chain part of capsaicin has a particular property. It is hydrophobic, so better dissolve it in butter/milk.	Hydrophobic/Hydrophilic
The use of activated charcoal (powdered activated carbon) for poisoning (organic toxins, heavy metals)	Separation of mixtures (adsorption on activated carbon)
Sprinkle a cut avocado with lemon or acetic acid (vinegar) that will prevent the avocado from turning brown. The acid stops the polyphenol oxidase from working i.e. reacting the oxygen with the iron present in the avocado cells	Oxidation of organic compounds
Production of PE, PVC polyvinyl chloride	Polymerization of alkenes
Why is it easy to stay messy while hard to keep neat?	Second law of thermodynamics
What is the difference between Nexium® and Prilosec®?	Stereoisomerism
What is the role of bile during fat digestion?	Micelles
What is soap scum?	Precipitate

Table 1. Scientific concepts in everyday life relations

The role of science in daily life⁶

Science affects us all and touches all aspect of our lives, every day of the year, from the moment we wake up, all day long, and through the night; scientific principles play an important role in influencing the activities of human beings to considerable extent. It is known that explaining the important role of science in daily life, helps students to understand scientific concepts. Then, letting the students gather scientific info and write essays, would help them find out that science is not

6 Wu and Foos, 2010; Fisher, 2011; Fleer and Ridgway, 2007; Griffith, 2007; Haldane, 2002; Ingram, 2006; Karukstis and Van Hecke, 2003; Science in Our Daily Life., 2010; Van Thanh and Wan, 2006; What has science done for you lately?, 2013

as unappealing as they thought before. The main goal is to relate the strength of science with its daily-life importance, therefore, we are able to explain any scientific concept (Kurt and Ayas, 2012).

Example: Science in Our Life⁷

“Science is nothing but a systematic way of knowledge and living. Science plays an important part in our daily life. It has made our life easier and more comfortable. Right from the daily morning mouthwash to the time when we fall asleep under the effect of the tranquilizers released by pituitary gland in our brain, our life is significantly influenced by Science. House-

7 Chemistry: the Central Science, 1969.

hold cooking, washing, cleaning and lighting involve utilization of chemical properties of substances in our *day-to-day* work. Almost everything that we do during the course of a normal day involves science in some way. From curtains and concrete in the house we live in to the gas and tires in cars we drive, the makeup we put on our faces, the soaps and cleaners, insecticides and pesticides used every day, burning wood or other fossil fuels, are all marvels of science. Scientists have invented several things and machines – big and small – through observation of very simple events. Electricity is the greatest invention of man: it serves us in hundreds and thousands of ways; it runs our trains, mills and factories; it cools and keeps our houses warm; it washes and irons our clothes; it gives us cool air and entertains us through cinema, TV and radio, besides lighting our houses. Simply as it is, modern life is impossible without science.”

Conclusions

The above article is our proposal aimed to help encouraging effective learning. Students in general are surrounded by obstacles while taking science courses; the most important ones are lack of incentives and interest. We expect that following our proposal an experienced instructor might be able to teach science in a vivid, enjoyable and understandable way, attracting the whole attention of the public.

References

- Aikenhead GS (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice*. New York: Teachers College Press.
- Amimbola IO (2001). The use of analogies in communicating difficult science concepts to secondary school students. *The Nigerian Teacher Today*, 9(1), 62-71.
- Analogies (2007). *The Sourcebook for Teaching Science*. Retrieved

- from: <http://www.csun.edu/science/ref/analogy/analogy.htm>.
- A *Language of Metaphors* (1997-2013). Casnig, John D, Knowgramming.com. Retrieved from: http://knowgramming.com/metaphor_lists.htm.
- Andrés Raviolo A, Garritz A (2007). *Analogías en la enseñanza del equilibrio químico*. *Educación Química* 18(1), 15-28.
- Beall H (1999). *The Ubiquitous Metaphors of Chemistry Teaching*, J. Chem. Educ., 76(3), p. 366.
- Bulte AMW., Westbroek HB., de Jong O, Pilot A (2006). *A Research Approach to Designing Chemistry Education Using Authentic Practices as Contexts*. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- Broman K, Ekborg M, Johnels D (2011). *Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary school*. *NORDINA (Nordic Studies in Science Education)*. 7(1), 43-60.
- Brown DE (1992). *Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change*. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 17-34.
- Bohr N (1913). *Philos. Mag.*, 26, 476-502.
- Brown S, Salter S (2010). *Analogies in science and science teaching*. *Adv. Physiol. Educ.*, 34, 167-169.
- Chemistry: the Central Science*. (1969, 12). *DirectEssays.com*. Retrieved 11, 2013, from: <http://www.directessays.com/viewpaper/84679.html>.
- Williams C, Stanistreet M, Spall K, Boyes E, Dickson D (2003). *Why aren't secondary students interested in physics? Physics Education*. 38(4), 324-329.
- Computer applications 1*. (2013). Retrieved from: <http://wileycomputerapps.weebly.com/blog.html>, <https://www.teachervision.com/prodev/skill-builder/48891.html>.
- Dreistadt R (1968). *An Analysis of the Use of Analogies and Metaphors in Science*. *The Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*. 68(1), 97-116.
- Duit R (1991). *On the role of analogies and metaphors in learning science*. *Science Education*, 75, 649-672.
- Fisher L (2011). *The Science of Everyday Life: An Entertaining and Enlightening Examination of Everything We Do and Everything We See*. New York: Arcade Publishing.
- Fleer M, Ridgway A (2007). *Mapping the Relations Between Everyday Concepts and Scientific Concepts Within Playful Learning Environments, Learning and Socio-cultural Theory: Exploring Modern Vygotskian Perspectives International Workshop*. 1(1), 22-45.
- Fogelin R (1988). *Figuratively speaking*. London: Yale University Press.
- Gentner D (1983). *Structure-mapping: A theoretical framework for analogy*. *Cognitive Science*. 7, 155-170.
- Gilbert JK (2006). *On the Nature of "Context" in Chemical Education*. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Gilbert SW (1989). An evaluation of the use of analogy, simile, and metaphor in science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 315-327.
- Giles L (2009). *Effects of students' perception of workload on the quality of learning in higher education*. *The International Journal of Learning*, 16(3), 399-408.
- Glynn SM (2007). *The teaching with analogies model*. *Science and Children*, 44(8), 52-55.
- Glynn SM (2008). Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies. In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband, & M. Brückmann (Eds.), *Four decades of research in science education: From curriculum development to quality improvement* (pp. 113-125). Münster, Germany: Waxmann.
- González González BM., Moreno Jiménez T (1998). *Las analogías en la enseñanza de las Ciencias*. *Actas II Simposio sobre la Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*, Madrid, 204-206.
- Griffith WT (2007). *Physics of Everyday Phenomena*. New York: McGraw-Hill Publishing Company.
- Haldane JBS (2002). *Science and Everyday Life*. Delhi: Nagri Printers, Naveen Shahdara,
- Hallyn F (2000). *Metaphor and Analogy in the Sciences*. Springer Netherlands.
- Harrison AG, Treagust DF (2000). *Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry*. *Science Education*, 84, 352-381.
- Hesse M (1966). *Models and Analogies in Science*. Notre Dame: University of Notre Dame Press.
- Hidalgo Downing L, Krajilevic, Mujic B (2009). *INFECTIOUS DISEASES ARE SLEEPING MONSTERS: Conventional and culturally adapted new metaphors in a corpus of abstracts on immunology*. *iBérica* 17, 61-82.
- Hoffman RR (1995). *Monster Analogies*, *AI Magazine*, 16(3), 11-35.
- Hofstein A, Kesner M (2006). *Industrial Chemistry and School Chemistry: Making chemistry studies more relevant*. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1017-1039.
- Ingram J (2006). *The Science of Everyday Life*. Toronto: Penguin Canada.
- Jee BD, Uttal DH, Gentner D, Manduca C, Shipley T, Sageman B, Ormand CJ, Tikoff B (2010). *Analogical thinking in geoscience education*. *Journal of Geoscience Education*, 58(1), 2-13.
- Johnstone AH (1991). *Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem*. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.
- Kanthan R, Mills S (2006). *Using Metaphors, Analogies and Similes as Aids in Teaching Pathology to Medical Students*. *The Journal of the International Association of Medical Science Educators*. 16, 19-26.
- Karakaş M (2012). *Teaching Intermolecular Forces with Love Analogy: a Case Study*. *Bulgarian Journal of Science Education*, 21(3), 341-348.
- Karukstis K, Van Hecke G (2003). *Chemistry Connections, Second Edition: The Chemical Basis of Everyday Phenomena*, San Diego: Academic Press.
- Koçak C, Önen AS (2012). *Evaluation of chemistry topics within the daily life concept*. *H. U. Journal of Education*, 42, 262-273.
- Learning through Analogies* (2008). AHEAD: Association on Higher Education and Disability Retrieved from <http://www.ahead.org/uploads/2009/Concurrent%20Block%202/2.4%20Handout%203.rtf>.
- Leatherdale WH (1974). *The role of analogy, model and metaphor in science*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Metaphor* (n.d.). Retrieved from: [http://www.englishleap.com/other-resources/metaphors/](http://www.englishleap.com/other-resources/metaphors;)
- Metaphors in Science*. *Utah Education Network*. (n.d.). Retrieved from: http://www.uen.org/Lessonplan/downloadFile.cgi?file=4694-2-16902-Metaphors_in_Science.ppt&filename=Metaphors_in_Science.ppt.
- METAPHOR, SIMILE & ANALOGY: What's the Difference?*. (2007). Retrieved from http://www2.hawaii.edu/~ailed/125/resources/metaphors_similies_analogies.pdf.
- Millar R (2006). *Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science*. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Movahedzadeh F (2011). *Improving Students' Attitude Toward Science Through Blended Learning*. *Science education and civic engagement* 3(2), 13-19
- Naseriazar A, Özmen H, Badrian A (2011). *Effectiveness of analogies on students' understanding of chemical equilibrium*. *Western Anatolian journal of educational science*. 525-534.
- Orgill M, Bonder G (2004). *What Research Tells Us About Using Analogies to Teach Chemistry*. *Chemistry Education: Research and Practice*. 5(1), 15-32.
- Orgill M (2013). *How Effective Is the Use of Analogies in Science Textbooks?, Critical Analysis of Science Textbooks* (p. 79-99). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Ornek F, Robinson WR, Haugan MP (2008). *What makes physics difficult? International Journal of Environmental & Science Education*, 3(1), 30-34.
- Özmen H, Demircioğlu G, Coll RK (2009). *A comparative study of the effects of a concept mapping enhanced laboratory experience on Turkish high school students' understanding of acid-base chemistry*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1-24.
- Pekdağ B (2010). *Alternative Methods in Learning Chemistry: Lear-*

- ning with Animation, Simulation, Video and Multimedia. *Journal of Turkish Science Education*. 7(2), 111-118.
- Aubusson PJ, Harrison AG, Ritchie SM (2006). *Metaphor and Analogy in Science Education*. Springer Netherlands.
- Pintrich PR, Marx RW, Boyle RA (1993). *Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. Review of Educational Research*. 63, 167-199.
- Piquette JS, Heikkinnen HW (2005). *Strategies reported used by instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium. Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1112-1134.
- Posner GJ, Strike KA, Hewson PW, Gertzog WA (1982). *Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education*. 66, 211-227.
- Rieber LP (2002). Supporting discovery-based learning with simulations. Invited presentation at the International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning, Knowledge Media Research Center, Tubingen, Germany, July 18-19.
- Risch B (2010). *Teaching Chemistry Around the World*. Münster: Waxmann.
- Science in Our Daily Life*. (2010, 12). *StudyMode.com*. Retrieved 12, 2010, from: <http://www.studymode.com/essays/Science-In-Our-Daily-Life-532933.html>
- Sevil Kurt S, Ayas A (2012). Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 979-992
- Songer NB, Linn MC (1991). *How Do Students' Views of Science Influence Knowledge Integration?*. *Journal of research in science teaching* 28(9), 761-784
- Teucher U (2004). *Metaphor in crisis: The language of suffering. Pain and Suffering Interdisciplinary Research Network. University of British Columbia*. Retrieved from: <http://www.english.ubc.ca/PROJECTS/PAIN/DTEUCH.HTM>.
- The American Heritage® Dictionary of the English Language, Fourth Edition copyright ©2000 by Houghton Mifflin Company*. Updated in 2003. <http://www.thefreedictionary.com/simile>.
- Thiele R, Treagust D (1991). *Using analogies in secondary chemistry teaching. Australian Science Teachers Journal*. 37, 10-14.
- van Aalsvoort J (2004). *Activity theory as a tool to address the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. International Journal of Science Education*, 26(13), 1635-1651.
- Van Thanh N, Wan N (2006). *Investigating the integration of everyday phenomena and practical work in physics teaching in Vietnamese high schools. International Education Journal*. 7(1), 36-50.
- Venville GJ, Treagust DF (1997). *Analogies in biology education: A contentious issue. The American Biology Teacher*. 59, 282-287.
- Wall A (2009). *Myth, Metaphor and Science*. Chester Academic Press.
- What has science done for you lately?. University of California Museum of Paleontology* (2013). Retrieved 09, 2013, from: http://undsci.berkeley.edu/lessons/pdfs/what_has_science_done.pdf.
- Wormeli R (2009). *Metaphors & Analogies. Power Tools for Teaching Any Subject* Portland ME, Stenhouse Publishers.
- Wu C, Foos J (2010). *Making Chemistry Fun to Learn. Literacy Information and Computer Education Journal*, 1(1), 3-7.

Od poczęcia do śmierci

Scenariusz lekcji wychowania do życia w rodzinie

Katarzyna Kubaś, Marta Sowińska

Temat: Od poczęcia aż do śmierci

Przedmiot: Wychowanie do życia w rodzinie

Adresaci: III etap edukacyjny – gimnazjum

Liczba godzin lekcyjnych: 2 x 45 minut



Katarzyna Kubaś: studentka II stopnia Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na kierunku biologia (absolwentka studiów I stopnia – specjalność: nauczanie biologii i przyrody), słuchaczka studiów podyplomowych na Wydziale Studiów Edukacyjnych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na kierunku zintegrowana edukacja przedszkolna i wczesnoszkolna



Marta Sowińska: studentka II stopnia Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na kierunku biologia (absolwentka studiów I stopnia – specjalność: nauczanie biologii i przyrody)

Cel kształcenia:

Znajomości organizmu ludzkiego i zachodzących w nim zmian oraz akceptacja własnej płciowości; przyjęcie integralnej wizji ludzkiej seksualności; umiejętność obrony własnej intymności i nietykalności seksualnej oraz szacunek dla ciała innej osoby.

Treści nauczania:

Uczeń:

- opisuje rozwój człowieka: faza prenatalna, narodziny, faza niemowlęca, wczesnodziecięca, przedpokwitaniowa, dojrzewania, młodości, wieku średniego, wieku późnego.
- określa życie jako fundamentalna wartość.
- przedstawia podstawowe informacje o rozwoju seksualnym człowieka i tożsamości płciowej: kobiecość i męskość.

Ponadto uczeń:

- interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo – skutkowe między faktami,
- formułuje wnioski, formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi;
- aktywnie pracuje na zajęciach;
- rozwija zamiłowania biologiczne;
- przejawia odpowiedzialność za pracę w grupie.

Scenariusz powstał w ramach przedmiotu Biologiczne i psychospołeczne aspekty seksualności człowieka - wychowanie do życia w rodzinie, który był realizowany na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu pod okiem dr Agnieszki Cieszyńskiej.

Środki dydaktyczne:

- duża papierowa linia czasu w postaci osi podzielonej na osiem odcinków (osiem etapów życia człowieka – przykładowa w załączniku);
- zeszyt (autorstwa twórców scenariusza) pt. „Fazy rozwojowe człowieka”;
- karty z hasłami do gry dydaktycznej (lista haseł w załączniku);
- rebus (wyświetlany na tablicy);
- tablica do rysowania (multimedialna, kredowa);
- ilustracje przedstawiające etapy życia człowieka (przykładowe w załączniku);
- „worek pojęć” z kartkami, na których znajdują się pojęcia dotyczące wszystkich etapów życia człowieka (zestaw pojęć w załączniku).

Strategie nauczania:

- operacyjna.

Formy pracy:

- praca w grupie;
- praca zbiorowa;
- praca indywidualna.

Metody nauczania:

- metody oparte na asymilacji wiedzy: dyskusja;
- metody oparte na obserwacji: pokaz;
- metody oparte na działaniu praktycznym: linia czasu, uzupełnianie zeszytu “Fazy rozwojowe człowieka”;
- metody oparte na rozwiązywaniu problemów: gra dydaktyczna.

Przebieg lekcji:

I. Faza przygotowawcza:

- Przywitanie uczniów.
- Czynności organizacyjno-porządkowe.
- Prowadzący wyświetla uczniom na tablicy rebus, uczniowie rozwiązują go, rozwiązanie mówi, o czym będą zajęcia.

II. Faza realizacyjna:

- Prowadzący dzieli uczniów na grupy, każdej z grup rozdaje małe linie czasu oraz ilustracje przedstawiające etapy życia człowieka, zadaniem uczniów jest przyporządkowanie ilustracji do właściwego etapu; grupa, która skończy zadanie jako pierwsza, przedstawia wyniki swojej pracy na dużej linii czasu umieszczonej na tablicy.
- Nauczyciel rozdaje grupom wcześniej przygotowane zeszyty pt. „Fazy rozwojowe człowieka”. Uczniowie w obrębach grupy uzupełniają zeszyty wpisując cechy charakterystyczne dla każdego z etapów. Po ustalonym następuje wspólne sprawdzenie. Nauczyciel poprawia ewentualne błędy, odpowiada na pytania uczniów.
- Następnie nauczyciel przeprowadza grę dydaktyczną.
Zasady gry:
 - 1) W grze może brać udział dowolna liczba uczniów (jednak nie mniej niż 9 osób).
 - 2) Przed rozpoczęciem gry nauczyciel dzieli uczniów na 3 grupy (może być więcej grup).
 - 3) Następnie grupa wybiera lidera/przewodniczącego.
 - 4) Liderzy z każdej z grup losują kolejność uczestnictwa.
 - 5) W momencie rozpoczęcia gry jeden z członków (kolejność członków w grupie ustala lider) z pierw-

szej grupy wybiera kartę z hasłem. Na kartach umieszczone jest hasło, nazwa konkurencji (jak poniżej) oraz w przypadku tabu „zakazane słowa”. Nazwa konkurencji:

- Kalambury-rysowanie: uczeń przedstawia hasło za pomocą rysunku bez użycia mowy, pokazywania.
 - Kalambury-pokazywanie: uczeń przedstawia hasło za pomocą pokazywania, nie używa mowy, nie rysuje.
 - Tabu-mówienie: uczeń przedstawia hasło opowiadając o nim, bez wypowiadania słów, które znajdują się na karcie, bez pokazywania, bez rysunku.
- 6) Po wylosowaniu i zapoznaniu się z kartą dany uczeń ma za zadanie przedstawić wylosowane hasło swojej grupie zgodnie z wytycznymi do danej konkurencji.
 - 7) Zadaniem grupy jest odgadnięcie i wyjaśnienie hasła w określonym czasie (np. minuta), za poprawną odpowiedź grupa otrzymuje 2 punkty. W przypadku nie rozwikłania zagadki, pozostałe grupy mają możliwość rozwiązania i zdobycia punktu na swoje konto.
 - 8) Następnie grupa nr 2 losuje kartę i stara się rozwiązać zagadkę, podobnie grupa nr 3.
 - 9) Gra kończy się po odgadnięciu wszystkich haseł lub po określonym przez nauczyciela czasie. Wygrywa drużyna z największą liczbą punktów.

III. Faza podsumowująca:

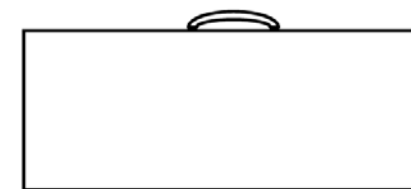
- Na zakończenie zajęć w celu utrwalenia wiadomości prowadzący podchodzi do każdego z uczniów z „workiem pojęć”, każdy losuje kartkę, na której napisane jest pojęcie związane z tematem zajęć, następnie próbuje je wyjaśnić i umieszcza karteczkę

z pojęciem na linii czasu przy odpowiednim etapie rozwoju, nauczyciel poprawia ewentualne błędy.

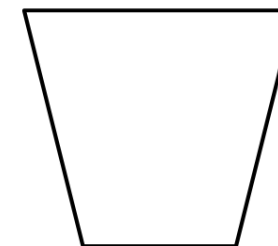
- Nauczyciel podsumowuje zajęcia, ocenia aktywność i zaangażowanie każdego z uczniów oraz prosi o wypełnienie ankiety ewaluacyjnej.
- Pożegnanie uczniów.

Ankieta ewaluacyjna

W kontur walizki wpisz to, co Ci się najbardziej podobało na zajęciach, czego się nauczyłeś, co chcesz zabrać ze sobą.



Do symbolicznego „kosza na śmieci” wrzuć (zapisz) to, co Ci się nie podobało lub najmniej podobało, co nie będzie Ci przydatne.



Twoje inne uwagi na temat dzisiejszych zajęć:

.....

.....

.....

Załącznik nr 1 – rebus



~~ŁE~~

+

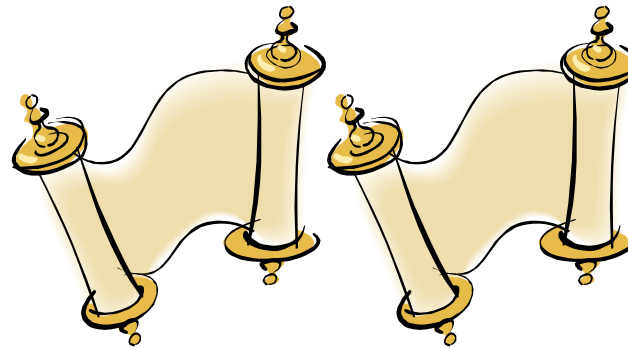
~~GZAK~~



~~DZICE~~

+

E=U



~~APLA~~

+ ŁO



+

~~CZKO~~

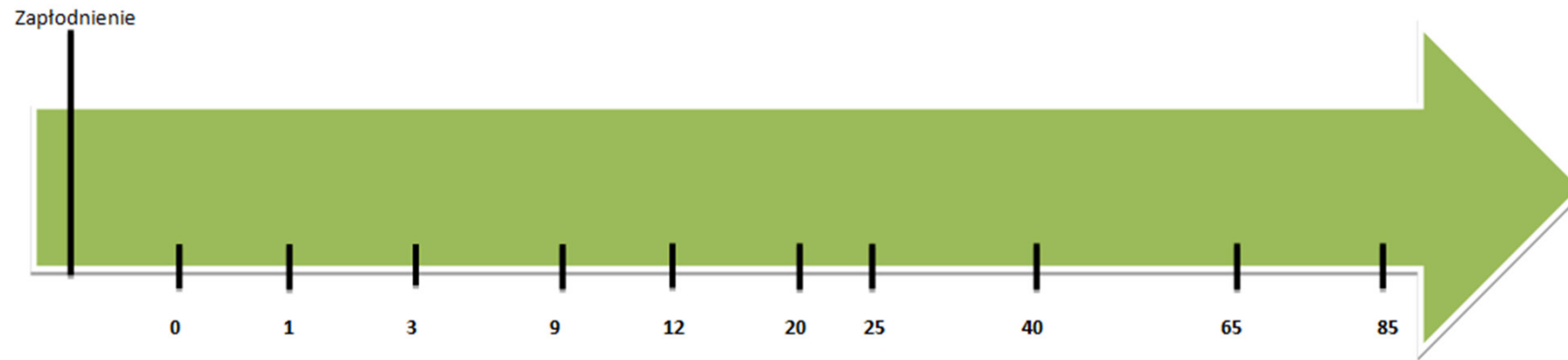


+

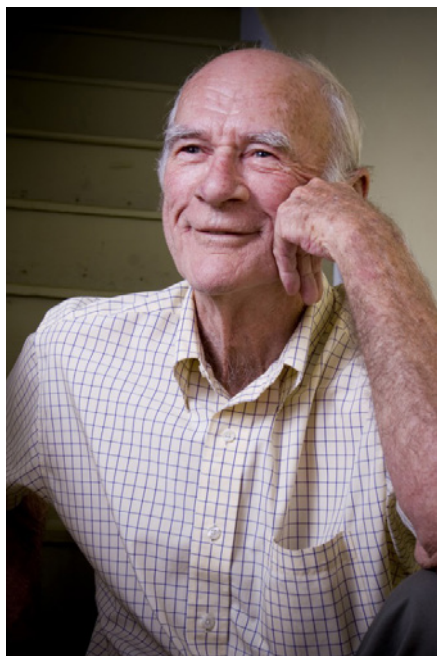
~~OT~~

+ A

Załącznik nr 2 – linia czasu



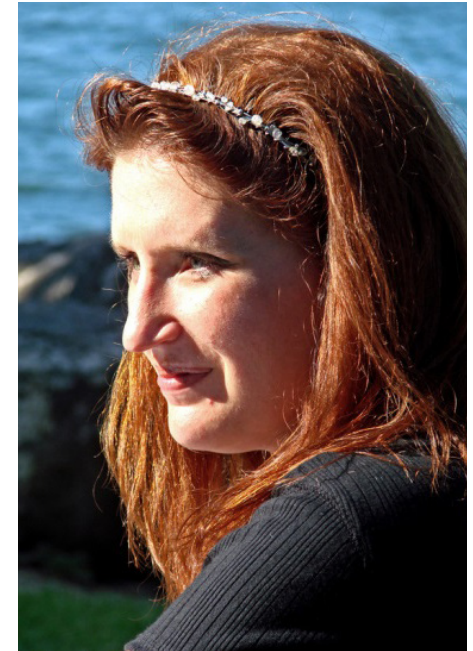
Załącznik nr 3 – ilustracje do linii czasu



NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO



NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO



NAUKA

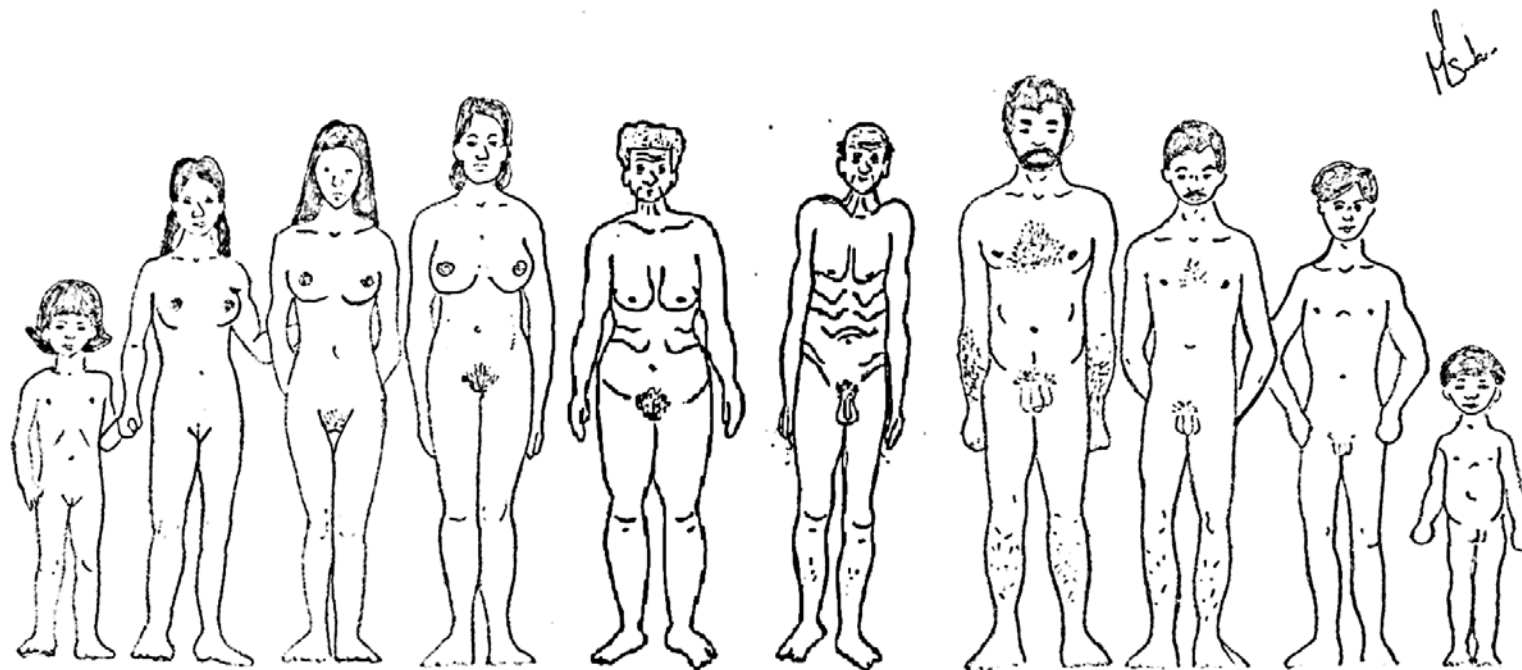
SZKOŁA

KRÓTKO

Załącznik nr 4 – zeszyt

FAZY ROZWOJOWE CZŁOWIEKA

autor ilustracji: Michał Śramski



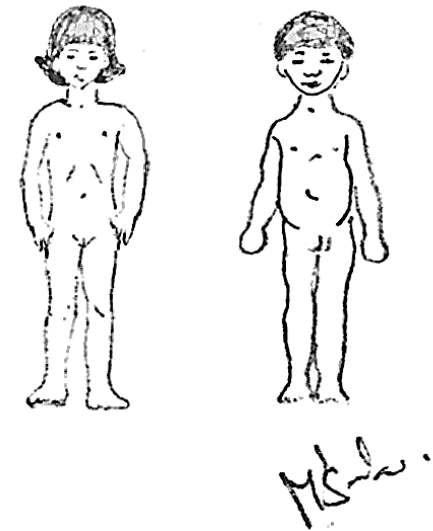
Faza



Faza



Faza



Faza

Faza

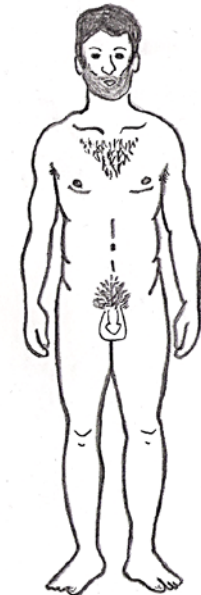
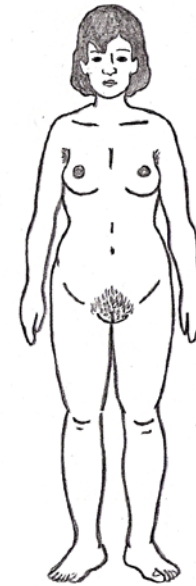
Faza



MSch.



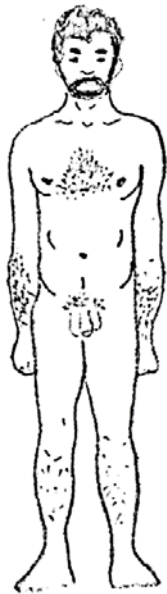
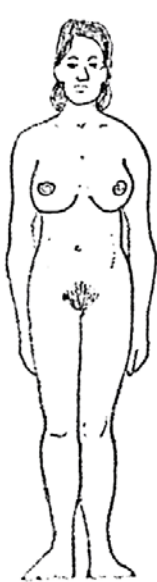
MSch.



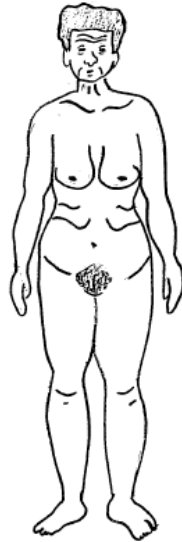
MSch.

Faza

Faza



M. S.



M. S.

Załącznik nr 5 – karty do gry dydaktycznej

<p>Hasło: Niemowlę</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>	<p>Hasło: Mleczne uzębienie</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>	<p>Hasło: Cięża</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>	<p>Hasło: Siwe włosy</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>	<p>Hasło: Zmarszczki</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>
<p>Hasło: Skok pokwitaniowy</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>	<p>Hasło: Tkanka tłuszczowa</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>	<p>Hasło: Owłosienie ciała</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Zygota</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (pokazywanie, gesty)</p>	<p>Hasło: Gonady</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>

<p>Hasło: Jabłko Adama</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Połóg</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Nastolatek</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Przekwitanie</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Szerokie ramiona</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>
<p>Hasło: Uzębienie stałe</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Zapłodnienie</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Jajczkowanie</p> <p>Nazwa konkurencji: kalambury (rysowanie)</p>	<p>Hasło: Menarche</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pierwsza miesiączka, • pierwsza menstruacja. 	<p>Hasło: Menopauza</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekwitanie, • klimakterium.

<p>Hasło: Adolescencja</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • młode lata, • młodość, • młody wiek, • okres dorastania, • wiek młodzieńczy. 	<p>Hasło: Mutacja głosu</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zmiana głosu, • przemiana głosu, • mutacyjny, • mutować. 	<p>Hasło: Genitalia</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przyrodzenie, • narządy genitalne, • narządy płciowe, • klejnoty . 	<p>Hasło: Płeć</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kobieta, • mężczyzna. 	<p>Hasło: Hormony</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • progesteron, • estrogen, • testosteron.
<p>Hasło: Trądzik</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pryszcze, • krosty. 	<p>Hasło: Karmienie piersią</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • piersi, • cycki, • pokarm, • jeść. 	<p>Hasło: Miesiączka</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • okres, • krwawienie, • menstruacja, • period, • trudne dni. 	<p>Hasło: Poród</p> <p>Nazwa konkurencji: Tabu(mówienie)</p> <p>Zakazane słowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • położna, • urodzić, • narodziny, • połóg, • rozwiązanie 	

Załącznik nr 6 – worek pojęć

Menopauza	Zapłodnienie
Menstruacja	Adolescencja
Noworodek	Niemowlę
Gonady	Mutacja głosu
Ciąża	Drugorzędowe cechy płciowe
Dojrzałość fizyczna	Dojrzałość psychiczna
Testosteron	Dojrzałość społeczna
Estrogen	Trzeciorzędowe cechy płciowe
Menarche	Przekwitanie
Pierwszorzędowe cechy płciowe	Pokwitanie
Zygota	Progesteron

Manifest ekologiczny XXI wieku

Scenariusz do cyklu lekcji

Agnieszka Romaneczko

główna nagroda
Ministerstwa Środowiska
w konkursie na ekolekcję

Temat: „Czas wreszcie przestać robić z Natury ludzkich igraszek wielkie śmietnisko!” – manifest ekologiczny XXI wieku

Adresaci: uczniowie klasy VI szkoły podstawowej.

Czas trwania lekcji: pięć jednostek lekcyjnych.

Cel ogólny:

Uwrażliwienie na problematykę ekologiczną poprzez analizę dyskursów literackich, reklamowych, społecznych, artystycznych i publicystycznych.

wszystkie załączniki potrzebne do poprowadzenia tych zajęć są do pobrania na stronie:

<http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?typ=nius&id=34>



Agnieszka Romaneczko: studentka studiów magisterskich na kierunku filologia polska na Uniwersytecie im. Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie na specjalnościach nauczycielskiej i wydawniczej, członek Studenckiego Koła Naukowego Etnolingwistów na UMCS

Cele szczegółowe:

- **Wiedza:** uczeń poznaje słownikowe definicje terminów *ekologia*, *ekolog*, *ekologiczny*; poznaje etymologię leksemu *ekologia*; rozpoznaje wartościowanie wpisane w znaczenie określenia *ekologiczny*; wymienia złożenia z prefiksem *eko-*; dostrzega problem nadużywania i niejednoznaczności przedrostka *eko-*; poznaje pojęcie *internacjonalizmu*; podaje metafory ‘Ziemi – domu’ i ‘Ziemi – matki’; podaje barwę prototypową dla ekologii; poznaje piosenkę M. Grechuty *Natura*; wylicza elementy przedstawionego w utworze pejzażu; wskazuje w utworze przykłady działań szkodliwych dla środowiska naturalnego; poznaje gatunek manifestu i jego strukturę; podaje podstawowe informacje z zakresu reklamy; poznaje kolejne kroki analizy reklamy społecznej; poznaje tekst felietonu *Projekt na jutro*;
- **Rozumienie:** analizuje artykuły hasłowe i wskazuje elementy znaczenia zakorzenione w świadomości potocznej; określa użyte w tekście gramatyczne formy osobowe; wskazuje ostrzeżenia, rozkazniki, wykrzyknienia; rozdziela reklamę społeczną od reklamy handlowej; odnajduje i analizuje slogany reklamowe; wyszukuje potrzebne informacje w tekście;
- **Zastosowanie w sytuacjach typowych:** uzasadnia trafność nazwy *ekologia*; charakteryzuje wizję Ziemi/Natury i wizję człowieka w utworze poetyckim; określa funkcje środków poetyckich; eksplikuje proste znaczenia symboliczne; określa formę gatunkową tekstu na podstawie analizy; przekształca fragmenty tekstu i tworzy rozkazy z przeczeniem; wskazuje w tekście projektowane postawy; analizuje składniki przekazu reklamowego; charakteryzuje postacie, tło, rekwizyty, sceny z życia itp. w przekazie reklamowym; dostrzega i nazywa przedstawione w felietonie problemy;
- **Zastosowanie w sytuacjach nietypowych:** określa swoje wrażenia i refleksje związane z odbiorem utworu muzycznego; współpracuje w grupie; interpretuje z tekstu informacje o obowiązkach człowieka względem natury; analizuje tekst pod kątem założeń gatunku manifestu; porównuje w utworze obraz zastany z obrazem postulowanym; wyciąga wnioski z przeprowadzonej analizy; projektuje działania alternatywne na rzecz ochrony środowiska; redaguje apel; tworzy komiks; zabiera głos w dyskusji i przedstawia własne stanowisko; wartościuje przekazy promujące ekologię; interpretuje tytuł felietonu; redaguje list do redakcji i list od redakcji; ocenia, czy łatwo jest prowadzić ekologiczny tryb życia.

Wymagania Podstawy Programowej:

Ważnym zadaniem szkoły podstawowej jest także edukacja zdrowotna, której celem jest kształtowanie u uczniów nawyku dbałości o zdrowie własne i innych ludzi oraz umiejętności tworzenia środowiska sprzyjającego zdrowiu.

Część wstępna Podstawy Programowej dla szkoły podstawowej, s. 15

Wymagania do przedmiotu język polski na II etapie edukacyjnym:

- I. Odbiór wypowiedzi i wykorzystanie zawartych w nich informacji.
1. Czytanie i słuchanie. Uczeń:
 - 1) sprawnie czyta teksty głośno i cicho;
 - 3) identyfikuje nadawcę i odbiorcę wypowiedzi (autora, narratora, czytelnika, słuchacza);
 - 4) identyfikuje wypowiedź jako tekst informacyjny, literacki, reklamowy;
 - 7) wyszukuje w tekście informacje wyrażone wprost i pośrednio (ukryte);
 - 8) rozumie dosłowne i przenośne znaczenie wyrazów w wypowiedzi;
 - 9) wyciąga wnioski wynikające z przesłanek zawartych w tekście (w tym rozpoznaje w nim prawdę lub fałsz);
2. Samokształcenie i docieranie do informacji. Uczeń korzysta z informacji zawartych w encyklopedii, słowniku ortograficznym, słowniku języka polskiego (małym lub pod ręcznym), słowniku wyrazów bliskoznacznych.
3. Świadomość językowa. Uczeń:
 - 4) rozpoznaje w tekście formy przypadków, liczb, osób, czasów i rodzajów gramatycznych – rozumie ich funkcje w wypowiedzi;
 - 5) rozpoznaje znaczenie niewerbalnych środków komunikowania się (gest, wyraz twarzy, mimika, postawa ciała).

II. Analiza i interpretacja tekstów kultury. Uczeń zna teksty literackie i inne teksty kultury wskazane przez nauczyciela.

1. Wstępne rozpoznanie. Uczeń:
 - 1) nazywa swoje reakcje czytelnicze (np. wrażenia, emocje);
 - 2) konfrontuje sytuację bohaterów z własnymi doświadczeniami;
 2. Analiza. Uczeń:
 - 1) dostrzega swoistość artystyczną dzieła;
 - 2) odróżnia fikcję artystyczną od rzeczywistości;
 - 4) rozpoznaje w tekście literackim: porównanie, przenośnię, epitet, wyraz dźwiękonaśladowczy i objaśnia ich rolę;
 3. Interpretacja. Uczeń:
 - 1) odbiera teksty kultury na poziomie dosłownym i przenośnym;
 4. Wartości i wartościowanie. Uczeń odczytuje wartości pozytywne i ich przeciwieństwa wpisane w teksty kultury (np. przyjaźń – wrogość, miłość – nienawiść, prawda – kłamstwo, wierność – zdrada).
- III. Tworzenie wypowiedzi.
1. Mówienie i pisanie. Uczeń:
 - 1) tworzy spójne teksty na tematy poruszane na zajęciach – związane z otaczającą rzeczywistością i poznanymi tekstami kultury;
 - 2) dostosowuje sposób wyrażania się do oficjalnej i nieoficjalnej sytuacji komunikacyjnej oraz do zamierzonego celu;

- 4) świadomie posługuje się różnymi formami językowymi oraz (w wypowiedzi ustnej) mimiką, gestykulacją, postawą ciała;
 - 5) tworzy wypowiedzi pisemne w następujących formach gatunkowych: opowiadanie z dialogiem (twórcze i odtwórcze), pamiętnik i dziennik (pisane z perspektywy bohatera literackiego lub własnej), list oficjalny, proste sprawo zdanie (np. z wycieczki, z wydarzeń sportowych), opis postaci, przedmiotu, krajobrazu, ogłoszenie, zaproszenie, prosta notatka;
 - 6) stosuje w wypowiedzi pisemnej odpowiednią kompozycję i układ graficzny zgodny z wymogami danej formy gatunkowej (w tym wydziela akapity);
 - 8) uczestnicząc w rozmowie, słucha z uwagą wypowiedzi innych, mówi na temat; prezentuje własne zdanie i uzasadnia je;
2. Świadomość językowa. Uczeń:
- 1) rozróżnia i poprawnie zapisuje zdania oznajmujące, pytające i rozkazujące;
 - 5) pisze poprawnie pod względem ortograficznym (...).
 - 6) poprawnie używa znaków interpunkcyjnych: kropki, przecinka, znaku zapytania, cudzysłowu, dwukropka, nawiasu, znaku wykrzyknika;
 - 7) operuje słownictwem z określonych kręgów tematycznych (na tym etapie skoncentrowanym przede wszystkim wokół tematów: dom, rodzina, szkoła i nauka, środowisko przyrodnicze i społeczne).

Metody główne: metoda tekstu przewodniego i metoda problemowa;

Metody pomocnicze: ćwiczenia językowe, metoda eksponująca, prezentacja, burza mózgów, dyskusja, heureka, ćwiczenia redakcyjne;

Środki dydaktyczne: kserokopie z definicjami słownikowymi; kserokopie z tekstem piosenki M. Grechuty *Natura*, sprzęt do odtworzenia nagrania mp3, komputer z programem *Power Point* oraz projektor; plansze do analizy tekstu *Natura*, plakat z obrysem ziemi i kartoniki-drzewka, na których uczniowie zapiszą swoje pomysły; kserokopie z tekstem felietonu oraz poleceniami; *Współczesny słownik języka polskiego* pod red. B. Durnaja;

Spis załączników:

- Załącznik nr 7 – wybrane definicje słownikowe;
- Załącznik nr 8 – tekst utworu Grechuty pt. *Natura*;
- Załącznik nr 9 – plansza do analizy dla gr. I i II;
- Załącznik nr 10 – plansza do analizy dla gr. III i IV;
- Załącznik nr 11 – ćwiczenie w redagowaniu apelu;
- Załącznik nr 12 – prezentacja *Power Point*: Ekologiczna reklama społeczna;
- Załącznik nr 13 – tekst felietonu *Projekt na jutro*;
- Załącznik nr 14 – wiersz W. Chotomskiej pt. *Motyle*.

Piosenka Marka Grechuty pt. *Natura*

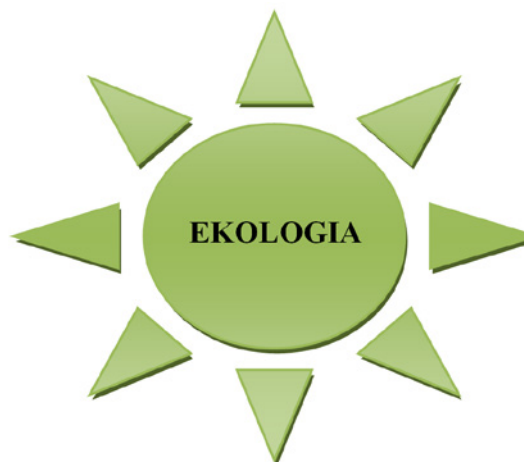
jest dostępna pod adresem:

<https://www.youtube.com/watch?v=gSyOd2O-V6A>

wszystkie załączniki są do pobrania na stronie:
<http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?typ=nius&id=34>

1. Wstęp (ok. 20 min.):

W części wprowadzającej nauczyciel nawiązuje do lekcji poprzedniej, której tematyką było piękno i harmonia natury ujęte w poetyckiej oraz malarskiej perspektywie. Nauczyciel proponuje, aby na niniejszej lekcji zastanowić się, jak należy dbać o piękno przyrody i pielęgnować otaczający nas pejzaż natury. Jako hasło wywoławcze podaje termin *ekologia* i derywowane od niego: nazwę osobową *ekolog* oraz przymiotnik *ekologiczny*.



- Uczniowie pracując metodą „burzy mózgów”, starają się zgromadzić jak najwięcej skojarzeń wokół terminu *ekologia*.
- Na polecenie nauczyciela, uczniowie sprawdzają słownikowe definicje terminów: *ekologia*, *ekolog* i *ekologiczny*. Definicje te mogą być zapisane i dostarczone uczniom w postaci kserokopii, aby każdy mógł śledzić wzrokiem tekst artykułu hasłowego i podkreślać istotne fragmenty (Załącznik nr 7).
- Nauczyciel prosi uczniów, aby wskazali, które ze słownikowych znaczeń wydają im się najbardziej

rozpowszechnione i silniej zakorzenione w potocznej świadomości. Komentuje wybór uczniów, zauważając, że to, z czym potocznie kojarzymy słowa *ekologia* i *ekolog* stanowi pewną postulowaną postawę człowieka względem natury lub aktywną działalność na rzecz ochrony środowiska. Natomiast to, co określamy jako *ekologiczne* nosi nacechowanie dodatnie, a więc wiąże się z tym, co dobre dla człowieka, bo *zdrowe, nieskażone i naturalne* (wszystkie przymiotniki wartością *in plus*).

- Analizując budowę słowotwórczą terminu *ekologia*, nauczyciel wywodzi jego etymologię z obcojęzycznych morfemów *eko-* i *-logia* (Załącznik nr 7). Podkreśla przy tym, że przedrostek *eko-* jest niezwykle produktywny w złożeniach, które nawiązują do ‘tego, co w jakiś sposób ekologiczne’, natomiast nie jest stosowany w odniesieniu do ‘tego, co związane z domem czy gospodarstwem *sensu stricte*’, na co wskazuje greckie źródło morfemu. Uczniowie wymieniają kilka złożzeń z przedrostkiem *eko-*, a nauczyciel wskazuje, że nadmierna częstotliwość użycia prefiksu może prowadzić do niejednoznaczności np. *ekopaliwa* to ‘paliwa pozyskiwane w sposób niezagrażający środowisku’ czy ‘paliwa nieszkodliwe lub mniej szkodliwe dla środowiska podczas spalania’?
- Na polecenie nauczyciela uczniowie zastanawiają się, dlaczego dla ‘ochrony środowiska naturalnego’ stosowana jest nazwa *ekologia*, czyli dosłownie: ‘nauka gospodarowania’ i o jakie gospodarowanie może tutaj chodzić? Nauczyciel naprowadza uczniów na skonwencjonalizowaną konotację Ziemi jako ‘wspólnego domu’.
- Nauczyciel informuje uczniów o tym, że słowo *ekologia* to internacjonalizm, czyli termin podobnie brzmiący w różnych językach, np.:
 - angielskie *ecology*

- francuskie *écologie*
- niemieckie *die Ökologie*

Podkreśla również, że podobieństwo formy wyrazowej w różnych językach świadczy o wysokiej randze wyrazu i jego rozpowszechnieniu. Internacjonalizm jest czytelny i poręczny w użyciu, ponieważ od razu naprowadza na konkretne znaczenie niezależnie od bariery językowej, a ekologia stanowi przecież przedmiot komunikacji europejskiej i międzynarodowej.

- Na polecenie nauczyciela, uczniowie zastanawiają się, jaka barwa jest prototypowo kojarzona z hasłem *ekologia*. Nauczyciel zauważa, że barwa ta jest na tyle skonwencjonalizowana, iż *zielony* stanowi metaforyczną nazwę osobową odnoszącą się do ekologa, zaś *zieleń* może oznaczać 'przyrodę', np. *Szanuj zieleń!*

2. Część właściwa lekcji

- Nauczyciel zaprasza uczniów do wysłuchania piosenki Marka Grechuty *Natura*. Uczniowie wysłuchują dwukrotnie nagrania, śledząc jednocześnie tekst utworu (Załącznik nr 8).
- Uczniowie wypowiadają swoje indywidualne odczucia, wrażenia i refleksje związane z wysłuchanym utworem muzycznym (**ok. 10 min.**).
- Nauczyciel rozpoczyna część lekcji, poświęconą analizie tekstu *Natura*. W tym celu dzieli klasę na cztery grupy, które otrzymują plansze do analizy (Załącznik nr 9 i nr 10). Dwie pierwsze grupy rekonstruują na podstawie tekstu obraz Ziemi, zaś grupa trzecia i czwarta - obraz człowieka (**ok. 15 min.**):
 - Uczniowie z grupy **I i II** określają, w jaki sposób autor tekstu ukazuje **obraz Ziemi**, wypełniając planszę analityczną (Załącznik nr 9);

- 1) **Ziemia** wpisana w kosmiczną przestrzeń (*Słońce, niebo*) jako jedyna planeta, o której wiemy, że istnieje na niej życie (niepowtarzalna);
- 2) wpisana w cykliczny czas: dzień i noc; w porządek *odwieczny* – ustanowiony nie przez człowieka, a przez siłę nadrzędną;
- 3) posiada pejzaż, który budują takie elementy jak: słońce, niebo, pola, lasy, rzeki, góry, morze, busz;
- 4) wierna, lojalna względem człowieka, mimo doznawanej z powodu jego działań krzywdy: *poorana liczbą niezmierną/ Dymów i ścieków siecią pajęczą* (sieć pajęczą konotuje tutaj 'niewolę, pułapkę' w tym kontekście również 'pułapkę ekologiczną');
- 5) jej los uzależniony jest od działań ludzkich;
- 6) antropomorfizowana: personifikacje *Ziemia nas karmi chlebem i miodem* oraz *Ziemia wciąż rodzi* realizują nadrzędną metaforę kognitywną 'Matki Ziemi'; Ziemia jest zatem utożsamiana z matką, która opiekuje się ludźmi dostarczając im tego, co niezbędne do życia: pokarmu (*chleb - pars prototo* pożywienia w ogóle jako podstawowy składnik diety w polskiej kulturze) i powietrza (*tlen* jako *pars prototo* oddychania oznaczającego życie, gdyż stanowi podstawowy proces życiowy - bez tlenu umiera mózg); Ziemia nie tylko dostarcza potrzebnego do życia minimum, ale zapewnia dobrobyt i bogactwo, których symbolem staje się tutaj *miód*.
- 7) postrzegana jako dzieło sztuki, będące efektem kreacji, co implikuje odpowiednie słownictwo i wyrażenia: *pejzaż, zdobiony, pięknych wido-ków wielki album, barwny ogród*;
- 8) doznaje stanów psychicznych i mentalnych

typowo ludzkich: duma, wierność, poczucie zagrożenia i bezpieczeństwa; Ziemia/Natura ukazana jest zatem jako autonomiczna persona i równoprawny podmiot, posiadający te same „obywatelskie prawa”, jakie współcześnie ma każdy człowiek funkcjonujący w demokratycznym systemie: prawo do poczucia bezpieczeństwa, prawo do wolności, niezbywalna godność;

- Uczniowie z grupy **III i IV** rekonstruują na podstawie tekstu **obraz człowieka** (Załącznik nr 10):
 - 1) O człowieku mowa jest w tekście zarówno w 3. os. l.p., np. *By człowiek nie nadużył swej mocy*, jak i w 1 os. liczby mnogiej: *Pragniemy tego przecież my sami, dla nas ludzi, uszanujmy*. Człowiek pojawia się zatem jako jednostka i jako zbiorowość. Użycie 1 os. l.m. sprawia ponadto, że zarówno autor utworu, jak i odbiorca, utożsamiają się ze wspólnotą ludzi, o której mowa w tekście. Forma ta buduje poczucie odpowiedzialności za opisane w utworze zjawiska i działa perswazyjnie poprzez samoobwinienie: *dla nas ludzi, którzy ją dręczą* oraz wyrażenie postulatów zapewnienia bezpieczeństwa Naturze w formie konstatacji i zaprojektowanego stanu wolietywnego – pragnienia: *Pragniemy tego przecież my sami*.
 - 2) Człowiek ukazany jest jako gospodarz, który dysponuje *mocą* –jako jedyna z istot żywych potrafi myśleć twórczo i przeobrażać pejzaż, dostosowując go do swoich potrzeb. Człowiek ten posiada wprawdzie wolną wolę, ale człowieczeństwo obliguje go do postawy rozsądku i przyjęcia odpowiedzialności za otaczającą go przyrodę.
 - 3) Przynależący do zbiorowości ludzkiej odbiorca tekstu wzywany jest do „*poszanowania dumy*

Natury”, a więc do postawy szacunku i ochrony Natury, która stanowi równorzędny podmiot.

- 4) Człowiek ukazany jest zarówno jako ten, który czerpie z darów Natury, jak i ten, który krzywdzi czy dręczy Ziemię poprzez działania zagrażające środowisku naturalnemu: zanieczyszczanie powietrza, zaśmiecanie przestrzeni, zanieczyszczanie wód ściekami, skażenie morza wyciekami ropy, wycinkę lasów, ingerowanie w naturalne ukształtowanie terenu.
- 5) Cytat: *Czas wreszcie przestać robić z Natury Ludzkich igraszek wielkie śmietnisko!* charakteryzuje człowieka jako kogoś, kto działa w sposób nieprzemysłany, kierując się własną wygodą i kaprysem. Cytat ten stanowi jednocześnie wezwanie do zmiany dotychczasowej postawy na działania ekologiczne – takie, które zabezpiecza naturalne piękno.

- Grupy prezentują wyniki pracy, a nauczyciel dopowiada to, co nie zostało ujęte i dokonuje ewentualnej korekty. (ok. 10 min.)
- Nauczyciel zauważa, że w temacie lekcji utwór Grechuty został określony jako „manifest ekologiczny XXI wieku”. Uczniowie sprawdzają w słowniku znaczenie słowa manifest:

Manifest – przedstawione publicznie założenia programowe i postulaty ideowe pewnych zorganizowanych grup¹.

- Nauczyciel komentuje i objaśnia definicję. Podkreśla, że manifest składa się z dwóch zasadniczych elementów: obrazu rzeczywistości zastanej oraz obrazu rzeczywistości postulowanej, do której nadawca manifestu zachęca i nakłania. (ok. 5 min.)
- Na polecenie nauczyciela uczniowie sprawdzają, czy utwór Grechuty realizuje zasady manifestu.

¹ Hasło *manifest*, [w:] *Współczesny słownik języka polskiego*, pod red. B. Dunaja, Warszawa 2007, T. 1, s. 803.

W tym celu odpowiadają na pytania (ok. 15-20 min.):

- Jak jest? - podkreśl fragmenty, mówiące o aktualnym obrazie Ziemi.
 - a) *Ziemia nas karmi chlebem i miodem, Pięknych widoków wielkim albumem.*
 - b) *Choć poorana liczbą niezmierną Dymów i ścieków siecią pajęczą Ziemia wciąż rodzi, do końca wierną Jest dla nas ludzi, którzy ją dręczą.*
- Jak być powinno? – wskaż fragmenty, które mówią, do jakiego stanu rzeczy powinien dążyć człowiek.
 - a) *Aby ten pejzaż Ziemi odwiecznej, Zdobiony polem, morzem, lasami, Poczul się już na zawsze bezpieczny.*
 - b) *Niech [Ziemia] pozostanie barwnym ogrodem I uszanujmy Natury dumę.*
 - c) *Czas wreszcie przestać robić z Natury Ludzkich igraszek wielkie śmietnisko! Zmieniać bieg rzeki, przestawiać góry.*
- Wskaż fragment, w którym akcentowana jest wyjątkowość Ziemi, ze względu na którą podejmowana problematyka zyskuje wysoką rangę ważności.

Jedna jest Ziemia, jak jedno Słońce, Jak jedno niebo dla dni i nocy.
- Znajdź w tekście elementy perswazji:
 - formy 1. os. l.m.: *Pragniemy przecież tego my sami.; Ziemia wciąż rodzi, do końca wierną / Jest dla nas ludzi, którzy ją dręczą.*
 - rozkazniki: *Niech pozostanie barwnym ogrodem/ I uszanujmy Natury dumę.*
 - ostrzeżenia: *By człowiek nie nadużył swej mocy; Bo to się kiedyś źle skończy wszystko / Morze zatrute płamą paliwa / Będzie umarłe przez długie lata. / Busz raz wycięty już nie odżywa, / A jest on*

źródłem tlenu dla świata;

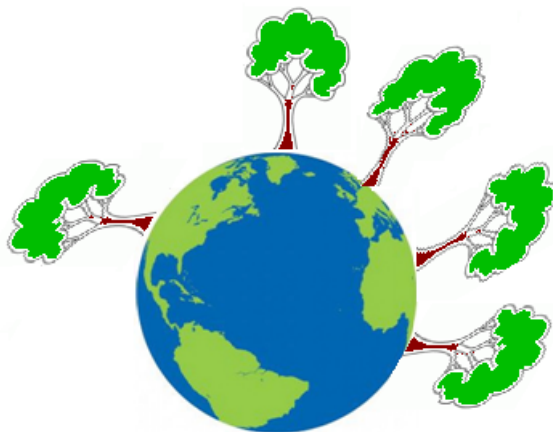
- wykrzyknienia (apele): *Czas wreszcie przestać robić z Natury / Ludzkich igraszek wielkie śmietnisko!*
- projektowanie postaw: *W sercach pragnienia żyją gorące, / By człowiek nie nadużył swej mocy; Pragniemy przecież tego my sami.*
- Nauczyciel motywuje uczniów, by na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowali wniosek, orzekający, czy utwór Grechuty realizuje założenia manifestu czy się z nich wyłamuje.
- Na polecenie nauczyciela, uczniowie podkreślają wszystkie fragmenty, w których przedstawione są negatywne działania człowieka wobec środowiska naturalnego. Kolejnym zadaniem jest sformułowanie do podkreślonych fragmentów zbioru zakazów w postaci zdań rozkazujących z przeczeniem „nie” (ok. 10 min.), np.:

Czas wreszcie przestać robić z Natury

Ludzkich igraszek wielkie śmietnisko! → Nie zaśmiecaj otoczenia!

- Nauczyciel podkreśla, że skuteczne postępowanie ekologiczne to nie tylko wiedza na temat tego, czego człowiek nie powinien robić, ale przede wszystkim poszukiwanie kompromisowych rozwiązań, które pozwolą żyć w zgodzie z naturą, nie powodując jednocześnie zafobania cywilizacyjnego. Na tablicy rozwieszona zostaje plansza z obrysem Ziemi, a zadaniem uczniów jest poszukiwanie rozwiązań ekologicznych i alternatywnych. Swoje pomysły uczniowie zapisują na kartonikach w postaci drzewek lub listków, które przyczepiają do planszy dookoła kształtu Ziemi. Mogą to być takie pomysły jak m.in.: segregacja odpadów, oszczędzanie energii elektrycznej i wody, zakup sprzętów z trybem energooszczędnym, noszenie ekologicznej odzieży, stosowanie dezodorantów bez freonu, oddawanie baterii do utylizacji, odnoszenie zużytych

sprzętów do punktów sprzedaży/komisów, stosowanie alternatywnych źródeł energii itd. Każdy z uczniów powinien zamieścić na planszy własny pomysł. Na koniec nauczyciel odczytuje wszystkie pomysły i podkreśla, że w ten sposób wspólnie „chronimy” naturę. **(ok. 20 min.)**



- Podsumowaniem części lekcji poświęconej analizie i interpretacji utworu Grechuty *Natura* jest krótka wypowiedź pisemna sporządzana przez uczniów w parach bądź samodzielnie². Zadaniem uczniów jest wcielenie się w rolę zagrożonej planety, która apeluje do ludzi o pomoc (Załącznik nr 11). Chętni uczniowie czytają swoje prace, a najlepsze z nich nauczyciel nagradza stopniem **(ok. 15 min.)**.
- Nauczyciel zauważa, że problematyka ekologiczna staje się też często tematem reklamy społecznej, która apeluje o przyjęcie proekologicznych postaw i podjęcie działań na rzecz ochrony środowiska. Na podstawie wiedzy wyniesionej z lekcji, na której omawiany był motyw natury w reklamie, uc-

² Należy uszanować zdanie uczniów i pozostawić im wybór, gdyż niektórzy nie potrafią skutecznie się skupić, jeśli nie pracują całkiem samodzielnie, a tworzenie poprawnego merytorycznie i stylistycznie tekstu wymaga maksymalnej koncentracji.

niowie przypominają, na czym polega dyskurs reklamowy i czym jest reklama społeczna.

- Nauczyciel przeprowadza wzorcową analizę wybranej reklamy społecznej poświęconej problematyce ekologicznej. Pokazuje uczniom przykładowe teksty reklamowe, motywuje do zadawania pytań i prowadzenia analizy wybranych reklam czy ich elementów. (Załącznik nr 12). **(ok. 30 min.)**
- Nauczyciel prosi, aby uczniowie zwrócili uwagę na slogany reklam społecznych. Każdy z uczniów wybiera sobie jeden slogan (może również ułożyć własny) i czyni go tytułem historyjki komiksowej, która ma oddać przekaz sloganu. Komiks może zatem zawierać zarówno sceny działań szkodliwych dla środowiska, jak i sceny, które te działania mają zmienić na postawę ekologiczną. Najlepsze prace zostają nagrodzone przez nauczyciela stopniem. **(ok. 25 min.)**
- Na prośbę nauczyciela, uczniowie zastanawiają się, gdzie zetknęli się z kampaniami ekologicznymi i w jakiej formie. Rozpoczyna się wymiana doświadczeń, a potem dyskusja. Nauczyciel pokazuje i wyjaśnia uczniom interwencje przedstawicieli nurtu sztuki zwanego land-artem³, a także wspomina o działaniach członków rozmaitych organizacji, np. Greenpeace'u. Uczniowie:
 - zastanawiają się, które z działań najbardziej do nich przemawiają, a które są zbyt nachalne;

³ Chodzi tutaj o interwencje Roberta Smithsona oraz Alana Sonfirsta. Smithson zalewał asfaltem hałdy odpadów przemysłowych w Rzymie (1969 r.), aby poddać pod dyskusję problem degradacji środowiska naturalnego i pokazać, że działania ludzkie wiodą nieuchronnie do „gruzów” cywilizacji. Z kolei Sonfirst w interwencji *Pejzaż czasu* dokonał nasadzenia roślinności na skwerze Manhatanu w Nowym Jorku. Nasadzenie wielkości 14 na 61 metrów miało uzmysłowić mieszkańcom, jak wyglądał pierwotny pejzaż jeszcze przed powstaniem miasta i tym samym podnieść problem „zalewania” krajobrazu betonem.

- próbują ustalić, która forma promocji problematyki ekologicznej jest bardziej skuteczna w społeczeństwie: łagodna perswazja czy agresywna propaganda;
- starają się określić, jak powinien wyglądać dialog zwolenników i przeciwników ekologii, aby wiodł do satysfakcjonujących rozwiązań (czy możliwy jest kompromis?);
- prezentują własne stanowisko wobec kwestii związanych z ekologią i wdrażania ekologicznego stylu życia.
- Nauczyciel kieruje dyskusją, komentuje, czuwa nad porządkiem i uczciwością wymiany poglądów oraz podsumowuje wypracowane wspólnie rozwiązania. **(ok. 20 min.)**
- Podsumowaniem cyklu lekcji poświęconych ekologii może być praca z felietonem Małgorzaty Krzyżaniak pt. *Projekt na jutro* (Załącznik nr 13). Uczniowie zapoznają się z tekstem felietonu (dobrze, aby uczynili to w domu), a następnie ustnie udzielają odpowiedzi na pytania problemowe. **(ok. 25 min.)**

3. Praca domowa:

- Obowiązkową pracą domową stanowi zadanie siódme znajdujące się na kartach z tekstem felietonu *Projekt na jutro*. Zadanie to polega na zredagowaniu listu do redakcji, który uczniowie przygotowują na osobnych kartkach. Na następną lekcję przynoszą gotowe listy i wymieniają się nimi z partnerami z ławki. Dzięki wymianie możliwa jest dalsza część pracy w postaci komunikatu zwrotnego, a więc listu od redakcji, w którym uczniowie otrzymają porady, jak rozwiązać ekologiczne dylematy. Po zakończeniu całego zadania nauczyciel zbiera prace pisemne –

CZĘŚĆ 5

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO

sprawdza, ocenia, a potem omawia najlepsze na forum klasy.

- Praca domowa dla chętnych to udział w konkursie plastycznym pt. *Miejsce dla motyli*. Warto, aby konkurs ten objął swym zasięgiem wszystkich uczniów danej szkoły podstawowej w ramach promowania problematyki ekologicznej. Chętni uczniowie mogą opracować plakat z konkursowym ogłoszeniem (komunikat można też zamieścić na stronie szkoły i w szkolnej gazetce). Zadaniem uczestników konkursu jest:
 - Zapoznanie się z wierszem W. Chotomskiej *Motyle* (Załącznik nr 14);
 - Przygotowanie pracy plastycznej lub makiety pt. *Miejsce dla motyli* (dowolna technika).

Po ogłoszeniu konkursu uczniowie powinni mieć czas trzydziestu dni na przygotowanie prac, które mogą tworzyć samodzielnie lub w grupach. Po oceniu prac przez jury powinna zostać przewidziana wystawa pokonkursowa. Oceniane powinny być przede wszystkim: pomysłowe rozwiązania, nawiązanie do tematyki ekologicznej i umiejętne zastosowanie wiedzy z tego zakresu oraz walory artystyczne prac. Zachętę dla uczniów stanowiły z pewnością atrakcyjne nagrody.

Nowe zadania PPP

Materiał przygotowują pracownicy Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE oraz eksperci zewnętrzni

Poniższe zadania przygotowane są przez PPP IBE dla III i IV etapu edukacyjnego. Niektóre z nich skonstruowano na potrzeby badania Laboratorium Myślenia i odtajniono po II jego cyklu. Nigdy wcześniej nie były publikowane. Prezentowane zadania mają silny kontekst praktyczny i poruszają realne problemy, z którymi uczniowie mogą się zetknąć w życiu codziennym.

Więcej o badaniu Laboratorium Myślenia na stronie: eduentuzjasci.pl/pl/badania.html?id=409

Autorzy:

BIOLOGIA – zadanie: Paweł Jedynak, komentarz: Wojciech Grajkowski

CHEMIA – zadanie: Iwona Cieślík, komentarz: Małgorzata Musiałik

FIZYKA – zadanie: Maciej Wiśniewski, komentarz: Joanna Borgensztajn

GEOGRAFIA – zadanie: Agnieszka Lechowicz, komentarz: Anna Faliszewska

Zadania powstały w ramach realizowanego przez Instytut Badań Edukacyjnych projektu *Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego*, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Biologia – wypadek z mutagenem

Zadanie

Pracownik laboratorium chemicznego przypadkiem oblał się niewielką ilością silnego środka mutagennego. Substancję natychmiast usunięto z jego skóry i ubrania zgodnie z obowiązującymi w laboratorium procedurami.

Określ, które z poniższych zdarzeń są możliwe.

	Zdarzenie	Czy jest to możliwe?
1.	Wypadek nie będzie miał wpływu na zdrowie pracownika.	<input checked="" type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
2.	Wypadek spowoduje u pracownika chorobę nowotworową.	<input checked="" type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
3.	Wypadek sprawi, że pracownik zachoruje na hemofilię.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input checked="" type="checkbox"/> Niemożliwe

Komentarz

Każdy z nas może być narażony w życiu codziennym na działanie różnych mutagenów. Oczywiście nie są to zwykle sytuacje podobne do tej przedstawionej w zadaniu i mało kto ma – tak jak wymieniony w tekście pracownik laboratorium – kontakt ze stężoną postacią silnego środka mutagennego. Bywamy jednak dość często poddawani działaniu chociażby promieniowania UV obecnego w świetle słonecznym czy substancji zawartych w dymie papierosowym, co również sprzyja powstawaniu mutacji.

O mutacjach i ich wpływie na zdrowie człowieka uczniowie gimnazjum dowiadują się w dwóch różnych kontekstach. Po zrealizowaniu działu „Stan zdrowia i choroby” powinni umieć przedstawić czynniki sprzyjające rozwojowi choroby nowotworowej, wśród nich również czynniki mutagenne, takie jak promieniowanie UV czy substancje psychoaktywne (punkt 7.4 podstawy programowej). Jeżeli nauczyciel zachowuje w swoim programie nauczania kolejność działań zasugerowaną w podstawie programowej, prawdopodobnie nie postuluje się na tym etapie pojęciami „mutacja” i „czynnik mutageny”. Pojawiają się one dopiero w nieco innym kontekście w dziale „Genetyka”, gdzie mowa jest również o chorobach genetycznych warunkowanych mutacjami chromosomowymi i punktowymi (punkty 8.8 i 8.9 podstawy).

Omawiane zadanie pozwala sprawdzić, na ile uczeń potrafi powiązać ze sobą wiedzę z tych dwóch działów. Z tego też względu szczególnie dobrze nadaje się ono do wykorzystania podczas lekcji przekrojowej bądź powtórzeniowej.

Aby prawidłowo rozwiązać zadanie uczeń powinien: mieć świadomość, że kontakt z mutagenem jest wprawdzie czynnikiem ryzyka dla choroby nowotworowej, ale nie oznacza automatycznie zachorowania, a zatem zdarzenie 1. jest możliwe,

- rozumieć, że kontakt ze środkiem mutagennym może prowadzić do mutacji, w efekcie których komórka ciała może przekształcić się w komórkę nowotworową, co oznacza, że zdarzenie 2. jest możliwe,
- wiedzieć, że choroby genetyczne, takie jak hemofilia, rozwijają się w wyniku odziedziczenia zmutowanych alleli od rodziców, a nie są spowodowane przez mutacje pojedynczych komórek ciała zachorowania.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



entuzjaści
edukacji



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

dzące w późniejszym życiu, wobec czego zdarzenie 3. jest niemożliwe.

Jeśli uczeń udzieli błędnej odpowiedzi w drugiej części zadania, należy uznać, że nie wiąże ze sobą pojęć „mutagen” i „substancja rakotwórcza”, czyli nie umie połączyć wiadomości z działu „Stan zdrowia i choroby” z wiedzą z działu „Genetyka” (bądź tej wiedzy po prostu nie posiada). Uczeń taki potrafi być może wymienić różne czynniki sprzyjające wystąpieniu choroby nowotworowej, ale nie rozumie, w jaki sposób wpływają na nasze zdrowie. Niewłaściwa odpowiedź udzielona w części trzeciej zadania świadczy natomiast o zupełnym braku znajomości mechanizmu powstawania chorób genetycznych, takich jak – wprost wymieniona w podstawie programowej – hemofilia.

Bardzo ciekawe wnioski może przynieść też analiza błędu popełnionego w pierwszej części zadania. Wybór opcji „Niemożliwe” wskazuje, że uczeń uważa, iż kontakt z mutagenem w sposób nieodwołalny prowadzi do zachorowania. Mamy tu zatem do czynienia z myśleniem w pełni deterministycznym na zasadzie „wystąpiła przyczyna – musi nastąpić skutek”. Tymczasem w przypadku choroby nowotworowej (podobnie zresztą jak np. w przypadku chorób układu krążenia) nie bez powodu mówimy o czynnikach ryzyka, a zatem o sytuacjach, które zwiększają prawdopodobieństwo wystąpienia określonego schorzenia, ale niekoniecznie prowadzą do niego za każdym razem.

Ten brak bezpośrednich i natychmiastowych konsekwencji sprawia zresztą niekiedy, że czynniki te są bagatelizowane. Napis na paczce papierosów „Palenie zabija!” robiłby z pewnością znacznie większe wrażenie, gdyby palenie zabijało natychmiast i ze stuprocentową skutecznością. Tym bardziej warto zadbać o to, aby uczniowie rozumieli, jakie procesy mogą zajść w komórkach ciała pod wpływem mutagenów zawartych

w dymie papierosowym i wiedzieli, że ich skutki mogą niespodziewanie dać znać o sobie po wielu latach.

Zadanie jest zgodne z następującymi wymaganiami zawartymi w podstawie programowej biologii dla gimnazjum:

Cele kształcenia – wymagania ogólne:

IV. Rozumowanie i argumentacja

V. Znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka

Treści nauczania – wymagania szczegółowe:

7.4. Uczeń przedstawia czynniki sprzyjające rozwojowi choroby nowotworowej (np. niewłaściwa dieta, tryb życia, substancje psychoaktywne, promieniowanie UV) (...).

8.8. Uczeń podaje ogólną definicję mutacji oraz wymienia przyczyny ich wystąpienia (mutacje spontaniczne i wywołane przez czynniki mutagenne); podaje przykłady czynników mutagennych.

8.9. Uczeń rozróżnia mutacje genowe (punktowe) i chromosomowe oraz podaje przykłady chorób człowieka warunkowanych takimi mutacjami (...).

Chemia – gaśnica śniegowa

Zadanie

W gaśnicy śniegowej środkiem gaśniczym jest skroplony gaz zawarty w wysokociśnieniowej butli, który rozprężając się oziębia się do ok. $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i zmienia swój stan skupienia na stały. Jego działanie gaśnicze polega na odcinaniu dostępu tlenu i znacznym obniżeniu temperatury.

Który gaz może być wykorzystany, jako środek gaśniczy w gaśnicy śniegowej?

- A. H_2
 B. CO_2
 C. CH_4
 D. CO

Komentarz

Prezentowane zadanie można wykorzystać zarówno w gimnazjum, jak i w szkołach ponadgimnazjalnych na poziomie podstawowym, gdyż z jednej strony dotyczy właściwości fizykochemicznych gazów, które według zapisów podstawy programowej uczniowie powinni poznać już w gimnazjum, a z drugiej strony – porusza ważną kwestię bezpieczeństwa przeciwpożarowego. Problem bezpieczeństwa powiązany jest z następującym celem kształcenia wymienionym w podstawie programowej na obu etapach edukacyjnych: III. *Uczeń bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi.*

Gaśnica jest to urządzenie zawierające środek gaśniczy, który, dzięki wykorzystaniu ciśnienia wewnętrznego panującego w butli, może zostać wyrzucony na zewnątrz i skierowany na płonące obiekty. Ciśnienie

wewnętrzne może być ciśnieniem występującym stale lub uzyskiwanym w wyniku uwolnienia gazu napędowego. Ze względu na zastosowany środek gaśniczy gaśnice dzieli się na: wodne, pianowe, proszkowe, śniegowe z dwutlenkiem węgla i halonowe. Obecnie stosowane są tylko pianowe, proszkowe i śniegowe, ponieważ gaśnice wodne zostały całkowicie wyparte przez gaśnice pianowe, a halonowe wycofano z powodu ich szkodliwego oddziaływania na warstwę ozonową. Odpowiedni dobór środka gaśniczego ma kluczowe znaczenie przy gaszeniu określonych typów pożarów.

Gaśnica śniegowa to typ gaśnicy, w której środkiem gaśniczym jest skroplony CO_2 zamknięty w wysokociśnieniowej butli. Rozprężenie ciekłego CO_2 prowadzi do utworzenia tzw. suchego lodu, czyli zestalonego CO_2 , który nie przewodzi prądu i sublimuje w temperaturze ok. -78°C , nie pozostawiając żadnych śladów. Takie właściwości są szczególnie przydatne w przypadku gaszenia elektroniki czy urządzeń elektrycznych, ponieważ użycie wody lub piany groziłoby porażeniem prądem. Oziębianie się CO_2 do temp. ok. -80°C sprawia, że stanowi on dobry środek gaśniczy w przypadku pożarów cieczy, takich jak nafta, benzyna i alkohole bądź materiałów stałych topiących się pod wpływem ciepła (np. parafina). Przy gaszeniu gaśnicami śniegowymi należy pilnować, by odkryte części ciała nie miały bezpośredniej styczności ze strumieniem CO_2 , gdyż mogą one ulec odmrożeniu. Z tych samych względów gaśnice tego typu nie nadają się do gaszenia ludzi.

Uczeń rozwiązujący to zadanie wcale nie musi znać tych wszystkich detali, żeby udzielić poprawnej odpowiedzi. Opis we wstępie do zadania nie jest konieczny do jego rozwiązania, chociaż może pomóc uczniom, którzy mają większy zasób wiedzy na temat właściwości CO_2 , suchego lodu czy gaśnic śniegowych. Według zapisów podstawy programowej chemii dla gimnazjum, uczniowie powinni znać właściwości kilku gazów,

m.in.: azotu, tlenu, wodoru, tlenku węgla(IV), metanu i produktów jego spalania (np. CO). Aby poprawnie rozwiązać to zadanie uczeń powinien:

- znać wzory chemiczne wodoru, tlenku węgla(IV), metanu i tlenku węgla(II);
- zauważyć, że wodór jest gazem łatwopalnym, a wyrzucenie z gaśnicy strumienia tego gazu w stronę ognia groziłoby potężnym wybuchem, a więc w żadnym wypadku nie nadaje się do gaszenia pożarów (dystraktor, czyli błędna odpowiedź, A);
- zauważyć, że również metan jest gazem łatwopalnym, stosowanym np. w kuchniach gazowych, jako główny składnik gazu ziemnego (dystraktor C);
- wiedzieć, że tlenek węgla(II), zwany czadem, jest nie tylko gazem palnym (przy odpowiednim dostępie tlenu spala się do CO_2), ale również toksycznym (łączy się z hemoglobina prowadząc do niedotlenienia organizmu, a nawet śmierci), a więc również nie nadaje się do gaszenia pożaru (dystraktor D);
- wiedzieć, że CO_2 jest gazem niepalnym, cięższym od powietrza i niepodtrzymującym reakcji spalania, a więc może odciąć dostęp tlenu do płonących obiektów i uniemożliwić ich dalsze spalanie (prawidłowa odpowiedź B).

Zadanie można bardzo łatwo rozwiązać, jeśli uczeń wie chociaż tyle, że CO_2 nie podtrzymuje reakcji spalania. Uczeń, który wie trochę więcej o właściwościach fizykochemicznych tlenku węgla(IV), powinien skojarzyć, że rozprężenie ciekłego CO_2 prowadzi do utworzenia suchego lodu, o którym mógł słyszeć w kontekście środków chłodniczych lub składników mieszanin oziębiających wykorzystywanych w przemyśle, laboratoriach lub w chłodniach spożywczych.

Zadanie zostało zbadane na grupie 167 uczniów trzecich klas gimnazjów. W badaniu uzyskano następujące wyniki:

Odpowiedź	Procent wyboru [%]
A	25,8
B*	44,3
C	22,2
D	7,8

Odpowiedzi poprawnej udzieliło 44,3% badanych uczniów, co należy uznać za wynik raczej słaby, zważywszy że zadanie sprawdza podstawowe wiadomości o gazach wymienionych wprost w zapisach podstawy programowej. Odsetek odpowiedzi A i C był bliski prawdopodobieństwa losowego udzielania odpowiedzi poprawnej, które wynosiło 25%. Uczniowie, którzy wybrali odpowiedź A, najprawdopodobniej nie pamiętali, że wodór jest gazem łatwopalnym, tworzącym z tlenem mieszaninę wybuchową, a więc zdecydowanie nie nadaje się do gaszenia pożarów. Przyczyną wybrania takiej odpowiedzi mogła być też niezajomość wzoru chemicznego wodoru. Nieco mniej uczniów wybrało odpowiedź C, na co mogła mieć wpływ słaba znajomość właściwości prostych węglowodorów lub niezajomość wzoru metanu. Jeśli uczeń znał wzór metanu, a mimo to wybrał dystraktor C, to znaczy, że nie posiadał nawet znikomych wiadomości o metanie czy gazie ziemnym. Niewykluczone też, że uczniowie wybierający odpowiedź A i C po prostu strzelali. Najmniej uczniów wybrało odpowiedź D, przypuszczalnie dlatego, że nie wiedzieli co to za substancja. Z rozmów z uczniami, przeprowadzonymi na potrzeby innego badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE w trzecich klasach gimnazjów (w czerwcu 2013 r.), wynika, że wiedza uczniów o czadzie ogranicza się głównie do jego właściwości toksycznych i bardzo często nie znają nawet jego wzoru chemicznego. Ponadto, badani uczniowie często też nie wiedzieli, jaki gaz dostarczany jest do kuchenek gazowych, jaki jest jego skład i jakie ma właściwości.

Zadanie to można zmodyfikować, dopisując do dystraktorów wzór chemiczny wody zamiast CO. Opis we

wstępie byłyby wtedy konieczny do rozwiązania zadania, a samo zadanie sprawdzałyby dodatkowe umiejętności (analiza tekstu, właściwości wody). Niewykluczone, że część uczniów wybierałaby odpowiedź z H_2O , gdyż woda dużo bardziej kojarzy im się ze środkiem gaśniczym, niż pozostałe substancje.

Na koniec warto podkreślić, że aby zdobyć wiedzę z chemii, uczniowie powinni nauczyć się właściwości niektórych substancji chemicznych, przynajmniej tych wymienionych w podstawie programowej. Nie ma tych substancji w podstawie tak wiele. Znajomość pewnych elementarnych właściwości (np. czy dana substancja jest łatwopalna, wybuchowa lub toksyczna) może być niezwykle przydatna w życiu codziennym, gdyż daje wiedzę jak postępować z substancjami niebezpiecznymi w sytuacjach trudnych, groźnych dla życia.

Zadanie można wykorzystać również na IV etapie edukacyjnym w dziale *Paliwa obecnie i w przyszłości*. Uczniowie mają się w nim zapoznać z substancjami, które można wykorzystywać jako paliwa (metan jako główny składnik gazu ziemnego – paliwa kopalnego stosowanego obecnie, wodór jako alternatywne źródło energii). Zadanie w sposób trochę przewrotny sprawdza te wiadomości, bo oczywiste jest, że substancja stosowana jako paliwo nie może jednocześnie służyć do gaszenia ognia.

Zadanie jest zgodne z następującymi wymaganiami zawartymi w podstawie programowej dla chemii:

III etap edukacyjny:

Cele kształcenia – wymagania ogólne:

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg prostych procesów chemicznych; zna związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami i ich wpływ na środowisko naturalne; (...).

Treści nauczania – wymagania szczegółowe:

4.2. Powietrze i inne gazy. Uczeń opisuje właściwości fizyczne i chemiczne azotu, tlenu, wodoru, tlenku węgla(IV); odczytuje z układu okresowego pierwiastków i innych źródeł wiedzy informacje o azocie, tlenie i wodorze; planuje i wykonuje doświadczenia dotyczące badania właściwości wymienionych gazów.

8.4. Węgiel i jego związki z wodorem. Uczeń obserwuje i opisuje właściwości fizyczne i chemiczne (reakcje spalania) alkanów na przykładzie metanu i etanu.

IV etap edukacyjny (poziom podstawowy):

Cele kształcenia – wymagania ogólne:

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń (...) wykazuje związek składu chemicznego, budowy i właściwości substancji z ich zastosowaniami; posługuje się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym w kontekście dbałości o własne zdrowie i ochrony środowiska naturalnego.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe:

5. Paliwa – obecnie i w przyszłości. Uczeń:

5.1. podaje przykłady surowców naturalnych wykorzystywanych do uzyskiwania energii (bezpśrednio i po przetworzeniu);

5.4. proponuje alternatywne źródła energii – analizuje możliwości ich zastosowań ((...) wodór, (...)).

Fizyka – promieniowanie

Zadanie

Na kółku fizycznym Michał badał za pomocą licznika Geigera-Müllera promieniowanie emitowane przez różne przedmioty. Zauważył, że licznik wskazuje pewien poziom promieniowania gdy sonda znajdowała się w powietrzu w pokoju, gdy zbliżał ją do szklanki z mlekiem, kamienia, a nawet do kolegi. Wskazanie licznika bardzo wzrosło, po zbliżeniu sondy do świecącego w ciemności zegarka, który Michał otrzymał od dziadka.

Uczniowie dyskutowali na temat wyniku przeprowadzonego doświadczenia. Rozstrzygnij, które z wypowiedzianych przez nich stwierdzeń są poprawne z punktu widzenia fizyki.

	Stwierdzenia	Poprawne?
1.	W pobliżu miejsca, w którym przeprowadzono doświadczenie musiało dojść do awarii elektrowni jądrowej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie
2.	Izotopy promieniotwórcze występują naturalnie w naszym otoczeniu.	<input checked="" type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Powinniśmy się niepokoić, bo żywność nie powinna emitować żadnego promieniowania.	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie
4.	Warto dokładniej przebadać zegarek, by sprawdzić, czy jego promieniowanie spełnia dopuszczalne normy.	<input checked="" type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

Komentarz

Licznik Geigera-Müllera jest urządzeniem służącym do detekcji promieniowania jądrowego: zarówno cząstek α , β jak i promieniowania γ . Wyżej wymienione rodzaje promieniowania wywołują jonizację gazu, wypełniającego licznik. Powstające w trakcie procesu jonizacji elektrony są następnie zbierane przez anodę i przetwarzane na impuls elektryczny. Taka konstrukcja urządzenia powoduje, że reaguje ono na każdy czynnik, który prowadzi do bezpośredniej jonizacji gazu, jak na przykład promieniowanie rentgenowskie czy promieniowanie UV.

Licznik Geigera-Müllera rejestruje zazwyczaj pewien minimalny poziom promieniowania, ze względu na fakt istnienia promieniotwórczości naturalnej oraz z powodu jego czułości na wysokoenergetyczne kwanty, pochodzące na przykład ze świetlówek czy innych urządzeń elektrycznych. Dlatego zawsze przed przystąpieniem do pomiarów określa się poziom wskazań licznika w danym pomieszczeniu, czyli tak zwane tło promieniowania. Badany przedmiot możemy uznać za promieniotwórczy jedynie wtedy, gdy powoduje on wzrost wskazań licznika powyżej ustalonego dla danego pomieszczenia tła.

Prezentowane zadanie dotyczy sytuacji w której na podstawie pomiarów dokonanych przy pomocy licznika Geigera-Müllera, uczeń ma rozstrzygnąć o prawdziwości stwierdzeń zestawionych w tabeli. Zgodnie z podanymi we wstępie informacjami, Michał zarejestrował pewien poziom promieniowania w pomieszczeniu oraz przy zbliżaniu sondy do różnych przedmiotów i kolegi. Jedynie w przypadku świecącego w ciemności zegarka wskazanie licznika było wyraźnie wyższe niż w przypadku pozostałych badanych przedmiotów. I tylko w tym przypadku można uznać sytuację za nietypową i będącą podstawą do jakichkolwiek obaw.

Zadanie było rozwiązywane w ramach badań pilotażowych przez grupę 226 uczniów ze szkół ponadgimnazjalnych. Ze względu na wynik uzyskany z całości testu, podzielono uczniów na sześć grup o różnych poziomach umiejętności. Dla wszystkich grup dwa pierwsze stwierdzenia okazały się dosyć łatwe do oceny. Pierwsze stwierdzenie poprawnie oceniło 83,6% badanych uczniów, odpowiadając przecząco na postawione pytanie. Fakt, że przedmioty wokół nas promieniują wcale nie oznacza, że musiało dojść do skażenia środowiska na skutek awarii elektrowni jądrowej. Prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest wyjątkowo niskie, zwłaszcza, że w Polsce nie posiadamy elektrowni jądrowych. Promieniowanie rejestrowane przez Michała powstaje w wyniku rozpadu naturalnych izotopów niestabilnych, znajdujących się w środowisku.

Stwierdzenie drugie poprawnie oceniło aż 86,7% uczniów, udzielając odpowiedzi twierdzącej. Nawet w najsłabszej grupie uczniów odsetek poprawnych odpowiedzi był dosyć wysoki i przekroczył 70% w przypadku pierwszego, a 82% w przypadku drugiego pytania. Nie wydaje się zatem, aby uczniowie mieli problemy ze zrozumieniem faktu, że otaczające nas przedmioty mogą być potencjalnym źródłem naturalnej promieniotwórczości. Większość uczniów nie wiąże również tego typu aktywności promieniotwórczej ze skażeniem środowiska na skutek awarii elektrowni jądrowych.

Nieco więcej trudności przysporzyły uczniom dwa kolejne stwierdzenia. W przypadku stwierdzenia trzeciego, prawidłowej odpowiedzi udzieliło 69% uczniów. W grupie uczniów najsłabszych odsetek prawidłowych odpowiedzi wyniósł 48,8%, co może wskazywać na fakt, że uczniowie wybierali odpowiedź losowo. Z pewnością znalezienie właściwej odpowiedzi na pytanie, czy żywność może emitować jakies promieniowanie okazało się zadaniem niebagatelnym. Przywykliśmy bowiem sądzić, że w produktach spożywczych nie zachodzą

procesy prowadzące do emisji promieniowania jądrowego. Należy jednak uświadomić sobie, że produkty te są substancjami organicznymi. Wszystkie substancje organiczne zawierają w swoim składzie węgiel, który oprócz dwóch izotopów stabilnych posiada również izotop niestabilny, pobierany ze środowiska i asymilowany w tkankach w trakcie życia organizmu. Również niektóre mikroelementy niezbędne do prawidłowego funkcjonowania żywych organizmów posiadają niestabilne izotopy, nierozróżnialne pod względem właściwości chemicznych od izotopów stabilnych. Zarówno w trakcie życia jak i po śmierci organizmu, izotopy te rozpadają się, emitując promieniowanie jądrowe, co nie jest żadnym powodem do niepokoju.

Podobne wyniki jak w przypadku stwierdzenia trzeciego uzyskano dla ostatniego ze stwierdzeń. Prawidłowo oceniło je 70,8% uczniów, przy czym w grupie osób najsłabszych odsetek poprawnych odpowiedzi wyniósł 48,8%. Zapewne problem z oceną prawdziwości czwartego stwierdzenia wynikał z faktu, że dotyczyło on „zegarka świecącego w ciemności”, a więc emitującego światło widzialne. Światło takie samo w sobie nie stanowi żadnego zagrożenia dla człowieka, jednak w treści zadania jest podana informacja, że wskazanie licznika bardzo wzrosło po zbliżeniu sondy do zegarka.

Trudno przypisać nagły wzrost sygnału jedynie emisji światła widzialnego, do tego niezbyt intensywne w porównaniu ze światłem słonecznym lub pochodzącym ze źródeł sztucznych. Raczej należy się spodziewać, że fosforescencji zegarka towarzyszy jeszcze jakies inne zjawisko, prowadzące do wzrostu wskazań licznika. Bez dodatkowych informacji trudno wnioskować o naturze tego zjawiska i dlatego warto zbadać zegarek dokładniej, aby się upewnić, czy nie stanowi zagrożenia dla osoby, która go używa.

Ze względu na strukturę zadania, uznano je za rozwiązane poprawnie, gdy uczeń udzielił prawidłowo-

wych odpowiedzi na wszystkie cztery pytania. Zadanie poprawnie rozwiązało 44,7% badanych osób, przy czym istnieje wyraźna korelacja pomiędzy wysokim wynikiem ucznia w teście a prawdopodobieństwem poprawnego rozwiązania całości zadania (zadanie dobrze różnicuje uczniów). Dlatego opisane zadanie można wykorzystać jako element sprawdzianu pisemnego. Jednak znacznie lepiej sprawdzi się ono jako zadanie wprowadzające do lekcji poświęconej promieniowaniu jądrowemu oraz jego właściwościom - dla niektórych uczniów stwierdzenie, że każdy przedmiot emituje promieniowanie jądrowe może być zaskakujące. Zadanie to można również wkomponować w lekcję związaną z energią jądrową jako potencjalnym źródłem skażenia środowiska lub też wykorzystać przy okazji omawiania budowy i działania detektorów promieniowania jonizującego.

Zadanie można wykorzystać do realizacji zapisów podstawy programowej fizyki na IV etapie edukacyjnym w zakresie podstawowym:

Wymagania ogólne:

II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymagania szczegółowe:

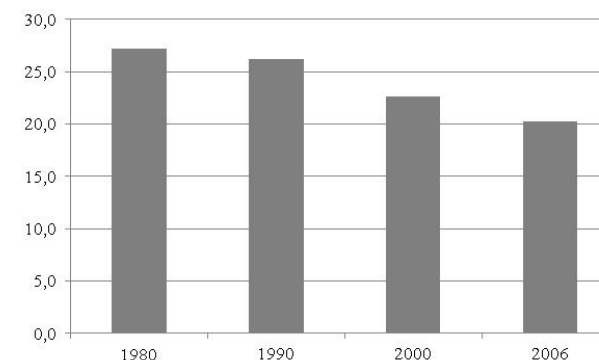
Uczeń:

- 3.6. opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego;
- 3.7. wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na materię (...).

Geografia – Gołdap

Zadanie

Adam chciał dojechać na wakacje pociągiem do Gołdapi, ale okazało się, że linia do tej miejscowości w województwie warmińsko-mazurskim została zawieszona. To sprawiło, że Adam zainteresował się siecią kolejową w Polsce. Znalazł takie dane:

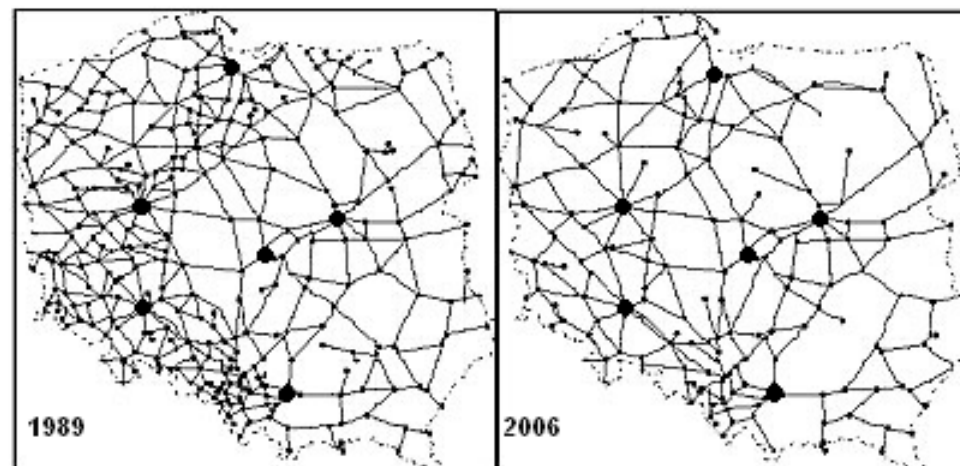


Długość linii kolejowych w Polsce w latach 1980–2006 w tys. km

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Pasażerskie linie kolejowe Polski w roku 1989 i 2006

Źródło: „Kilka uwag na temat linii pasażerskich w Polsce w latach 1989-2006” Prace Komisji Komunikacji PTG 2007, t. XIV



Na podstawie powyższych materiałów ocen prawdziwość poczynionych przez Adama spostrzeżeń:

	Stwierdzenia	Prawda czy fałsz?
1.	Długość linii kolejowych w Polsce w latach 1980–2006 zmalała.	<input checked="" type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2.	W latach 1980–2006 linie łączące największe ośrodki miejskie były likwidowane.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input checked="" type="checkbox"/> Fałsz
3.	W 1980 roku gęstość sieci kolejowej obszarów, które dawniej znajdowały się pod zaborem pruskim, była większa niż w tych rejonach, które znajdowały się pod zaborem rosyjskim.	<input checked="" type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz

Komentarz

Na podstawie informacji odczytanych z wykresu i dwóch map uczeń ma za zadanie wyciągnąć wnioski na temat zmian sieci kolejowej w Polsce. Powinien zauważyć różnice dotyczące długości i gęstości sieci kolejowej, możliwości przejazdu między miastami oraz wpływy historyczne na dzisiejszy stan sieci kolejowej Polski. Zadanie umożliwia sprawdzenie poziomu opanowania umiejętności geograficznych – wnioskowania na podstawie map i danych zawartych na wykresach. Atutem zadania jest to, że sprawdza nie tylko rozumienie zjawisk przestrzennych, ale też zmian zachodzących w czasie.

W pierwszym wierszu uczeń powinien odpowiedzieć na podstawie map i wykresu, czy w wybranych latach długość linii kolejowej w Polsce zmalała. Większość uczniów powinna sobie poradzić z tą częścią zadania, ponieważ odpowiedź można uzyskać z obu źródeł niezależnie.

W kolejnym wierszu uczeń powinien wybrać mapy jako źródło informacji. Na ich podstawie możliwe jest wywnioskowanie, czy w Polsce w latach 1989–2009 były likwidowane linie kolejowe między oznaczonymi na obu mapach głównymi ośrodkami miejskimi. Na mapach nie rozróżniono ważniejszych i mniej ważnych linii kolejowych. Uczeń powinien wiedzieć o tym zróżnicowaniu i potraktować załączone mapy jako uogólniony obraz sieci kolejowej. Nie będzie wówczas dokonywał analizy funkcji każdego pokazanego odcinka linii kolejowej. Uczeń, który niepotrzebnie dokona takiej analizy i zauważy np. zlikwidowany odcinek linii kolejowej między Poznaniem a Gdańskiem może na podstawie jednego szczegółu wysnuć błędny wniosek i źle odpowiedzieć na tę część pytania.

W ostatnim wierszu uczeń pytany jest o różnice w gęstości sieci kolejowej będące konsekwencją przyna-

leżności obszaru Polski do różnych zaborów. Obszary, które znajdowały się pod zaborem pruskim w dużym stopniu przewyższały gospodarczo obszary zaboru rosyjskiego. Jednym z przejawów tej dominacji była gęsta sieć drogowa oraz kolejowa terenów zaboru pruskiego.

Aby wykonać to polecenie uczeń musi znać przybliżone zasięgi zaborów pruskiego i rosyjskiego. Być może na lekcjach historii lub geografii poznał różnice w sposobach gospodarowania zaborców na okupowanych ziemiach. Mapy sieci kolejowej umożliwiają dostrzeżenie tego zróżnicowania.

Jeśli uczeń nie pamięta, które części współczesnej Polski były w granicach każdego z zaborów, może sobie pomóc, wnioskując, iż np. Niemcy (a dawniej Prusy), leżą na zachód od Polski, więc zabór ten obejmował najprawdopodobniej zachodnią część Polski. Ten wiersz wydaje się najtrudniejszy i prawdopodobnie sprawi największe problemy uczniom, ponieważ wymaga łączenia wiedzy objętej różnymi przedmiotami szkolnymi.

Jest to zadanie praktyczne, pokazujące wpływ zmian w transporcie na życie mieszkańca kraju. Rozwiązanie zadania wymaga umiejętności analizy dostępnych źródeł i określania tendencji zmian.

Zadanie można wykorzystać do kształtowania bądź diagnozy umiejętności opisanych podstawą programową geografii dla III etapu edukacyjnego:

Wymagania ogólne:

- 2.2. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów. Uczeń identyfikuje związki i zależności w środowisku przyrodniczym, gospodarce i życiu społecznym w różnych skalach przestrzennych (lokalnej, regionalnej, krajowej, globalnej).
- 3.1. Stosowanie wiedzy i umiejętności geograficznych w praktyce. Uczeń wykorzystuje wiedzę i umiejętności geograficzne w celu lepszego rozumienia współczesnego świata i swojego w nim miejsca.

Wymagania szczegółowe

- 6.7. Wybrane zagadnienia geografii gospodarczej Polski. Uczeń opisuje na podstawie map i wyjaśnia zróżnicowanie gęstości i jakości sieci transportowej w Polsce i wykazuje jej wpływ na rozwój innych dziedzin działalności gospodarczej

Sprawdź inne zadania z komentarzami
Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE
w Bazie Narzędzi Dydaktycznych

bnd.ibe.edu.pl



*Baza narzędzi
dydaktycznych*



Recenzja książki

Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności. Podręcznik akademicki

Wiesław Stawiński

Podręcznik *Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności* ukazał się z końcem 2011 r. Nie było jednak o nim dotychczas informacji w tym czasopiśmie.

Autorzy (M. Obrębska, K. Potyrała, A. Stankiewicz, W. Stawiński, A. Walosik) tego podręcznika, będącego pracą zbiorową, doszli do przekonania o potrzebie przedstawienia studentom i nauczycielom swego przyrodniczego przedmiotowo-dydaktycznego stanowiska wobec współczesnych problemów społecznych, ekonomicznych i środowiskowych oraz - często sprzecznych - ogólnopedagogicznych i ogólnodydaktycznych paradygmatów, teorii i propozycji praktycznych rozwiązań. Wskazują więc na konieczność głębszego rzeczowego a zarazem krytycznego analizowania oficjalnych raportów i prognoz dotyczących stanu środowiska przyrodniczego, gospodarki czy oświaty. Tylko bowiem w ten sposób można doprowadzić kształconą i kształcąca się młodzież do zrozumienia olbrzymiej złożoności czynników wpływających - pozytywnie lub negatywnie - na rozwój przyrody i społeczeństw świata oraz na możliwość osiągnięcia zrównoważonego rozwoju.

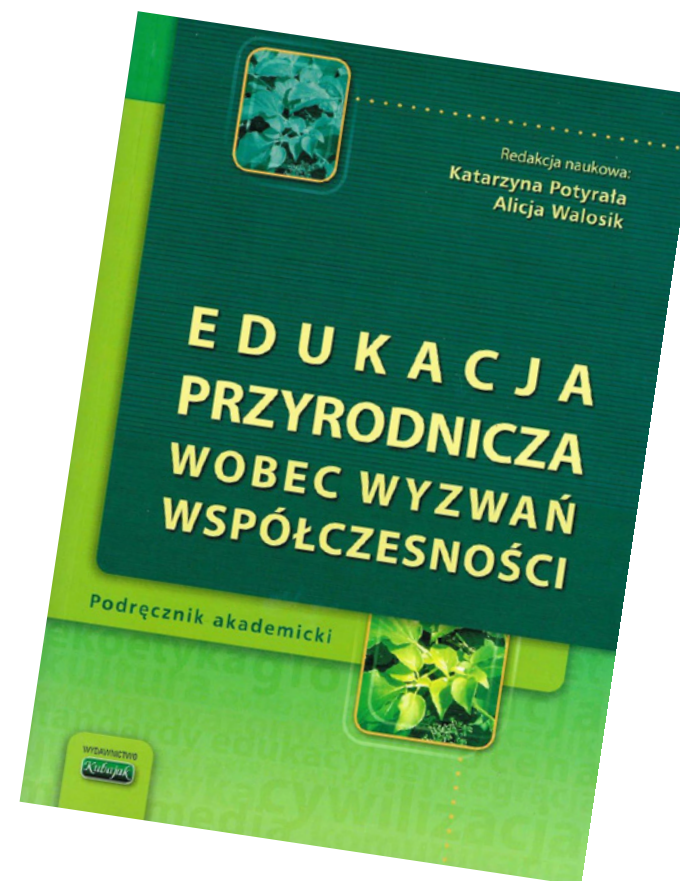
Treść książki ujęto w 17 rozdziałach o podobnej strukturze. W większości z nich uwzględniono bowiem: krótkie wprowadzenie, słowa kluczowe, pytania problemowe, podstawowy tekst i zadania. Przedstawiono w niej możliwości i sposoby racjonalnego unowocześnienia nauczania przyrody, biologii i ochrony przyrody oraz jego dostosowania do współczesnych potrzeb i zadań. Silnie podkreślono znaczenie właściwego dy-

Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności. Podręcznik akademicki, Katarzyna Potyrała, Alicja Walosik (red.), „Kubajak”, Krzeszowice 2011, s. 312.

daktycznego wykorzystania mediów i Internetu a także rozsądnego respektowania obowiązujących standardów edukacyjnych na wszystkich etapach procesu kształcenia przyrodniczego. Formułowane sądy, uogólnienia i wskazówki starano się opierać na wynikach badań poświęconych danym problemom.

Za istotną nowatorską cechą podręcznika uważają autorzy dążenie do ukazywania międzyprzedmiotowych powiązań procesu kształcenia nauczycieli przyrody i biologii oraz nauczania i uczenia się uczniów.

Zamieszczone w podręczniku przykłady praktycznych rozwiązań dydaktycznych mogą być wykorzystane przez studentów i nauczycieli do pogłębionej analizy



własnej pracy dydaktyczno-wychowawczej, integracji wiedzy zgodnie ze standardami kształcenia nauczycieli przyrody, biologii i ochrony środowiska. Mogą też służyć jako wprowadzenie do podejmowania racjonalnych innowacji.

Podręcznik *Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności* adresowany jest do studentów szkół wyższych, uniwersytetów kształcących nauczycieli biologii i ochrony środowiska, nauczycieli uczących na różnych poziomach kształcenia, doradców metodycznych i pracowników ośrodków metodycznych oraz innych placówek oświatowych.

Dydaktyka..., ale jaka?

W Gdańsku o dydaktyce akademickiej

Eliza Rybska

Kursy zgrywalizowane, gamifikacja w nauczaniu, nowatorskie strategie przekazywania informacji. To tylko niektóre ciekawe rozwiązania, którymi dzielili się uczestnicy konferencji „Dydaktyka akademicka: tradycja i nowoczesność”. Odbyła się ona 28 marca 2014 r. na Wydziale Biologii Uniwersytetu Gdańskiego. W przeciwieństwie do tradycyjnych konferencji naukowych wyniki badań prezentowano na niej w minimalnym zakresie. Przede wszystkim chodziło bowiem o wymianę doświadczeń i pomysłów dotyczących metod i jakości kształcenia na uczelniach wyższych.

Pierwsza sesja wykładowa skupiona była wokół możliwości wykorzystania mechanizmów z gier w procesie edukacyjnym. W pierwszym z wykładów sesji dr inż. Jan Zych z Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu przedstawił argumenty wyrastające z teorii pedagogicznych, które wspierają kształtowanie kompetencji w oparciu o gry. Szkoda, że nie zostało czasu na zaprezentowanie gry opracowanej w zespole dr. Zycha. Kolejny wykład prezentował doświadczenia 3 nauczycieli akademickich dotyczące kursów zgrywalizowanych. Zgrywalizowanie z jednej strony wydaje się słusznym kierunkiem, w jakim może zmierzać prowadzenie zajęć, aczkolwiek, jak zaznaczył sam prowadzący, nie można zakładać, że każdy prowadzący będzie się czuł dobrze prosząc swoich studentów, by wcielili się w elfy. Oczywiście w zgrywalizowaniu nie chodzi o wcielanie się w awatary, to jedna z opcji. W głównej mierze zaprezentowane przykłady dotyczyły jednak wykorzystania gamifikacji w ocenianiu za obecność, aktywność,



Uczestnicy konferencji „Dydaktyka akademicka: tradycja i nowoczesność” (Gdańsk, 2014)

Fot.: strona konferencji <http://www.kdwb.ug.edu.pl>

systematyczność, zaangażowanie itd. Gamifikacja pobudza motywację do udziału w zajęciach, zauważalny jest wymierny wpływ zajęć na zaliczenie, daje poczucie autonomii i... punkty zamiast ocen, które pozwalają sprawiedliwie oceniać wysiłek studenta, bo jak się wydaje skala 3-4-5 nie daje prawdziwej/sprawiedliwej oceny pracy studenta. Wystąpienie 3 prelegentów podczas jednego wykładu było swoistym tercetem ukazującym przy okazji możliwości współczesnych multimediów. Dr Michał Mochocki z UKW w Bydgoszczy w sposób najbardziej tradycyjny opowiadał o tym, jak wprowadził gamifikację w celu motywowania studentów do pracy na zajęciach z praktycznej nauki języka angielskiego. Przedstawił on również ciekawą formę motywacji studentów, którzy mają najczęściej problem z systematyczną pracą pokazując dwie możliwości wyboru: „half-educated morons” – jako zapuszczeni byli bohaterowie, zmęczeni życiem, swoim ciałem, niechętni do podejmowania trudu systematycznej pracy,

oraz „superheros”, którym taka praca nie jest straszna. Przy okazji warto wspomnieć, że dr Michał Mochocki w czerwcu 2012 roku otrzymał Medal Komisji Edukacji Narodowej w uznaniu zasług edukacyjnych i organizacyjnych w dziedzinie gier fabularnych i rekonstrukcji historycznych. Mgr Mikołaj Sobociński zaprezentował swoje doświadczenia z gamifikacją kursów, a wykorzystał do prezentacji program Prezi, dodając swój komentarz. Swoją drogą trzeba mieć nie lada talent dydaktyczny, żeby używając jedynie modulacji swojego głosu i prezentacji skupić uwagę odbiorców, a ta sztuka udało się Panu Sobocińskiemu – gratuluję! Trzeci prelegent, dr hab. Mikołaj Morzy z Politechniki Poznańskiej zaprezentował swój wykład również dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii – łączyliśmy się z nim w trybie wideokonferencji za pomocą iTeamViewer.

Po przerwie kawowej nadszedł czas na tajemnicze IDEATORIUM, które nawiązywało formą do idei „elevator speech”. Nie lada sztuką jest zaprezentowanie

swoich dokonań w przeciągu trzech minut. Do tego według pomysłu dr Jana Zycha prelegenci mieli dodatkowe drobne „przerywniki” wylosowane z puli ogólnych takich jak: telefon od przełożonego, problemy techniczne, brak łączności z komputerem czy prośba o podanie argumentu przemawiającego za zastosowaniem przedstawionej idei. Zaprezentowanych zostało 13 pomysłów na prowadzenie zajęć. Wśród tych, które zwróciły moją szczególną uwagę było wystąpienie Pani mgr Katarzyny Grzesiak (UKW w Bydgoszczy) o zajęciach „outside the box”, czyli lekcji ogarniania chaosu, których pomysł zaczerpnięty został z zajęć prowadzonych na jednym z uniwersytetów w Finlandii. Ciekawym pomysłem było również zachęcenie studentów do czytania poprzez egzaminowanie ich z lektur, które sami zaproponowali, mówił o tym dr Tomasz Kamiński z Uniwersytetu Łódzkiego. Wszyscy prelegenci biorący udział w IDEATORIUM otrzymali niezapomniany i wymowny upominek w postaci żarówki podpisanej „Ideator 2014”. Żarówka była na tyle wdzięczna, że wielu spośród słuchaczy zapragnęło wziąć udział w takowym za rok.

Panel „Debaty” obejmował dwa tematy. Pierwszy dotyczył pytań do eksperta, dr. hab. Macieja Barczewskiego (Uniwersytet Gdański) związanych z zagadnieniem praw autorskich w kontekście dydaktyki akademickiej. Zaskakujące dla wielu uczestników tej debaty było to, że uczelnia ma prawo pierwszeństwa druku każdej pracy dyplomowej przez okres 6 miesięcy od obrony. Druga debata dotyczyła sposobów egzaminowania i swoistej „testomanii” panującej na uczelniach. Inspirującym zagadnieniem były „open books exams”, które polegają na umożliwieniu studentom korzystania ze źródeł wiedzy takich jak np. podręczniki podczas egzaminu, jednakże wykładowcy podkreślali, że często egzaminy te nie dają oczekiwanych rezultatów. Zwłaszcza zawiedzeni są studenci, którzy myślą, że mając „zewnątrzne źródła informacji” nie muszą się uczyć, i do-

znają frustracji, gdy brakuje im czasu na rozwiązanie większości zadań. Pomysłem, którym można tu wprowadzić, jest przygotowanie dla nich próbnego egzaminu w takiej samej formule.

Druga i ostatnia sesja wykładowa składała się z dwóch wystąpień. Najpierw moja skromna osoba (Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu) przedstawiła problemy związane z prowadzeniem dialogów, a zwłaszcza zadawaniem pytań na zajęciach w kontekście dwóch metod nauczania – metody „Questioning the author” i metody nauczania z zastosowaniem strategii kształcenia wyprzedzającego.

Niewątpliwie jednym z najbardziej inspirujących wykładów był ten przygotowany przez organizatorów konferencji – dr. hab. prof. UG Joannę Mytnik-Ejsmont i dr. Wojciecha Glaca nt. stosowanych przez nich metod i trików w zakresie aktywizacji studentów podczas prowadzonych przez nich wykładów kursowych. Oprócz bardziej znanych trików jak opowiadanie historii, tworzenie rebusów, map skojarzeń czy wykrywanie błędów prowadzącego (pod hasłem „złap mnie, jeśli potrafisz”) pojawiały się te mniej znane. Wśród warto wymienić zastosowanie elementów gry miejskiej czy wręcz teatr, kiedy to Pani Profesor wciela się w postać Linneusza i w pierwszej osobie opowiada o tym „czego dokonałem”. Innym pomysłem jest przerywnik: „kółko i krzyżyk”, który pozwala na odpytanie studentów z treści wykładu poprzez wciągnięcie ich w tę znaną wszystkim zabawę. Odbywa się to mniej więcej w ten sposób, że po podziale słuchaczy na dwie grupy, a pola na tablicy na 9 okienek, prowadzący zadaje pytanie dotyczące treści wykładu, jeśli grupa odpowie na nie, wybiera pole, na którym prowadzący wstawia odpowiedni znak – kółko lub krzyżyk.

Warto podkreślić, że spotkaniom towarzyszyła również sesja posterowa. Postery wyróżniały się swoją różnorodnością, co w przypadku biologii ma nie-

wątpliwie swoją zaletę. Były tam przykłady omawiające wprowadzenie strategii problemowej do weryfikacji alternatywnych koncepcji, takie, które omawiały znaną w literaturze anglojęzycznej metodę „reversed classroom”, czy propozycje wykorzystania gry karcianej w procesie edukacyjnym. Łącznie zaprezentowanych zostało 28 posterów.

W Konferencji wzięło udział 200 uczestników z 39 uczelni w Polsce. Konferencja ma:

- swój profil na facebooku: <https://www.facebook.com/KonferencjaDydaktyczna?fref=ts>
- oraz swoją stronę internetową: <http://www.kdwb.ug.edu.pl>.

Wszystkie wystąpienie były nagrywane, więc już niedługo będzie można je obejrzeć i ponownie skonfrontować swoje przemyślenia z wystąpieniami prelegentów.

Niewątpliwie konferencje takie, jak ta w Gdańsku, są istotnym elementem pracy każdej osoby zatrudnionej na uczelni wyższej. Nie bez przyczyny nosi ona nazwę uczelni.

Nowości ze świata nauki

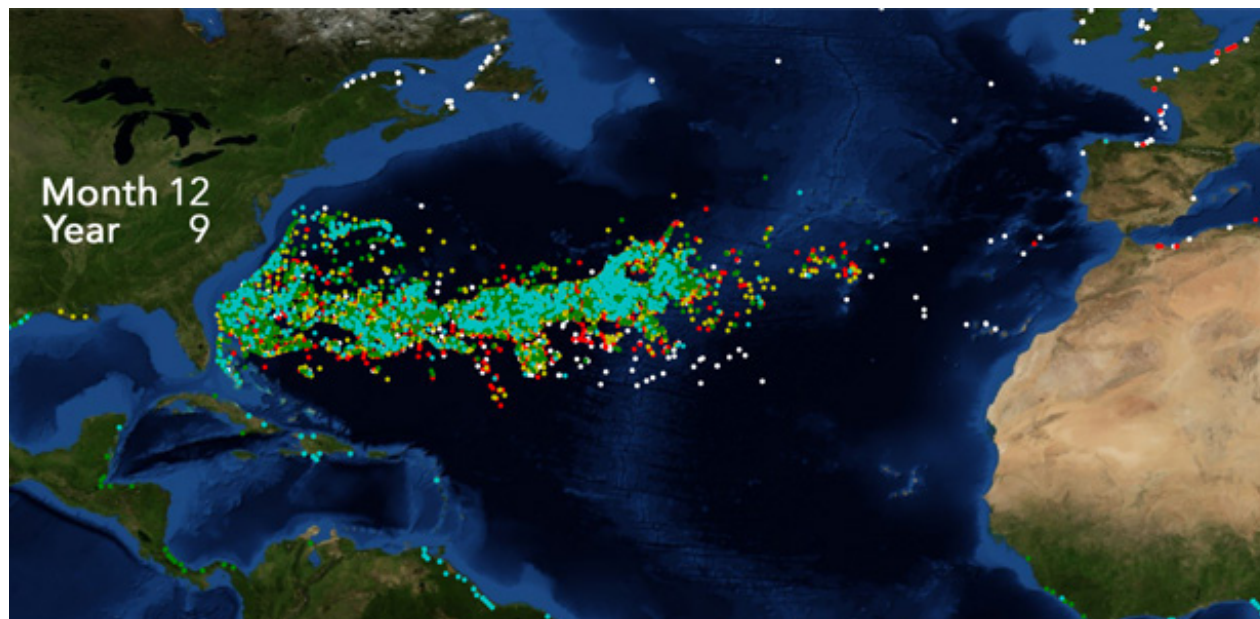
Depeşe przygotowali
Małgorzata Musialik
i Marcin Chrzanowski
z Pracowni Przedmiotów
Przyrodniczych IBE

Francuska ekspedycja na „Kontynent Śmieci”

Francuscy naukowcy pod kierunkiem Patricka Deixonne popłynęli na północny Atlantyk, żeby zbadać gigantyczną „plamę” plastikowych odpadów unoszących się na powierzchni oceanu nazywaną „siódmym kontynentem”.

W dniach 5–25 maja 2014 r. grupa badaczy wyruszyła z portu w Tuluzie na katamaranie *Élan*, aby zbadać duże, dryfujące skupisko śmieci i plastikowych odpadów znajdujące się na Północnym Atlantyku – tzw. Północnoatlantycką Plamę Śmieci (ang. *North Atlantic Garbage Patch*). Wyprawę zorganizował francuski instytut oceanologiczny IFREMER przy pomocy Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) oraz Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Celem wyprawy jest zbadanie prądów oceanicznych (Prądu Północnoatlantyckiego oraz lokalnych wirów), odpowiedzialnych za akumulację milionów plastikowych obiektów unoszących się na i pod powierzchnią oceanu, ustalenie współrzędnych geograficznych obszarów pokrytych śmieciami, a także podniesienie świadomości społecznej na temat istnienia „siódmego kontynentu” w tym rejonie świata.

Do pomiarów parametrów wody (m.in. temperatury, zasolenia, nasycenia związkami chemicznymi) zabrano boję zbudowaną w l'École d'Ingenieur ICAM (L'Institut Catholique d'Arts et Métiers Paris). To już trzecia wyprawa na „kontynenty śmieci” dowodzona przez Patricka Deixonne – w roku 2012 i 2013 jego grupa udała



Ryc. 1. Symulacja przedstawiająca obszary na powierzchni Północnego Atlantyku pokryte odpadami z tworzyw sztucznych

Źródło: <http://static.latercera.com/20140430/1935538.jpg>.

się na północną część Oceanu Spokojnego, aby zbadać Wielką Pacyficzną Plamę Śmieci (ang. *Great Pacific Garbage Patch* lub *Pacific Ocean Trash Vortex*) rozciągającą się między Kalifornią i Hawajami.

Dane zebrane podczas wyprawy zostaną przekazane do laboratorium Mercator Océan w Ramonville Saint Agne koło Tuluzy. Specjaliści z Mercator Océan, pod

kierunkiem szefa projektu Fabrice Messala, zajmują się tam tworzeniem numerycznych modeli oceanu na podstawie danych satelitarnych obejmujących ruchy prądów morskich, zasolenie i temperaturę wód oceanicznych. Do stworzonego przez nich modelu Oceanu Atlantyckiego zostaną teraz wprowadzone dane o ilości śmieci dryfujących po jego powierzchni. Dzięki temu

możliwe będzie prześledzenie trasy, jaką poruszają się odpady i określenie, w których miejscach gromadzi się ich najwięcej.

Badania Wielkiej Pacyficznej Plamy Śmieci wykazały, że jest ona dziesięciokrotnie większa od terytorium Polski i waży około 3,5 miliona ton. Ponad 90% masy śmieci stanowią odpady z tworzyw sztucznych. Szacuje się, że 378,000 ton tych odpadów pochodzi z opakowań po napojach. Większość plastiku wchodzącego w skład Pacyficznej Plamy Śmieci to tworzywa biodegradowalne, które rozpadają się na plastikowe drobinki, tworząc gęstą zawiesinę na powierzchni oceanu. Zawiesina ta stanowi śmiertelne zagrożenie dla ptaków, ryb i wszelkich organizmów morskich – blokuje im przewody pokarmowe powodując śmierć. Rocznie ginie w ten sposób około miliona ptaków oraz 100 tys. morskich ssaków. Pomiar plamy śmieci prowadzone na Północnym Atlantyku przez zespół dr Karen Lavender Law z prywatnej organizacji edukacyjnej Sea Education Association (SEA) wykazały, że zawiesina plastiku i innych odpadów jest dość podobna w składzie do plamy pacyficznej i rozciąga się na obszarze około 1600 km². Przestrzeń ta powiększa się jeszcze bardziej, gdy występuje zjawisko El Niño (dane z National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA). Badania ekipy Deixonne powinny dostarczyć cennych informacji na temat rzeczywistych rozmiarów tego obszaru i zagęszczenia plastikowych zanieczyszczeń w przeliczeniu na kilometr kwadratowy.

„80% odpadów znajdujących w oceanie pochodzi z lądu, ważne jest, aby uświadamiać młodym ludziom istnienie takiego problemu” – mówi Patrick Deixonne. Badacz ma nadzieję, że do roku 2017 uda mu się opracować mapę obszarów zajmowanych przez „kontynenty śmieci” na wszystkich oceanach świata.

Wart uwagi jest projekt edukacyjny CNES pod nazwą *Argonautica*, który uczy młodych ludzi kwestii związanych z ochroną środowiska wykorzystując w tym celu analizę danych satelitarnych dla oceanów. Nauczyciele, uczniowie i specjaliści spotykają się na stronie www.cnes.fr i wspólnie śledzą trasy dryfujących boi lub zwierząt wodnych wyposażonych w nadajniki.

Małgorzata Musialik, PPP IBE



Ryc. 2. Śmieci dryfujące po Oceanie Atlantyckim

Źródło: http://i.telegraph.co.uk/multimedia/archive/01700/rubbish_1700110c.jpg

Literatura

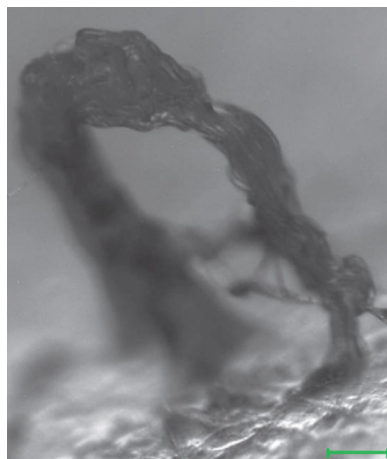
- <http://www.septiemecontinent.fr/expedition-atlantique-nord-mai-2014/>
- <http://www.metronews.fr/toulouse/des-toulousains-a-la-decouverte-du-7eme-continent/mndh!ARjlsSNx2HmJM/>
- <http://www.septiemecontinent.com/#!page3/cee5>
- <http://www.mercator-ocean.fr/eng/actualites-agenda/News/actualite-Discovering-the-seventh-continent-new-attempt>
- <http://www.rp.pl/artukul/62966,1102483-Plastikowe-odpady-na-Atlantyku.html>
- <http://www.container-recycling.org/assets/pdfs/reports/2008-scorecard.pdf>
- <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8534052.stm>

Wieża z nicieni

2 marca bieżącego roku w czasopiśmie *Nature Chemical Biology* ukazał się artykuł dotyczący mikroarchitektów świata zwierzęcego – larw *Pristionchus pacificus* budujących kolektywnie wieże przekraczające swoją długością nawet 20–30 razy długość ciała pojedynczego osobnika [1]. Naukowcom udało się wyizolować substancję odpowiedzialną za sklejanie się pojedynczych osobników w procesie tworzenia struktury.

Nicienie *Pristionchus pacificus*, zanim osiągną dojrzałość płciową, przechodzą przez cztery stadia larwalne. W przypadku gdy warunki środowiska są niesprzyjające, na przykład gdy panuje zbyt wysoka temperatura lub brakuje pożywienia, wolno żyjące nicienie wchodzą w drugi etap rozwoju larwalnego stając się larwą typu *dauer* o charakterze przetrwalnym. W tym stanie nicieni może pozostawać całymi miesiącami nie odżywiając się. W przetrwaniu trudnych warunków pomaga im wydzielina komórkowa pokrywająca powierzchnię ciała zwierzęcia i blokująca wymianę substancji chemicznych ze środowiskiem zewnętrznym, przede wszystkim chroniąc nicienia przed odwodnieniem.

P. pacificus jest nekrofagiem – żeruje na martwych owadach. Odnajduje żywego owada, przytwierdza się do niego, czeka na jego naturalną śmierć, a następnie żeruje, co warunkuje jego przejście do stadium imago. W przypadku larwy *P. pacificus* mierzącej zaledwie 5µm długości dostanie się do organizmu żywego owada nie jest łatwe. W procesie ewolucji nicienie wykształciły ciekawy mechanizm polegający na budowaniu struktur przypominających kołyszające się wieże (ryc. 1, ryc. 2 i ryc. 3). Kołysanie się ma na celu zainteresowanie owada i zbliżenie się go do wieży.



Ryc. 1. „Zgięta” wieża złożona z około 500 osobników
Zielony pasek u dołu rysunku oznacza długość 250 µm [1].

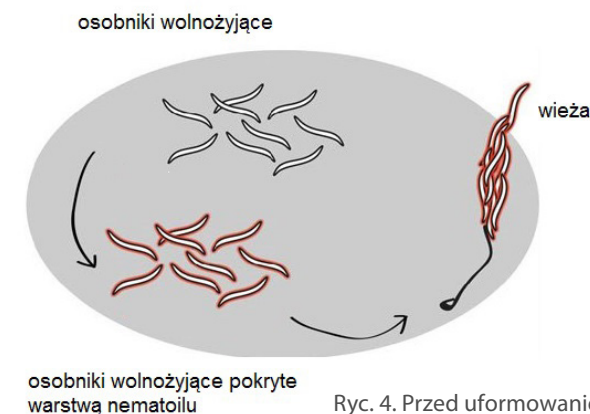


Ryc. 2. Wieża złożona z kilkudziesięciu osobników
Czarną strzałką oznaczono owocnik grzyba, na którym stoi wieża, czerwoną – pojedynczą larwę Dauer [1].



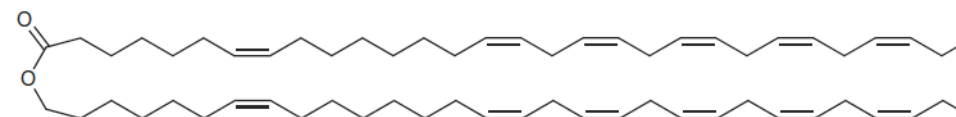
Ryc. 3. Wieża po 10 minutach przebywania w wodzie z dodatkiem detergentu [1]

Wieże budowane przez *P. Pacificus* odznaczają się dużą stabilnością – na żelu agarozowym pozostawały nie naruszone nawet 72 godziny i nie rozpadały się, gdy poddawano je mechanicznemu działaniu platynowego pręcika. Aby wydzielić z wieży pojedyncze larwy, konieczne było zastosowanie detergentu lub rozpuszczalnika, np. heksanu (ryc. 3). Okazało się też, że duża stabilność takiej wieży jest charakterystyczna dla całego rodzaju, do którego należy *P. pacificus*. Inne rodzaje nicieni, przykładowo larwy *Caenorhabditis elegans*, również sporadycznie tworzą podobne wieże, ale są one niestabilne i łatwo rozpadają się pod wpływem bodźców mechanicznych.



Ryc. 4. Przed uformowaniem wieży larwy dauer pokrywają się warstwą nematoilu [5]

Ryc. 5. wzór uproszczony cząsteczki nematoilu [1]



Autorom publikacji udało się wyizolować i zbadać substancję odpowiedzialną za formowanie wież przez larwy *P. pacificus* (ryc. 4). Wosk ten, wyizolowany w miligramowych ilościach nazwano nematoilem (ryc. 5).

Nematoil należy do grupy wosków i ma jedną z najdłuższych cząsteczek w tej grupie związków chemicznych, występujących w świecie ożywionym. Autorzy publikacji piszą, że dłuższą cząsteczkę ma tylko jeden ze składników wosku Carnauba, którego łańcuchy alifatyczne zawierają 60 atomów węgla. Warto zwrócić uwagę na dużą liczbę wiązań podwójnych w strukturze nematoilu. Dzięki 12 wiązaniom C=C substancja pozostaje płynna w temperaturze pokojowej i nie utrudnia ruchu larwom, stąd kołysanie się wieży, przywabiające owady.

Na stronie [2] można obejrzeć film przedstawiający kołyszącą się wieżę złożoną z larw typu dauer *P. pacificus*. Podobne zachowania wykształcone przez inne gatunki nicieni oraz opisy innych ciekawych przykładów mechanizmów ewolucyjnych można znaleźć w [2] i [3].

Literatura

- [1] Sider Penkov, Akira Ogawa, Ulrike Schmidt, Dhananjay Tate, Vyacheslav Zagoriy, Sebastian Boland, Margit Gruner, Daniela Vorkel, Jean-Marc Verbavatz, Ralf J Sommer, Hans-Joachim Knölker, Teymuraz V. Kurzchalia, *A wax ester promotes collective host finding in the nematode *Pristionchus pacificus**, Nature Chemical Biology, Published online 02 March 2014, doi:10.1038/nchembio.1460
- [2] http://www.nature.com/nchembio/journal/vaop/ncurrent/fig_tab/nchembio.1460_SV1.html
- [3] Paulina Kramarz, *Nicienie entomopatogeniczne stosowane do ochrony upraw*, Przyroda Bez Tajemnic, BIOSKOP 04/04, <http://www.eko.uj.edu.pl/kramarz/files/Bioskop.pdf>
- [4] <http://www.wormatlas.org/dauer/behavior/mainframe.htm>
- [5] http://www.rsc.org/chemistryworld/sites/default/files/upload/wax-ester-host-finding_nchembio-GA_630m.jpg, zmodyfikowany

Biologia – wypadek z mutagenem

Zadanie

Pracownik laboratorium chemicznego przypadkiem oblał się niewielką ilością silnego środka mutagennego. Substancję natychmiast usunięto z jego skóry i ubrania zgodnie z obowiązującymi w laboratorium procedurami.

Określ, które z poniższych zdarzeń są możliwe.

	Zdarzenie	Czy jest to możliwe?
1.	Wypadek nie będzie miał wpływu na zdrowie pracownika.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
2.	Wypadek spowoduje u pracownika chorobę nowotworową.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
3.	Wypadek sprawi, że pracownik zachoruje na hemofilię.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe

Zadanie

Pracownik laboratorium chemicznego przypadkiem oblał się niewielką ilością silnego środka mutagennego. Substancję natychmiast usunięto z jego skóry i ubrania zgodnie z obowiązującymi w laboratorium procedurami.

Określ, które z poniższych zdarzeń są możliwe.

	Zdarzenie	Czy jest to możliwe?
1.	Wypadek nie będzie miał wpływu na zdrowie pracownika.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
2.	Wypadek spowoduje u pracownika chorobę nowotworową.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
3.	Wypadek sprawi, że pracownik zachoruje na hemofilię.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe

Zadanie

Pracownik laboratorium chemicznego przypadkiem oblał się niewielką ilością silnego środka mutagennego. Substancję natychmiast usunięto z jego skóry i ubrania zgodnie z obowiązującymi w laboratorium procedurami.

Określ, które z poniższych zdarzeń są możliwe.

	Zdarzenie	Czy jest to możliwe?
1.	Wypadek nie będzie miał wpływu na zdrowie pracownika.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
2.	Wypadek spowoduje u pracownika chorobę nowotworową.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
3.	Wypadek sprawi, że pracownik zachoruje na hemofilię.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe

Zadanie

Pracownik laboratorium chemicznego przypadkiem oblał się niewielką ilością silnego środka mutagennego. Substancję natychmiast usunięto z jego skóry i ubrania zgodnie z obowiązującymi w laboratorium procedurami.

Określ, które z poniższych zdarzeń są możliwe.

	Zdarzenie	Czy jest to możliwe?
1.	Wypadek nie będzie miał wpływu na zdrowie pracownika.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
2.	Wypadek spowoduje u pracownika chorobę nowotworową.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
3.	Wypadek sprawi, że pracownik zachoruje na hemofilię.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe

Zadanie

Pracownik laboratorium chemicznego przypadkiem oblał się niewielką ilością silnego środka mutagennego. Substancję natychmiast usunięto z jego skóry i ubrania zgodnie z obowiązującymi w laboratorium procedurami.

Określ, które z poniższych zdarzeń są możliwe.

	Zdarzenie	Czy jest to możliwe?
1.	Wypadek nie będzie miał wpływu na zdrowie pracownika.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
2.	Wypadek spowoduje u pracownika chorobę nowotworową.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
3.	Wypadek sprawi, że pracownik zachoruje na hemofilię.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe

Zadanie

Pracownik laboratorium chemicznego przypadkiem oblał się niewielką ilością silnego środka mutagennego. Substancję natychmiast usunięto z jego skóry i ubrania zgodnie z obowiązującymi w laboratorium procedurami.

Określ, które z poniższych zdarzeń są możliwe.

	Zdarzenie	Czy jest to możliwe?
1.	Wypadek nie będzie miał wpływu na zdrowie pracownika.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
2.	Wypadek spowoduje u pracownika chorobę nowotworową.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe
3.	Wypadek sprawi, że pracownik zachoruje na hemofilię.	<input type="checkbox"/> Możliwe / <input type="checkbox"/> Niemożliwe

Chemia – gaśnica śniegowa

Zadanie

W gaśnicy śniegowej środkiem gaśniczym jest skroplony gaz zawarty w wysokociśnieniowej butli, który rozprężając się oziębia się do ok. $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i zmienia swój stan skupienia na stały. Jego działanie gaśnicze polega na odcinaniu dostępu tlenu i znacznym obniżeniu temperatury.

Który gaz może być wykorzystany, jako środek gaśniczy w gaśnicy śniegowej?

- A. H_2
- B. CO_2
- C. CH_4
- D. CO

Zadanie

W gaśnicy śniegowej środkiem gaśniczym jest skroplony gaz zawarty w wysokociśnieniowej butli, który rozprężając się oziębia się do ok. $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i zmienia swój stan skupienia na stały. Jego działanie gaśnicze polega na odcinaniu dostępu tlenu i znacznym obniżeniu temperatury.

Który gaz może być wykorzystany, jako środek gaśniczy w gaśnicy śniegowej?

- A. H_2
- B. CO_2
- C. CH_4
- D. CO

Zadanie

W gaśnicy śniegowej środkiem gaśniczym jest skroplony gaz zawarty w wysokociśnieniowej butli, który rozprężając się oziębia się do ok. $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i zmienia swój stan skupienia na stały. Jego działanie gaśnicze polega na odcinaniu dostępu tlenu i znacznym obniżeniu temperatury.

Który gaz może być wykorzystany, jako środek gaśniczy w gaśnicy śniegowej?

- A. H_2
- B. CO_2
- C. CH_4
- D. CO

Zadanie

W gaśnicy śniegowej środkiem gaśniczym jest skroplony gaz zawarty w wysokociśnieniowej butli, który rozprężając się oziębia się do ok. $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i zmienia swój stan skupienia na stały. Jego działanie gaśnicze polega na odcinaniu dostępu tlenu i znacznym obniżeniu temperatury.

Który gaz może być wykorzystany, jako środek gaśniczy w gaśnicy śniegowej?

- A. H_2
- B. CO_2
- C. CH_4
- D. CO

Zadanie

W gaśnicy śniegowej środkiem gaśniczym jest skroplony gaz zawarty w wysokociśnieniowej butli, który rozprężając się oziębia się do ok. $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i zmienia swój stan skupienia na stały. Jego działanie gaśnicze polega na odcinaniu dostępu tlenu i znacznym obniżeniu temperatury.

Który gaz może być wykorzystany, jako środek gaśniczy w gaśnicy śniegowej?

- A. H_2
- B. CO_2
- C. CH_4
- D. CO

Zadanie

W gaśnicy śniegowej środkiem gaśniczym jest skroplony gaz zawarty w wysokociśnieniowej butli, który rozprężając się oziębia się do ok. $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i zmienia swój stan skupienia na stały. Jego działanie gaśnicze polega na odcinaniu dostępu tlenu i znacznym obniżeniu temperatury.

Który gaz może być wykorzystany, jako środek gaśniczy w gaśnicy śniegowej?

- A. H_2
- B. CO_2
- C. CH_4
- D. CO

Fizyka – promieniowanie

Zadanie

Na kółku fizycznym Michał badał za pomocą licznika Geigera-Müllera promieniowanie emitowane przez różne przedmioty. Zauważył, że licznik wskazuje pewien poziom promieniowania gdy sonda znajdowała się w powietrzu w pokoju, gdy zbliżał ją do szklanki z mlekiem, kamienia, a nawet do kolegi. Wskazanie licznika bardzo wzrosło, po zbliżeniu sondy do świecącego w ciemności zegarka, który Michał otrzymał od dziadka.

Uczniowie dyskutowali na temat wyniku przeprowadzonego doświadczenia. Rozstrzygnij, które z wypowiedzianych przez nich stwierdzeń są poprawne z punktu widzenia fizyki.

	Stwierdzenia	Poprawne?
1.	W pobliżu miejsca, w którym przeprowadzono doświadczenie musiało dojść do awarii elektrowni jądrowej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Izotopy promieniotwórcze występują naturalnie w naszym otoczeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Powinniśmy się niepokoić, bo żywność nie powinna emitować żadnego promieniowania.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Warto dokładniej przebadać zegarek, by sprawdzić, czy jego promieniowanie spełnia dopuszczalne normy.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

Zadanie

Na kółku fizycznym Michał badał za pomocą licznika Geigera-Müllera promieniowanie emitowane przez różne przedmioty. Zauważył, że licznik wskazuje pewien poziom promieniowania gdy sonda znajdowała się w powietrzu w pokoju, gdy zbliżał ją do szklanki z mlekiem, kamienia, a nawet do kolegi. Wskazanie licznika bardzo wzrosło, po zbliżeniu sondy do świecącego w ciemności zegarka, który Michał otrzymał od dziadka.

Uczniowie dyskutowali na temat wyniku przeprowadzonego doświadczenia. Rozstrzygnij, które z wypowiedzianych przez nich stwierdzeń są poprawne z punktu widzenia fizyki.

	Stwierdzenia	Poprawne?
1.	W pobliżu miejsca, w którym przeprowadzono doświadczenie musiało dojść do awarii elektrowni jądrowej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Izotopy promieniotwórcze występują naturalnie w naszym otoczeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Powinniśmy się niepokoić, bo żywność nie powinna emitować żadnego promieniowania.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Warto dokładniej przebadać zegarek, by sprawdzić, czy jego promieniowanie spełnia dopuszczalne normy.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

Zadanie

Na kółku fizycznym Michał badał za pomocą licznika Geigera-Müllera promieniowanie emitowane przez różne przedmioty. Zauważył, że licznik wskazuje pewien poziom promieniowania gdy sonda znajdowała się w powietrzu w pokoju, gdy zbliżał ją do szklanki z mlekiem, kamienia, a nawet do kolegi. Wskazanie licznika bardzo wzrosło, po zbliżeniu sondy do świecącego w ciemności zegarka, który Michał otrzymał od dziadka.

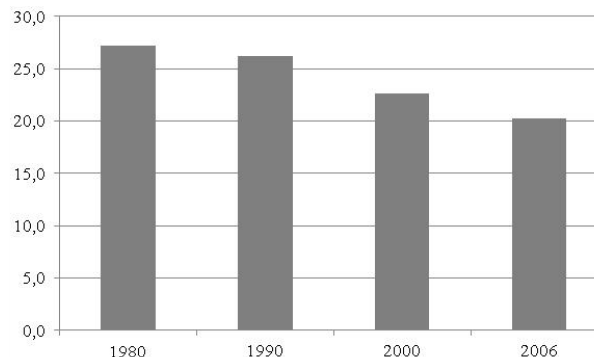
Uczniowie dyskutowali na temat wyniku przeprowadzonego doświadczenia. Rozstrzygnij, które z wypowiedzianych przez nich stwierdzeń są poprawne z punktu widzenia fizyki.

	Stwierdzenia	Poprawne?
1.	W pobliżu miejsca, w którym przeprowadzono doświadczenie musiało dojść do awarii elektrowni jądrowej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Izotopy promieniotwórcze występują naturalnie w naszym otoczeniu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Powinniśmy się niepokoić, bo żywność nie powinna emitować żadnego promieniowania.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Warto dokładniej przebadać zegarek, by sprawdzić, czy jego promieniowanie spełnia dopuszczalne normy.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

Geografia – Gołdap

Zadanie

Adam chciał dojechać na wakacje pociągiem do Gołdapi, ale okazało się, że linia do tej miejscowości w województwie warmińsko-mazurskim została zawieszona. To sprawiło, że Adam zainteresował się siecią kolejową w Polsce. Znalazł takie dane:

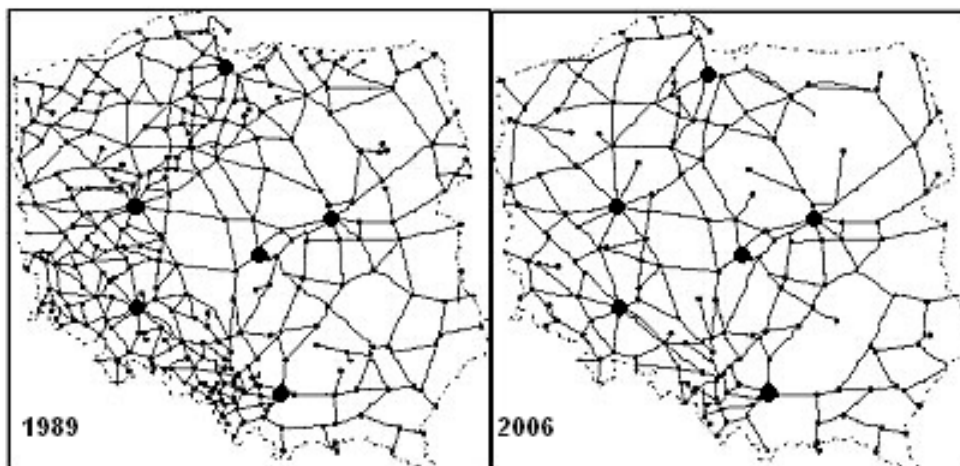


Długość linii kolejowych w Polsce w latach 1980–2006 w tys. km

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Pasażerskie linie kolejowe Polski w roku 1989 i 2006

Źródło: „Kilka uwag na temat linii pasażerskich w Polsce w latach 1989–2006” Prace Komisji Komunikacji PTG 2007, t. XIV



Na podstawie powyższych materiałów ocen prawdziwość poczynionych przez Adama spostrzeżeń:

Stwierdzenia	Prawda czy fałsz?
1. Długość linii kolejowych w Polsce w latach 1980–2006 zmalała.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2. W latach 1980–2006 linie łączące największe ośrodki miejskie były likwidowane.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
3. W 1980 roku gęstość sieci kolejowej obszarów, które dawniej znajdowały się pod zaborem pruskim, była większa niż w tych rejonach, które znajdowały się pod zaborem rosyjskim.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz