

2(59)
2016

KWARTALNIK

ISSN 1643-8779

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

Wyrośla – zdobią czy szpecą?

Populacje reliktowe – naturalne laboratoria

Wartość i ocena obszarów przyrodniczo cennych

Różne oblicza papierków wskaźnikowych – archaizm czy niedoceniane możliwości?

NAUKA

geografia
biologia
zdrowie
chemia
fizyka
badania
środowisko
przyroda

- 3 Jolanta Bąk-Badowska
Wybrane stawonogi tworzące wyrośla na drzewach i krzewach
- 8 Magdalena Świsłocka
Populacje reliktowe – „naturalne laboratoria”
- 14 Natalia Karolina Sławińska, Jarosław Świdziński
Ocena wartości obszarów przyrodniczo cennych i ich wpływ na wartość nieruchomości
- 21 Bartosz Kaźmierczak
Miejska przestrzeń publiczna jako element wizerunku miasta uzdrowskiego
- 31 Jan Boczek, Małgorzata Kłyś
Czy komary wybierają swoich żywicieli?
- 35 Jan Boczek, Małgorzata Kłyś
Mucha domowa (*Musca domestica* L.) w środowisku człowieka
- 40 Edyta Łaskawiec
Mikrobiologiczna degradacja nonylofenoli (NP)

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.

SZKOŁA

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

- 45 Kamil Jurowski, Anna Jurowska
Różne oblicza papierków wskaźnikowych – archaizm czy niedoceniane możliwości?
- 61 Joanna Lilpop, Marcin M. Chrzanowski
O dydaktyce szkoły wyższej z zastosowaniem metody naukowej
- 71 Magdalena Kołodziejska
Edukacyjno-wychowawczy wymiar kontaktu uczniów z przyrodą
- 78 Sebastian Pilichowski, Krzysztof Kolenda
Gatunki inwazyjne i etyka – pomysł na zajęcia

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.

KRÓTKO

recenzje
wydarzenia
informacje
najnowsze odkrycia

- 88 Wiesław Stawiński
Recenzja książki Ulricha Kattmanna *Schüller besser verstehen...*
- 91 Wiesław Stawiński
Z historii polskiej Olimpiady Biologicznej

szkujecie 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. Danuta Cichy (założyciel EBiŚ)
prof. zw. dr hab. Wiesław Stawiński (emerytowany profesor
Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie),
dr Renata Jurkowska (Uniwersytet w Stuttgarcie, Niemcy),
dr Paul Davies (Institute of Education, University of London)

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 (zdjęcie: Fotolia)

Skład i łamanie: Marcin Trepczyński

czasopismo punktowane: 8 punktów,
indeksowane w bazach CEJSH i Index Copernicus

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

wszystkie artykuły z abstraktami zostały zrecenzowane

Od redakcji

Takao Ishikawa

Szanowni Państwo,
niedawno nadeszło astronomiczne lato, mamy więc dla Państwa letni (choć, tak naprawdę, wciąż gorący) numer 2/2016 kwartalnika Edukacja Biologiczna i Środowiskowa. W części NAUKA proponujemy Państwu artykuły o zróżnicowanej tematyce – od *czystej biologii* po *niemal* urbanistykę. Teksty te mają niemały związek z okresem wakacyjnym! Autorzy ze Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego i Uniwersytetu Pedagogicznego im. KEN w Krakowie przygotowali dla Państwa dwa artykuły o owadach, które nękają człowieka szczególnie w lecie; mowa oczywiście o komarach i muchach. Dowiemy się o ich biologii, ale i o sposobach zwalczania tych gatunków, które często zakłócają nasz spokój. A jeśli udamy się do jakiejś miejscowości uzdrowskiej, na pewno warto będzie zapoznać się z artykułem pt. *Miejska przestrzeń publiczna jako element wizerunku miasta uzdrowskiego*.

W dziale SZKOŁA szczególnie zachęcam do artykułu pt. *Różne*

oblicza papierków wskaźnikowych – archaizm czy niedoceniane możliwości?, autorstwa naukowców z Uniwersytetu Jagiellońskiego. Artykuł ten z pewnością zaspokoi potrzeby zarówno chemików, jak i biologów, którzy w różnych okolicznościach korzystają z rozmaitych papierków wskaźnikowych. Jestem przekonany, że każdy znajdzie coś dla siebie po lekturze tej pracy. Numer ten zamyka tekst prof. Wiesława Stawińskiego *Z historii polskiej Olimpiady Biologicznej. Polska inicjatywa organizacji Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej*. U progu pewnych zmian w sposobie organizacji Olimpiady Biologicznej warto przypomnieć sobie jak przedsięwzięcie to rozwijało się w naszym kraju. Aktualności związane z Olimpiadą Biologiczną warto śledzić na stronie Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej, ale w kwartalniku EBiŚ również będziemy Państwa informować o nowościach w tym konkursie. W kontekście olimpiad, warto także zwrócić uwagę na recenzję kolejnego wydania pod-



ręcznika *Biologia Campbella*, którą zamieściliśmy w poprzednim numerze, wydanym już także po polsku i dostępnym na naszej stronie internetowej. Myślę, że przygotowując się do Olimpiady Biologicznej (zarówno jako nauczyciel, jak i uczeń-zawodnik) warto sięgnąć nie tylko po historię Olimpiady Biologicznej w Polsce, ale również po świeżą porcję wiedzy przedstawionej w znakomitej formie w wyżej wspomnianym podręczniku. Życzę Państwu przyjemnej lektury i udanych wakacji z kwartalnikiem EBiŚ!

Takao Ishikawa

Wybrane stawonogi tworzące wyrośla na drzewach i krzewach

Jolanta Bąk-Badowska

zgodność z PP – zob. s. 7

Streszczenie:

Wyrośla (cecidia) to zniekształcenia występujące na różnych częściach roślin, powstałe w wyniku rozrostu tkanki roślinnej. Powodują je bakterie, grzyby, nicienie i roztocze, a głównie owady i wydzielane przez nie substancje pobudzające tkanki do nadmiernego wzrostu. Kształty wyrośli i ich umiejscowienie na roślinie są cechami charakterystycznymi dla danego gatunku foliofaga, czyli wyroślośprawy.

W pracy omówiono organizmy powodujące wyrośla na drzewach i krzewach iglastych oraz liściastych, m.in. spośród szpecielowatych (Eriophyidae), mszyc (Aphididae), galasówek (Cynipidae), przyszczarkowatych (Cecidomyiidae), kózkowatych (Cerambycidae), przeziernikowatych (Sesiidae), ochojnikowatych (Adelgidae) i ziółkowatych (Tortricidae).

Słowa kluczowe: wyrośla (cecidia), owady, roztocze, budowa, znaczenie w przyrodzie

otrzymano: 10.09.2015; przyjęto: 10.03.2016; opublikowano: 30.06.2016



dr hab. Jolanta Bąk-Badowska: adiunkt w Zakładzie Zoologii i Dydaktyki Biologii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach

Wprowadzenie

Na roślinach zielnych, drzewach i krzewach, często można zauważyć charakterystyczne zniekształcenia. Mogą one być tworzone na wszystkich organach roślin: liściach, pędach, kwiatach, a także na korzeniach. Zniekształcenia te określane są mianem wyrośli lub galasów. Według Redfern i wsp. (2002) wyrośla są anormalnym rozrostem komórek, uformowanym z tkanek rośliny lub innego żywiciela, spowodowanym pasożytniczą działalnością organizmu. Podstawowym warunkiem powstawania wyrośli jest inwazja organizmu na tkanki rośliny będące jeszcze w rozwoju. Z reguły galasy rosną jednocześnie z rozwijającymi się i otaczającymi je młodymi tkankami.

Kształt wyrośli i ich umiejscowienie na roślinie są cechami charakterystycznymi dla danego gatunku foliofaga. Galasy tworzone są głównie przez przedstawicieli 6 rzędów owadów: motyli (Lepidoptera), chrząszczy (Coleoptera), wciornastków (Thysanoptera), pluskwiaków (Hemiptera), błonkoskrzydłych (Hymenoptera) i muchówek (Diptera) oraz przez grzyby, bakterie, nicienie i roztocze. Na świecie występuje około 13 tys. gatunków owadów tworzących wyrośla (Stone i Schönrogge, 2003). Najwięcej jest ich wśród muchówek z rodziny przyszczarkowatych i błonkówek z rodziny galasówkowatych.

Organizmy zwierzęce powodujące powstawanie wyrośli nazywane są cecidozoa, a roślinne – cecidophyta, natomiast wytwarzane przez nie wyrośla to odpowiednio zoocecidia oraz phytocecidia.

Historia

Wyrośla budziły zainteresowanie ludzi już w starożytności. Prawdopodobnie pierwszym badaczem był Hipokrates, który około 2500 lat temu zwrócił na nie

uwagę, badając je pod kątem możliwego zastosowania w medycynie. Także ówczesni, starożytni Grecy, Rzymianie i Arabowie kuliste narośla na liściach dębów, nazywane „jabłuszkami dębowymi”, wykorzystywali jako środek przeciwbólowy (Hellrigl, 2010). W celu przyspieszenia gojenia ran północnoamerykańscy Indianie umieszczali na nich rozcięte wyrośla z pędów róży. Ma to racjonalne uzasadnienie, ponieważ wiele cecydii zawiera wysoki poziom taniny mającej działanie bakterio- i grzybobójcze; dlatego wyciągi z tych wyrośli używane były i są do sporządzania maści oraz płynów. Wyrośla są także źródłem garbników stosowanych obecnie w przemyśle m.in. do garbowania skór czy do produkcji kosmetyków i leków. Jako ciekawostkę należy odnotować, że do dziś galasy jada się na Krecie, gdzie zbierane są z dziko rosnącej szafwii.

Powstawanie wyrośli

Proces powstawania wyrośli przebiega zazwyczaj następująco: samice owada za pomocą pokładełka składają jajo bezpośrednio na roślinie lub do jej tkanek. Wyłęgła larwa podczas żerowania wprowadza do tkanek ślinę, wskutek czego miejscowo gromadzi się w roślinie oksydaza polifenolowa. Efektem tego jest kumulowanie się w otaczających larwę komórkach hormonu roślinnego – auksyny (kwasu indolilo-3-octowego). Zmiany hormonalne wywołują hipertrofię (powiększanie się komórek) oraz hiperplazję – ich namnażanie. W wyniku tego w miejscach rozwoju larwy powstają właśnie wyrośla (Wrzesińska, 2013). Uformowany galas składa się z trzech warstw: odżywczej, która otacza bezpośrednio larwę, ochronnej (perenchymatycznej) i okrywającej (epidermalnej), nasyconej barwnikami. Skład chemiczny wyrośli jest bardzo charakterystyczny. Ich zewnętrzne ściany są zgrubiałe i wysyczone garbnikami, które są związkami zawierającymi m.in. glikozydy kwa-

su galusowego. W warstwie odżywczej nagromadzone są duże ilości składników pokarmowych, takich jak białka, lipidy oraz skrobia (Brauns, 1975). Forma i budowa wyrośli jest bardzo różnorodna. Kształt galasu zależy od: gatunku sprawcy, organu roślinnego, na którym powstaje, i pokolenia, które je wytwarza.

W zależności od miejsca tworzenia wyrośla wyróżnia się akrocecidia, które tworzą się na końcowych organach rośliny, a więc kwiatostanach, kwiatach, owocach, pączkach i końcach pędów, oraz pleurocecidia, zniekształcające organy boczne (np. liście) lub organy główne (np. korzeń czy pęd). Nie hamują one jednak dalszego wzrostu tego organu.

Na roślinach kwiatowych znajdowano 98% wyrośli, w tym 90% na dwuliściennych (Redfern i wsp., 2002). Najczęściej powstają one na liściach (około 65%); prawie 3-krotnie rzadziej na łodygach, a jeszcze rzadziej (poniżej 10%) na pączkach. Zaledwie 5% wyrośli stwierdzono na innych organach roślin.



Ryc. 1. *Eriophyes tiliae*

Fot. J. Bąk-Badowska.

Stawonogi wywołujące wyrośla

Na drzewach liściastych i iglastych żeruje wiele szkodników. Wśród stawonogów galasotwórczych liczną grupę stanowią roztocze (Acarina) z rodziny szpecielowatych (Eriophyidae). Mawia się, że wyrośla te szpecą rośliny – stąd wspomniana polska nazwa wywołujących je organizmów.

Do rodziny szpecielowatych należą niewielkie roślinożerne pajęczaki o wrzecionowatym ciele, długości od 0,08 mm do 0,3 mm. Najczęściej wyrośla spowodowane przez szpeciele występują na liściach lipy (*Tilia* sp.), wierzby (*Salix* sp.), wiązu (*Ulmus* sp.) oraz klonu (*Acer* sp.).

Na liściach lipy spotyka się m.in. szpecieła lipowego (*Eriophyes tiliae*), który na górnej stronie liści tworzy najpierw zielone, potem czerwono zabarwione, liczne ostre różki (ryc. 1).

Natomiast szpeciel wierzbowiec promieniowy (*Stenacis tiradiata*) zamienia końce pędów wierzby w miotlaste lub groniaste wyrośla złożone z drobnych utworów przypominających mech.



Ryc. 2. *Pemphigus spyrothecae*

Fot. J. Bąk-Badowska.

Inne wyrośla mają kształt workowaty Są one wytwarzane przez niektóre gatunki mszyc (Aphididae). Na ogonkach liściowych topoli (*Populus* sp.) często występują spiralnie skręcone zgrubienia lub torebkowate galasy, które należą do przerostka skrętnika (*Pemphigus spyrothecae*) (ryc. 2) i przerostka torebkowca (*Pemphigus bursarius*).

Przykładem innej mszycy wytwarzającej galasy jest bawełnica wiązowo-turzycowa, zwana też kogutnicą wiązową (*Colopha compressa*) (ryc. 3). Drzewem, na którym wytwarza ona charakterystyczne galasy mające kształt koguciego grzebienia, jest wiąz (*Ulmus* sp.).

Owady z rodziny galasówek (Cynipidae), należące do rzędu błonkoskrzydłych preferują określone, nieliczne gatunki roślin, na których wytwarzają wyrośla. Około 85% środkowoeuropejskich galasówek związanych jest z dębem (*Quercus* sp.), a pozostałe tworzą wyrośla głównie na różach (*Rosa* sp.), klonach (*Acer* sp.), jeżynach (*Rubus* sp.) i niektórych roślinach zielnych.

Charakterystyczne wyrośla w kształcie kulek, o średnicy około 20 mm, tworzone są na spodniej stronie liści dębów. Sprawcą ich jest jagodnica dębianka



Ryc. 3. *Colopha compressa*

Fot. Gyorgy Csoka.

(galasówka dębiana) – *Cynips quercusfolii*, należąca do rodziny galasówek (Skrzypczyńska, 2006).

W rozwoju wielu gatunków galasówek występuje przemiana pokoleń. Jedno pokolenie rozwija się partenogenetycznie, a drugie płciowo. Nie tylko sprawcy powstawania wyrośli, ale też cecidia przez nie wytwarzane różnią się między sobą. Pospolitym gatunkiem spotykanym na blaszkach liściowych dębów jest rewiś jagodek (= rewiś dębowy) – *Neuroterus quercusbaccarum*. Owad ten tworzy na drzewach dwa rodzaje wy-



Ryc. 4. *Andricus quercuscalicis*

Fot. Haruta Ovidiu.



Ryc. 5. *Diplolepis rosae*

Fot. Haruta Ovidiu.

rośli. Pierwsze pojawiają się wiosną na kwiatostanach męskich w postaci kulistych, przezroczystych galasów o średnicy 4–7 mm. Przypominają one owoce winogron lub porzeczek. Z wyrośli tych wylatują samce i samice. Po zapłodnieniu samice składają jaja na spodniej stronie liści młodych dębów i tworzą galasy w kształcie wypukłych, żółtych, następnie brązowiejących soczewek. W galasach przepoczwarzają się larwy i zimują osobniki dorosłe (Nunberg, 1964; Łabanowski i Soika 2003)

Co kilka lat na żołądźkach dębów powstają guzkowate wyrośla z charakterystycznymi żeberkami, obejmującymi nieraz całą miseczkę żołądźki. Ich sprawcą jest letyniec żołądźkowiec – *Andricus quercuscalicis* (ryc. 4).

Wśród błonkówek występują gatunki, których larwy rozwijają się również na innych drzewach, np. na wierzbie (*Salix* sp.) lub krzewach np. dzikiej róży (*Rosa* sp.).

Często spotykanym i łatwo zauważanym na dzikiej róży jest galas szypczyńca różanego (*Diplolepis rosae*). Jest to duża wyrośl, porośnięta początkowo zielonymi, a z upływem czasu czerwieniejącymi, włosowatymi wy-



Ryc. 6. *Mikiola fagi*

Fot. M. Duda.

rostkami (ryc. 5). We wnętrzu znajduje się szereg niewielkich komór, w których rozwijają się białe larwy. Na jesieni galas drewnieje, a larwy zimują w jego wnętrzu.

Dużą grupą owadów wywołujących galasy na roślinach są muchówki z rodziny pryszczakowatych (Cecidomyiidae) (Skuhrava, 2006; Stocki i wsp., 2008b). Tworzą one wyrośla na roślinach należących do 69 rodzin i 202 rodzajów.

Na liściach buków (*Fagus sylvatica*) często spotykane są wyrośla wywołane przez garnusznicę bukową (*Mikiola fagi*) i włośchatkę (= hartigiolówkę) bukową (*Hartigiola annulipes*). Pierwsze z wymienionych wyrośli są jajowate, ostro zakończone, najpierw zielone, następnie czerwone, natomiast galasy *H. annulipes* są walcowate, o średnicy do ok. 4 mm, pokryte białymi włoskami (Skrzypczyńska, 2008; Wrzesińska, 2012). Wewnątrz nich znajduje się pojedyncza larwa (ryc. 6 i 7).

Również przedstawiciele rzędu chrząszczy (Coleoptera) mogą powodować specyficzne wyrośla m.in. w postaci zgrubień na gałęziach lub korzeniach drzew,



Ryc. 7. *Hartigiola annulipes*

Fot. Milan Zubrik.

krzewów i roślin zielnych. Sprawcą takich wyrośli jest m.in. rzemlik osinowiec – *Seperda populnea*, chrząszcz z rodziny kózkowatych (Cerambycidae), który uszkadza topolę osikę (*Populus tremula*).

Natomiast motylem tworzącym wyrośla na pędach topoli osiki jest przeziernik topolowiec (*Paranthrene tabaniformis*), należący do rodziny przeziernikowatych (Sesiidae). Samica tego motyla składa jaja na pędach i pniach drzew. Wylęte gąsienice żerują początkowo płatowato pod korą, a następnie wgrzyzają się na głębokość ok. 4 cm w głąb drewna i tam drążą w kierunku wierzchołka pędu ok. 10 centymetrowy chodnik. Pęd w miejscu uszkodzenia tworzy charakterystyczne zgrubienia. Sprawcami guzkowatych wyrośli na pędach malin, jeżyn, porzeczek czy agrestu są inne przezierniki np. malinowiec (*Pennisetia hylaeiformis*) czy porzecz-kowiec (*Synanthedon tipuliformis*) (Szujewski, 1995).

Wyrośla spotykane są także na drzewach iglastych. Na gałązkach świerków, u nasady pędów, występują niekiedy masowo szyszczkowate twory o długości ok. 20 mm. Powoduje je mszyca z rodziny ochojnikowatych (Adelgidae) – ochojnik świerkowy – *Sacchiphantes abietis*. Jest to pospolity i często występujący gatunek pluskwiaka (Stocki i wsp., 2008a). Galasy wytworzone przez wiele larw mają barwę zieloną, a puste wyrośla zasychają i brązowieją (ryc. 8).



Ryc. 8.
*Sacchiphantes
abietis*
Fot. M. Tomalak.



Ryc. 9. *Taxomyia
taxi*
Fot. J.M. Escolano.

Podobnym gatunkiem, który tworzy mniejsze, ok. 1,5 cm bladozielone galasy, jest ochojnik świerkowo-modrzewiowy – *Adelges laricis*, zwany smrekunem trzopkiem lub smrekunem szyszniakiem.

Na pędach sosen, rosnących na słabych i zdegradowanych siedliskach, często występują szarawo-białe gałki żywiczne, wielkości orzecha włoskiego. Ich „właścicielem” jest gąsienica motyla z rodziny zwójkowatych – Tortricidae – zwójka żywicaneczka (*Retinia resinella*). Gąsienice ogryzają korę pod pierwszym okółkiem pędów na sośnie, co powoduje wyciek żywicy, która krystalizuje na niciach oprzędu, tworząc żywiczny galas.

Gatunkiem monofagicznym związanym tylko z modrzewiem i wytwarzającym także galasy na jego pędach jest motyl *Cydia milleniana*. W wyniku żeru gąsienic, na części środkowej 2–3 letnich pędów powstają zgrubienia pokryte żywicą (Szujewski, 1995).

Spośród muchówek z rodziny pryszczarkowatych wyrośla na drzewach i krzewach iglastych tworzy kosmaczek modrzewiowiec (*Dasyneura kellneri*). Larwy tej muchówki wgrzyzają się do wnętrza pączków krótkopędów modrzewi, które nienaturalnie nabrzmiewają, pokrywają się żywicą i następnie zamierają. Charakterystyczny galas w kształcie różyczki lub karczocha tworzony przez pryszczarkę cisowca *Taxomyia taxi*, można

spotkać na cisie (*Taxus* sp.). Galas ten składa się z 60–80 zniekształconych i skróconych igieł, zebranych w pączkach szczytowych (ryc. 9). Wewnątrz wyrośli żeruje pomarańczowo-czerwona larwa.

Wpływ wyrośli na rośliny

Wszystkie wyrośla wywierają negatywny wpływ na rośliny, na których się tworzą. Szkody bezpośrednio polegają m.in. na wysysaniu soków, a więc na ogładzaniu roślin, a objawy żerowania zaznaczają się przez m.in. odbarwienie, rdzewienie i srebrzenie liści (Skrzypczyńska, 2006). Pod wpływem śliny wprowadzonej przez szkodnika tworzą się różnego kształtu zgrubienia i zniekształcenia.

Żerowanie organizmów wytwarzających wyrośla na młodych liściach, prowadzi często do ich zwijania. Inne szkodniki wywołują nabrzmienia pąków i wstrzymują przez to rozwój liści. Niekiedy masowe występowanie wyrośli powoduje zginanie, a nawet łamanie się gałęzi drzew. Natomiast szkody pośrednie polegają m.in. na przenoszeniu chorób wirusowych, a zmiany wywołwane na roślinach ozdobnych, występujących w parkach i ogrodach, obniżają ich wartość dekoracyjną (Skrzypczyńska, 1968).

Są również pozytywne aspekty występowania wyrośli. Zawierają one duże ilości związków azotowych i węglowodanów, dlatego są doskonałym magazynem pokarmowym dla organizmów w nich żerujących. Stanowią także kryjówek przed wrogami naturalnymi tych owadów i niekorzystnymi czynnikami atmosferycznymi.

Wyrośla, mimo swego uroku i zastosowań w przemyśle, to zmiana patologiczna, którą należy zwalczać. Na ogół jednak nie są zwalczane. Wyjątkowo, np. przy porażeniu młodych świerków przez ochojnika świerkowca (*Sacchiphantes abietis*) czy smrekuna trzopka

(*Adelges laricis*), usuwa się szyszczkowate wyrośla szkodników tworzących galasy. Można również przeciwdziałać rozmnażaniu się ochojników przez wprowadzenie do upraw pewnych gatunków roślin z rodziny cyprysowatych oraz z rodziny sosnowatych np. cedru, modrzewia japońskiego, które nie są atakowane przez te owady. Chemiczne zwalczanie szkodników tworzących galasy, np. za pomocą preparatu PRIMOR przeprowadza się w okresie, gdy samica składa jaja lub bezpośrednio po wylęgu larw, ponieważ do wyrosli trudno przenikają preparaty zarówno wglębane, jak i układowe.

Obserwując podczas wędrówek pięknie wybarwione i różnorodnego kształtu wyrośla, nie kojarzymy ich ze szkodliwą działalnością organizmów, ale raczej podziwiamy. Nie zawsze też mamy świadomość, że źródłem ich powstawania jest tak liczna grupa stawonogów.

Literatura

- Brauns A (1975). *Owady leśne. Występowanie na tle drzewostanów i siedlisk. T.I. Systematyka i ekologia*. PWRiL, Warszawa.
- Hellrigl K (2010). Pflanzengallen und Gallenkunde – Plant Galls and Cecidology. *Forestobserver*. 5: 207-328.
- Łabanowski G, Soika G (2003). *Szkodniki ozdobnych drzew liściastych*. Plantpress, Kraków
- Nunberg M (1964). *Uszkodzenia drzew i krzewów leśnych wywołane przez owady*. PWN, Warszawa.
- Redfern M, Shirley P, Bloxham M (2002). British plant galls identification of galls on plants and fungi. *Field Studies*. 10: 207-531.
- Skrzypczyńska M (1968). Co to są cecidia? *Wszelświat*. 7-8: 192-195.
- Skrzypczyńska M (2006). Wyrośla (cecidia), ich charakterystyka, znaczenie i zwalczanie. *Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Pracowników DD i D*. 2: 34-36.
- Skrzypczyńska M (2008). Masowy pojaw hartigiolówki bukowej *Hartigiola annulipes* (Hartig) (Diptera: Cecidomyiidae) na liściach buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* L. w Ojcowskim Parku Narodowym. *Sylvan*. 2: 26-29.
- Skuhrava M (2006). Species richness of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in the main biogeographical regions of the world. *Acta Soc. Zool. Bohemicae*. 69: 327-372.
- Stocki J, Kinelski S, Dzwonkowski R (2008a). *Drzewa iglaste i owady na nich żerujące*. Oficyna Wydawnicza Multico.

- Stocki J, Kinelski S, Dzwonkowski R (2008b). *Drzewa liściaste i owady na nich żerujące*. Oficyna Wydawnicza Multico.
- Stone GN, Schönrogge K (2003). The adaptive significance of insect gall morphology. *Trends in Ecology & Evolution* 18(10): 512-522.
- Szujecki A (1995). *Entomologia leśna. T. I*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Wrzesińska D (2012). Foliofagi tworzące galasy na *Fagus sylvatica*. *Sylvan*. 156(11): 843-847.
- Wrzesińska D (2013). *Foliofagi tworzące wyrośla na Quercus robur (Linnaeus)*. Rozprawy 167. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Selected arthropods creating cecidia on trees and shrubs

Jolanta Bąk-Badowska

Galls (cecidia) are abnormal outgrowths that appear on different plant parts as a result of plant tissue development. They are caused by bacteria, fungi, nematodes, Acari and mostly insects. Galls are also caused by the substances released by insects which stimulate the excessive growth of tissues. The forms of galls and their location on the plant are specific for respective folivores species, namely the gall-makers. The paper discusses organisms causing galls on Deciduous and Coniferous trees and shrubs; e.g., gall mites (Eriophyidae), plant lice (Aphididae), gallflies (Cynipidae), gall midges or gall gnats (Cecidomyiidae), longhorn beetles (Cerambycidae), clearwing moths (Sesiidae), woolly conifer aphids (Adelgidae) and tortrix moths or leafroller moths (Tortricidae).

Key words: galls (cecidia), insects, Acari, structure, significance for the nature

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł, w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- V. Rozumowanie i argumentacja. Uczeń rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.

Treści nauczania:

Zwierzęta bezkręgowce. Uczeń przedstawia znaczenie stawonogów w przyrodzie i życiu człowieka.

Ekologia. Zależności międzygatunkowe. Uczeń przedstawia podobieństwa i różnice między drapieżnictwem, roślinożernością i pasożytnictwem. Uczeń przedstawia skutki presji populacji zjadającego (drapieżnika, roślinożercy lub pasożyta) na populację zjadanego, jakim jest zmniejszenie konkurencji wśród zjadanych; przedstawia znaczenie tego zjawiska dla zachowania różnorodności gatunkowej.

Populacje reliktowe

– „naturalne laboratoria”

Magdalena Świsłocka

zgodność z PP – zob. s. 13

Streszczenie:

Populacje reliktowe odgrywają ważną rolę w trwałości gatunków. Stanowią istotny wyznacznik potencjału ewolucyjnego gatunku oraz zasadniczy komponent wewnątrzgatunkowej różnorodności. Populacje te, wyraźnie odrębne od pozostałych, można uznać za niejako „żywy zapis” w postaci osobników, którym udało się przetrwać pewne niekorzystne okresy. Wyróżniają się przy tym małą liczebnością i silnie ograniczonym zasięgiem geograficznym. Często uważane są za naturalne laboratoria do badań identyfikujących wpływ oraz następstwa długoterminowych zmian środowiskowych na gatunki i populacje. Aby w jednoznaczny sposób stwierdzić pochodzenie oraz rodzaj reliktu, do jakiego należą populacje lub gatunki, konieczne jest przeprowadzenie analiz z wykorzystaniem markerów molekularnych, czyli makrocząsteczek biologicznych, podlegających swoistym regułom dziedziczenia. Dzięki analizom takich markerów, jak mitochondrialny DNA oraz geny zlokalizowane na chromosomie Y, potwierdzony został reliktowy charakter populacji łośi w dolinie Biebrzy (płn.-wsch. Polska).

Słowa kluczowe: chromosom Y, dolina Biebrzy, efekt wąskiego gardła, łoś, markery molekularne, mitochondrialny DNA, populacje reliktowe

otrzymano: 1.09.2015; przyjęto: 16.12.2015; opublikowano: 30.06.2016



dr Magdalena Świsłocka: Asystent w Zakładzie Zoologii Kęrgowców Instytutu Biologii Uniwersytetu w Białymstoku

Wprowadzenie

Naturalny zasięg i rozmieszczenie populacji roślin i zwierząt, które zamieszkują obszary strefy północnej i umiarkowanej Europy, zostały ukształtowane w czwartorzędzie przede wszystkim przez oscylacje klimatu i związane z nimi zmiany w środowisku. Jedną z ważniejszych konsekwencji zmian zasięgów różnych gatunków jest występowanie **populacji reliktowych**, które odgrywają ważną rolę w trwałości gatunków. Populacje te stanowią istotny komponent wewnątrzgatunkowej różnorodności i są wyznacznikiem potencjału ewolucyjnego gatunku. Warty podkreślenia jest fakt, że zmienność genetyczna w takich populacjach, m.in. wskutek izolacji, jest zazwyczaj zredukowana. Populacje reliktowe (łac. *relinquere*, to znaczy „pozostawiać za sobą”) z reguły definiowane są jako ślad reprezentujący przeszłość, czy też jako „żywy zapis” w postaci potomków osobników, którzy przetrwali pewien niekorzystny okres. Wyróżniają się one przy tym małą liczebnością lub silnie ograniczonym zasięgiem geograficznym (Habel i wsp., 2010). Populacje reliktowe często występują na skraju zasięgu gatunku, gdzie panują warunki zdecydowanie mniej korzystne, niż te, które spotykamy w centrum zasięgu gatunku (Gullberg i wsp., 1998).

Potwierdzenie relikowego charakteru badanej populacji wymaga przeprowadzenia badań z wykorzystaniem **markerów molekularnych** (makrocząsteczek biologicznych), występujących w postaci cząsteczek DNA lub białek, które wyróżniają się swoistym sposobem dziedziczenia. Najczęściej wybieranym do badań genetycznych markerem jest **mitochondrialny DNA** (mtDNA). Co istotne, występuje on w komórce w bar-

Wyniki badań przedstawione w artykule (mtDNA-cr i geny zlokalizowane na chromosomie Y) zostały wygenerowane w trakcie pracy doktorskiej. W artykule Autorka przedstawiła obecny stan wiedzy na temat populacji reliktowych, po czym wyniki swoich badań odniosła do cech populacji reliktowych na przykładzie badanej populacji łośi w dolinie Biebrzy.

dzo wielu kopiach. Z reguły dziedziczony jest wyłącznie w linii żeńskiej, dzięki czemu znajduje swoje zastosowanie w analizach filogeograficznych, które określają ewolucyjne powiązania między liniami genetycznymi a ich geograficzną lokalizacją u gatunków, u których samice są płcią bardziej osiadłą niż samce (Keis i wsp., 2013). Mitochondrialny DNA, z uwagi na wysokie tempo mutacji, jest wysoce zmienny w naturalnych populacjach zwierząt, dzięki czemu umożliwia wnioskowanie na temat niedawnych wydarzeń demograficznych, jakich doświadczyła badana populacja (Finger i Klank, 2010).

Kategorie reliktyw

Jedno z dwóch zaproponowanych podejść pozwala wyróżnić relikty **filogenetyczne** i **biogeograficzne** (Lomolino i wsp., 2006; Habel i wsp., 2010). Zdarza się, że niektóre gatunki, jak np. „żywe skamieniałości”, do których należą m.in. ryby dwudyszne oraz latimeria, będącą przedstawicielem ryb trzonopłetwych, mogą być zaliczone do obu tych kategorii reliktyw. Za relikty filogenetyczne uznaje się archaiczne formy, które nadal występują i są jedynymi żyjącymi reprezentantami swojego taksonu. Najbardziej znanym przykładem tego reliktu jest endemiczny gad – hatteria, który już od ponad 100 lat jest skrajnie zagrożony wyginięciem. Zasięg występowania hatterii, ostatniego żyjącego przedstawiciela gadów należących do sfenodontów, ograniczony jest wyłącznie do obszaru Nowej Zelandii (Habel i wsp., 2010). Uważa się, że hatterie, które występowały już w czasach, gdy na Ziemi żyły dinozaury, a od pozostałych gadów oddzieliły się ponad 220 milionów lat temu, niewiele zmieniły się pod względem morfologicznym od swoich krewnych z epoki kredy (Benton, 2000). Powolny metabolizm oraz niskie tempo wzrostu i reprodukcji sugerowały jednocześnie, że hatterie mogą charakteryzować się bardzo niskim tempem ewolucji

molekularnej. Jednak wbrew powszechnie panującej opinii, porównania genetyczne kopalnego DNA (ang. *ancient DNA*) oraz DNA współcześnie żyjących hattarii wykazały, że u gadów tych tempo, z jakim dokonują się zmiany molekularne, jest jednym z najszybszych, jakie do tej pory stwierdzono u kręgowców (Hay i wsp., 2008).

Do reliktyw biogeograficznych, inaczej nazywanych właściwymi, zaliczamy z kolei taksony, których obecne występowanie interpretowane jest, jako pozostawienie danego taksonu lub też jego przodków w odmiennych warunkach naturalnych niż obecnie panujące (Lomolino i wsp., 2006). W obrębie reliktyw właściwych wyróżniamy relikty topograficzne, edaficzne oraz klimatyczne. Relikty topograficzne, których przedstawicielem jest jodła pospolita w Puszczy Białowieskiej, nawiązują do starych, zanikających współcześnie elementów rzeźby terenu. Słonorośla i rośliny wydmowe występujące w głębi łądu reprezentują z kolei relikty edaficzne, obecnie bardzo nieliczne, które powiązane są z określonym typem gleb. Taksony, których zasięg występowania wskutek niekorzystnych zmian klimatycznych uległ istotnej redukcji, zaliczane są natomiast do reliktyw klimatycznych (Lomolino i wsp., 2006). To właśnie te relikty uważane są za doskonałe obiekty do badań, niejako za „naturalne laboratoria”, mające na celu zidentyfikowanie wpływu i następstw długoterminowych zmian środowiskowych na gatunki i populacje. W związku z tym, że relikty te są efektem procesów odzwierciedlających skutki takich zmian jak fragmentacja siedlisk, izolacja oraz wyginiecie populacji w skali lokalnej, badania nad nimi stanowią unikalne narzędzie do przewidywania efektów bieżących i przyszłych zmian w środowisku (Woolbright i wsp., 2014). Do reliktyw klimatycznych zaliczamy relikty glacialne, reprezentowane współcześnie przez gatunki borealne, arktyczne i górskie oraz relikty interglacialne, rozumia-

ne jako pozostałość po pewnych okresach ocieplenia, po których, wskutek obniżenia temperatury i wzrostu ilości opadów, populacje zostały odizolowane, a zasięg ich występowania uległ istotnej redukcji (Zimmermann i wsp., 2010).

Alternatywnym podejściem jest wyróżnienie reliktyw **geograficznych, genetycznych i obejmujących taksony endemiczne** (Zimmermann i wsp., 2010). Relikty geograficzne, reprezentowane m.in. przez populacje węża eskulapa, spotykane w Czechach, Polsce czy też w Niemczech, występują wyłącznie na obszarach, gdzie panują optymalne dla nich warunki środowiskowe (Cassel-Lundhagen, 2010). Relikty genetyczne wyróżniają się natomiast posiadaniem odrębnych wariantów genetycznych, tzw. haplotypów. Haplotypem nazywany jest unikatowy zestaw nukleotydów lub alleli, występujący na pojedynczym chromosomie, a w szerszym znaczeniu, na pojedynczej cząsteczce DNA. Relikty takie, uznawane także za plejstocenyjskie populacje reliktowe, cechują się jednocześnie długą historią ewolucyjną w jednym regionie geograficznym (Joger i wsp., 2010). Izolacja takich populacji była zazwyczaj efektem zachodzących zmian ekologicznych, w tym również tych, które wynikały z ingerencji człowieka w środowisko, czego przykładem mogą być populacje żółwia błotnego w Afryce Północnej (Joger i wsp., 2010). Relikty te mogły zostać odizolowane od głównego zasięgu swojego gatunku także wskutek przegranej konkurencji z innymi gatunkami, jak to miało miejsce w przypadku populacji żmii zygzakowatej w Grecji. Zasięg geograficzny tego gatunku, wskutek ocieplenia klimatu, jak również konkurencji ze żmiją nosorogą, został ograniczony wyłącznie do środowisk położonych wysoko w górach. Z kolei gdy izolacja genetyczna populacji trwała wystarczająco długo, istnieją uzasadnione powody, by uznać je za populacje reliktowe (Joger i wsp., 2010). Ważne jest, by dokonać rozróżnienia między reliktywym en-

demicznym taksonem i taksonem endemicznym, który nie jest uważany za relikty. Decyzja ta musi być oparta na filogeograficznej pozycji taksonów, która określa ewolucyjne zależności między liniami genetycznymi a ich geograficznym rozmieszczeniem. To właśnie dzięki tego rodzaju danym endemiczny podgatunek żółwia błotnego żyjący w południowej części Turcji został sklasyfikowany jako relikty (Joger i wsp., 2010).

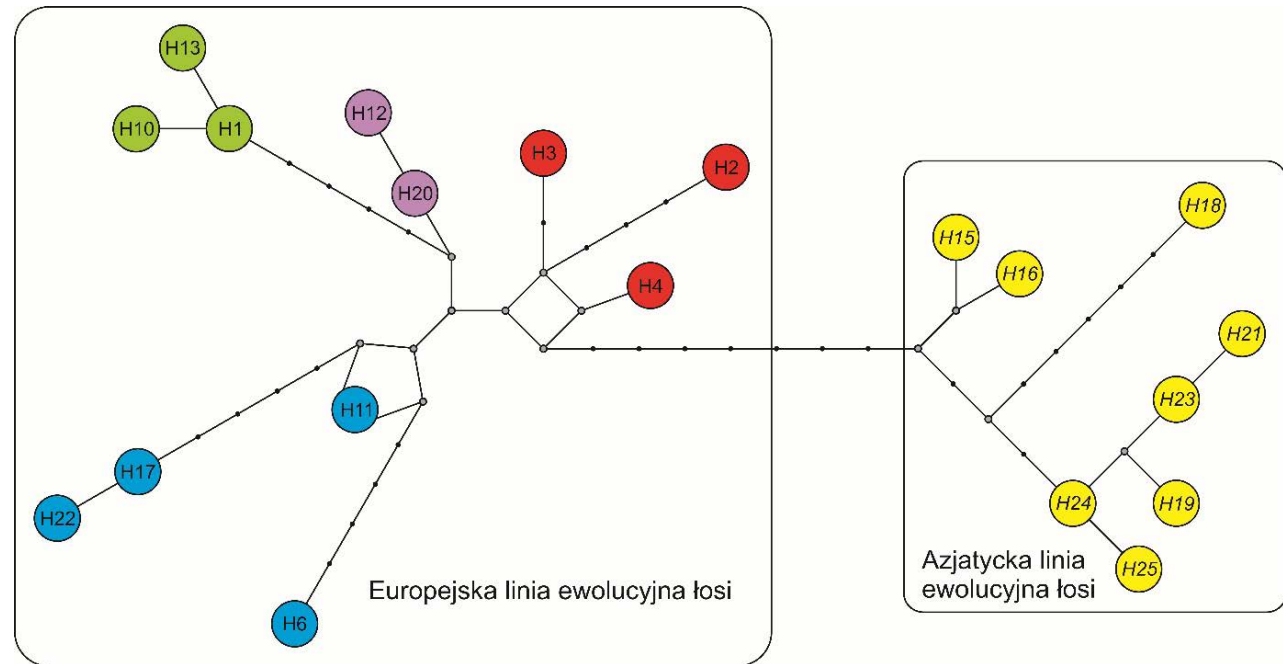
Reliktowa populacja łośia w dolinie Biebrzy – analizy markerów molekularnych o różnym sposobie dziedziczenia

Łoś od niepamiętnych czasów był ważnym i integralnym elementem fauny polskich lasów i bagien. Na początku XIX wieku nastąpiło załamanie liczebności populacji tego gatunku do tego stopnia, że na obszarze naszego kraju przetrwał on jedynie w lasach wokół Rajgrodu w dolinie Biebrzy, pozostając w znacznym stopniu w izolacji od pozostałych europejskich populacji łośi (Brincken, 1826). Kolejna dotkliwa redukcja liczebności łośi w Polsce miała miejsce podczas II wojny światowej. Autochtoniczną populacją, która przetrwała ten trudny czas, była grupa złożona z zaledwie kilku czy kilkunastu osobników zamieszkujących tereny bagienne w dolinie Biebrzy. Dane historyczne i ekologiczne zgromadzone w XX wieku dostarczały ważnych informacji, sugerujących, że biebrzańska populacja łośi może stanowić najdalej na zachód Europy wysunięty relikty dawnego, naturalnego zasięgu tego gatunku (Gębczyńska i Raczyński 2004), który niegdyś obejmował niemal całą Europę (Schmölcke i Zachos, 2005)

Na podstawie analiz regionu kontrolnego, będącego wysoce zmiennym fragmentem mitochondrialnego DNA (mtDNA-cr), Hundertmark i współpracownicy (2002) wyróżnili trzy główne ewolucyjne linie łośi na świecie: Azjatycką, Północnoamerykańską oraz Euro-

pejską. W obrębie linii Europejskiej, dzięki badaniom opartym o mtDNA-cr, Niedziałkowska i wsp. (2014) zidentyfikowali trzy wyraźnie odrębne kłady: Centralny, Wschodni i Zachodni. Jak donoszą Autorzy (2014), zasięg występowania łosi należących do kładu Zachodniego obejmuje przede wszystkim Norwegię, Szwecję, północną Finlandię oraz centralną Polskę, podczas gdy osobniki należące do kładu Centralnego występują na terenie Polski, Białorusi i Łotwy. Łosie należące do kładu Wschodniego spotykane są z kolei na całym obszarze kontynentalnego zasięgu gatunku oraz w zachodniej Syberii (Kholodova i wsp., 2014; Niedziałkowska i wsp., 2014; Kangas i wsp., 2015).

Jeżeli łosie z biebzańskiej populacji pozostawały przez długi czas w izolacji, to należy spodziewać się, że osobniki te wyróżniają się będą posiadaniem wariantów genetycznych mtDNA wyraźnie innych w porównaniu do pozostałych populacji tego gatunku. Podobne analizy z wykorzystaniem mtDNA pozwoliły Hundertmarkowi i jego współpracownikom (2002; 2006) wykazać istnienie dwóch reliktowych populacji łosi na skraju zwanego zasięgu występowania tego gatunku, mianowicie na Alasce oraz w Szwecji. Z wykorzystaniem analiz regionu kontrolnego mtDNA zidentyfikowano u łosi w Polsce 12 wariantów genetycznych (Świsłocka i wsp., 2013). Wszystkie stwierdzone w Polsce haplotypy należą do Europejskiej linii ewolucyjnej tego gatunku, w obrębie której grupują się w trzy kłady: Centralny, Wschodni i Zachodni. Klady Centralny wyróżnia się podziałem na haplotypy tworzące gałąź „Biebrza” (haplotypy H1, H10 i H13) i „Polesie” (haplotypy H12 i H20; ryc. 1). Co ważne, występowanie osobników posiadających warianty genetyczne należące do gałęzi „Biebrza” i „Polesie” jest ograniczone praktycznie do obszaru Polski (Świsłocka i wsp., 2013). Spośród zidentyfikowanych w Polsce haplotypów mtDNA-cr do kładu Wschodniego należą haplotypy: H2, H3 i H4 (ryc. 1). Odrębną grupę stanowią



Ryc. 1. Sieć ilustrująca pokrewieństwa filogenetyczne między 12 haplotypami regionu kontrolnego mitochondrialnego DNA u łosi w Polsce, należącymi do europejskiej linii ewolucyjnej tego gatunku

W obrębie linii europejskiej warianty genetyczne tworzą klady Wschodni (czerwony kolor: H2, H3, H4), Zachodni (niebieski kolor: H6, H11, H17, H22) oraz Centralny, który podzielony jest dodatkowo na gałąź „Biebrza” (zielony kolor: H1, H10, H13) i „Polesie” (fioletowy kolor: H12, H20). Do porównań zostały tu wykorzystane haplotypy mtDNA-cr opisane w literaturze dla łosi z linii azjatyckiej, grupującej warianty z Dalekiego Wschodu, Jakucji, Magadanu i Syberii (zaznaczone kursywą i żółtym kolorem: H15, H16, H18, H19, H21, H23–H25). Haplotypy z linii europejskiej i azjatyckiej różnią się 12 mutacjami, podczas gdy haplotyp H1 należący do gałęzi „Biebrza” różni się nie mniej niż 8 mutacjami od pozostałych wariantów genetycznych z linii europejskiej. Małe czarne kropki oznaczają brakujące haplotypy, natomiast krótkie odcinki oznaczają mutacje różniące poszczególne haplotypy. Rycina zmieniona za Świsłocka i wsp. (2013).

warianty genetyczne H6, H11, H17 i H22, które wchodzi w skład kładu Zachodniego.

Analizy mtDNA-cr dostarczyły dowodów potwierdzających reliktowy charakter łosi żyjących na bagnach biebzańskich. W populacji tej stwierdzone zostały zaledwie cztery warianty genetyczne mtDNA-cr, spośród których wariant H1, należący do filogenetycznej gałęzi „Biebrza” okazał się być unikalny w skali całej Europy

(Świsłocka i wsp., 2008). Jest on najprawdopodobniej śladem pozostawionym przez autochtoniczną grupę łosi, która zasiedliła obszar doliny Biebrzy po szczycie ostatniego zlodowacenia. Pozostałe trzy warianty genetyczne mtDNA-cr (H2, H3, H4) zidentyfikowane u biebzańskich łosi, okazały się być identyczne z haplotypami mtDNA-cr należącymi do kładu Wschodniego. Osobniki posiadające takie warianty genetyczne

są najprawdopodobniej imigrantami lub potomkami imigrantów, którzy dotarli do doliny Biebrzy przez północną bądź wschodnią granicę naszego kraju. Jednak w dolinie Biebrzy taki wschodni rodowód posiada zaledwie co piąty łoś (Świsłocka i wsp., 2013).

Analizy mtDNA-cr nie tylko potwierdziły reliktowy charakter biebrzańskich łośi, ale nieoczekiwanie wykazały również, że obok tej populacji obszar Polski w końcu XIX wieku zasiedlały także inne autochtoniczne, zróżnicowane grupy tego gatunku. Dziś ich potomkowie posiadają niezmiernie rzadko w Polsce występujące warianty genetyczne, które obok H1 tworzą w obrębie kładu Centralnego gałęzie „Biebrza” i „Polesie” (Świsłocka i wsp., 2013). Haplotypy H10 i H13 stwierdzone w polskich populacjach łośi z bardzo niskimi frekwencjami, mimo że nie zostały znalezione w biebrzańskiej populacji, razem z wariantem H1 tworzą wspólną gałąź ewolucyjną (ryc. 1). Stanowią one najprawdopodobniej ślad pozostawiony przez dużą autochtoniczną grupę łośi, która występowała w Polsce w końcu XIX wieku przed wystąpieniem bardzo surowego **efektu „wąskiego gardła”** (ang. *bottleneck*). Efekt „wąskiego gardła”, nazywany również efektem „szyjki butelki” odpowiada za spadek poziomu zmienności genetycznej. Dochodzi do tego w konsekwencji drastycznej redukcji liczebności całej populacji, będącej skutkiem takich wydarzeń jak katastrofy ekologiczne, choroby, czy też nadmierne polowania. Co ciekawe, łośie posiadające niezmiernie rzadko występujące w Polsce haplotypy H12 i H20 z gałęzi „Polesie”, mogą być potomkami osobników, które na początku XX wieku przetrwały na Polesiu. Wydają się potwierdzać to dane literaturowe, zgodnie z którymi w latach 30. XX wieku przeprowadzono translokację łośi właśnie z Polesia do Puszczy Białowieskiej (Samojlik, 2005). Dwa kolejne, nieliczne reprezentowane w Polsce haplotypy H17 i H22, należące do kładu Zachodniego, najprawdopodobniej stano-

wią pozostałość po kilkunastu łośiach, którym udało się przetrwać w XIX wieku na terenie Obecnego obwodu Kaliningradzkiego, a który w ówczesnym czasie stanowił część byłych Prus Wschodnich. Potomkowie tych osobników w pierwszej połowie XX wieku mogli dać początek dużej, złożonej z blisko 1300 osobników grupie łośi (Steinbach, 2009), która mogła skolonizować Polskę (Lenkowa i Panfil, 1973).

Reliktowy charakter biebrzańskiej populacji łośi potwierdziły również analizy genów zlokalizowanych na niepodlegającym rekombinacji **chromosomie Y**. Badania te są bardzo cenne, ponieważ stanowią uzupełnienie wiedzy na temat rozmieszczenia męskich linii ewolucyjnych i relatywnego wkładu samców w kształtowaniu struktury populacji (Hellborg i Ellegren, 2003). Geny występujące na chromosomie Y wyróżniają się zasadniczo małą zmiennością, która determinowana jest przez szereg czynników. Wydaje się, że w populacjach dziko żyjących ssaków, m.in. u łośia i jelenia, zredukowany polimorfizm w obrębie sekwencji genów chromosomu Y jest atrybutem właściwego dla tych gatunków systemu kojarzenia. Samce są bowiem płcią poligamiczną, w efekcie czego, mniejsza ich liczba wnosi swój wkład genetyczny do kolejnych pokoleń (Caballero 1995). W biebrzańskiej populacji łośi zidentyfikowane zostały dwa warianty genu *DBY14* zlokalizowanego na chromosomie Y. Wariant genetyczny H1-*DBY14*, który w biebrzańskiej populacji wystąpił z frekwencją 95%, okazał się być najczęstszym haplotypem nie tylko u samców (byków) łośi w Polsce, ale również na Litwie, Białorusi, Finlandii, Szwecji i Syberii (Świsłocka i wsp., 2013). Z kolei wariant genetyczny H2-*DBY14* praktycznie poza doliną nie został stwierdzony, przez co potwierdza on genetyczną unikalność tej populacji, odkrytą wcześniej w oparciu o analizy mitochondrialnego DNA. Haplotyp ten jest najprawdopodobniej śladem, jaki pozostawiły po sobie samce wywodzące się z autochtonicznej popu-

lacji, która dokonała postglacjalnej kolonizacji doliny Biebrzy.

Łosie biebrzańskie – reliktem biogeograficznym i genetycznym

Biebrzańską populację łośi tworzą potomkowie osobników, którym udało się przetrwać niekorzystne okresy klimatyczne plejstocenu oraz negatywną działalność człowieka. W skali Europy populacja ta wyróżnia się ograniczonym geograficznym zasięgiem występowania i relatywnie małą liczebnością, którą w 2011 r. oszacowano na około 950 osobników (Ratkiewicz i wsp., 2011). Dla porównania, warto przytoczyć dane o liczebności reliktovej populacji łośi w Szwecji, którą ocenia się na blisko 300.000–400.000 osobników (Charlier i wsp., 2008). Istotną cechą jest również położenie tej populacji na skraju zasięgu gatunku. Na podstawie tych danych możemy uznać biebrzańską populację łośi za relikտ biogeograficzny (właściwy). Zgodnie z podejściem Zimmermanna i wsp. (2010), populację biebrzańską należy sklasyfikować także jako relikտ genetyczny. Takie populacje reliktowe spotykane są w Europie najczęściej na południowym krańcu zasięgu gatunku i wyróżniają się posiadaniem unikalnych wariantów *genetycznych*.

Czy populacje reliktowe narażone są na wyginięcie?

Zarówno niska częstość występowania, jak również ograniczone rozprzestrzenienie powodują, że populacje reliktowe są szczególnie narażone na procesy losowe, w tym wyginięcie. Dodatkowo, pogłębione jest to przez postępujące zmiany klimatyczne i zaburzenia ekologiczne (Habel i wsp., 2010). W obliczu tych procesów wiele reliktowych gatunków współcześnie zagrożonych jest wyginięciem i umieszczone zostały w Czerwonych

Księgach Roślin i Zwierząt. Jako że stanowią one zasadniczy składnik ogólnej bioróżnorodności, ich ochrona powinna być jednym z priorytetów biologii konserwatorskiej. Zmusza nas do podejmowania działań, których celem jest przetrwanie teraz i w przyszłości gatunków i populacji, które z definicji są już przecież „ocalonymi z przeszłości”.

Może warto byłoby zastanowić się, czy biebrzańska populacja łośi nie powinna zostać wyróżniona jako specjalna jednostka zarządzania (ang. *management units*, MU; Crandall i wsp., 2000). Jednostki takie identyfikuje się w oparciu o dane ekologiczne i genetyczne (Avise, 1995). Dane ekologiczne i genetyczne, którymi dysponujemy, potwierdzają, że populacja łośi w dolinie Biebrzy jest odrębna genetycznie i demograficznie niezależna od innych populacji, w związku z czym powinna ona podlegać szczególnym zasadom ochrony i zarządzania.

Podziękowania

Podziękowania kieruję do prof. Mirosława Ratkiewicza za konstruktywne sugestie podczas pisania artykułu oraz do mgr Piotra Rode za wykonanie ryciny ilustrującej pokrewieństwa filogenetyczne między haplotypami mtDNA-cr u łośi.

Źródła finansowania badań

Badania finansowane były w ramach realizacji grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (nr NN304 024134) oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (nr 326/09/Wn50/NE-PR-IX/D).

Autorka Magdalena Świsłocka jest uczestniczką projektu „Stypendia dla doktorantów województwa podlaskiego”, współfinansowanego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Działanie 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.2 Regionalne Strategie Innowacji, ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, budżetu państwa oraz środków budżetu Województwa Podlaskiego.



Literatura

- Avise JC (1995). Mitochondrial DNA polymorphism and a connection between genetics and demography of relevance to conservation. *Conserv Biol.* 9:686-690.
- Benton MJ (2000). *Vertebrate Paleontology* (2nd edn), Backwell Science.
- Brincken J (1826). *Memoire descriptif sur la foret imperiale de Białowieża en Lithuanie*. N. Glücksberg, Warszawa.
- Caballero A (1995). On the effective size of populations with separate sexes, with particular reference to sex-linked genes. *Genetics*. 139:1007-1011.
- Cassel-Lundhagen A (2010). Peripheral Relict Populations of Wide-spread Species; Evolutionary Hotspots or Just More of the Same? pp. 267-275. [W]: Haber JC, Assmann T (ed.). *Relict Species. Phylogeography and Conservation Biology*.
- Charlier J, Laikre L, Ryman N (2008). Genetic structure and evidence of a local bottleneck in moose in Sweden. *J Wildlife Manage.* 72:411-415.
- Crandall KA, Bininda-Emonds ORP, Mace GM, Wayne RK (2000). Considering evolutionary processes in conservation biology. *TREE* 15:290-295.
- Finger A, Klank C (2010). Molecular Methods: Blessing or Curse? pp. 309-320. [W]: Haber JC, Assmann T (ed.). *Relict Species. Phylogeography and Conservation Biology*.
- Gębczyńska Z, Raczyński J (2004). łoś w Kotlinie Biebrzańskiej. pp. 5-19. [W]: *Sytuacja populacji łośia w Polsce*. Biebrzański Park Narodowy, Osowiec.
- Gullberg A, Olsson M, Tegelström H (1998). Colonization, genetic diversity, and evolution in the Swedish sand lizard, *Lacerta agilis* (Reptilia, Squamata). *Biol J Linn Soc.* 65:257-277.
- Habel JC, Assmann T, Schmitt T, Avise JC (2010). Relict Species: From Past to Future. pp. 1-5. [W]: Haber JC, Assmann T (ed.). *Relict Species. Phylogeography and Conservation Biology*.
- Hay JM, Subramanian S, Millar CD, Mohandesan E, Lambert DM (2008). Rapid molecular evolution in a living fossil. *Trends Genet.* 24:106-109.
- Hellborg L, Ellegren H (2003). Y chromosome conserved anchored tagged sequences (YCATS) for the analysis of mammalian male-specific DNA. *Mol Ecol.* 12:283-291.
- Hundertmark KJ, Bowyer RT, Shields GF, Schwartz CC, Smith MH (2006). Colonization history and taxonomy of moose *Alces alces* in southeastern Alaska inferred from mtDNA variation. *Wildlife Biol.* 12:331-338.
- Hundertmark KJ, Shields GF, Udina IG, Bowyer RT, Danilkin AA, Schwartz CC (2002). Mitochondrial phylogeography of moose (*Alces alces*): late Pleistocene divergence and population expansion. *Mol Phylogenet Evol.* 22:375-387.
- Joger U, Fritz U, Guicking D, Kalyabina-Hauf S, Nagy ZT, Wink M (2010). Relict Populations and Endemic Clades in Palearctic Reptiles: Evolutionary History and Implications for Conservation. pp. 119-143. [W]: Haber J, Assmann T (ed.). *Relict Species. Phylogeography and Conservation Biology*.
- Kangas VM, Kvist L, Kholodova M, Nygrén T, Danilov P, Panchenko D, Fraimout A, Aspi J (2015). Evidence of post-glacial secondary contact and subsequent anthropogenic influence on the genetic composition of Fennoscandian moose (*Alces alces*). *J Biogeogr.* 11:2197-2208.
- Keis M, Remm J, Ho SYW, Davison J, Tammeleht E, Tumanov IL, Saveljev AP, Männil P, Kojola I, Abramov AV, Margus T, Saarma U (2013). Complete mitochondrial genomes and a novel spatial genetic method reveal cryptic phylogeographical structure and migration patterns among brown bears in north-western Eurasia. *J Biogeogr.* 40:915-927.
- Kholodova MV, Korytin NS, Bolshakov VN (2014). The role of the Urals in the genetic diversity of the European moose subspecies (*Alces alces alces*). *Biology Bulletin.* 41:522-528.
- Lenkowa A, Panfil J (1973). łoś na ziemiach polskich. *Studia Naturae, Seria B*, nr 25. Warszawa – Kraków.
- Lomolino MV, Riddle B, Brown JH (2006). *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland, MA USA.
- Niedziałkowska M, Hundertmark KJ, Jędrzejewska B, Niedziałkowski K, Sidorovich VE, Górny M, Veeroja R, Solberg EJ, Laaksonen S, Sand H, Solovvey VA, Shkvyria M, Tiainen J, Okhlopkov IM, Juškaitis R, Done G, Borodulin VA, Tulandoin EA, Jędrzejewski W (2014). Spatial structure in European moose (*Alces alces*): genetic data reveal a complex population history. *J Biogeogr.* 41:2173-2184.
- Ratkiewicz M, Bereszyński A, Głowaciński Z, Borkowska A, Borowski J, i in. (2011). Strategia ochrony i gospodarowania populacją łośia. Białystok.
- Samojlik T (2005). Ochrona i łowy. Puszcza Białowiecka w czasach królewskich. Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk. Białowieża. Schmöclcke U, Zachos FE (2005). Holocene distribution and extinction of the moose (*Alces alces*, Cervidae) in Central Europe. *Mamm Biol.* 70:329-344.
- Steinbach HJ (2009). Elchwild überlebt in Ostpreußen. *Wild und Hund.* 17:17-21.
- Świsłocka M, Czajkowska M, Duda N, Danyłow J, Owadowska-Cornil E, Ratkiewicz M (2013). Complex patterns of population genetic structure of moose, *Alces alces*, after recent spatial expansion in Poland revealed by sex-linked markers. *Acta Theriol.* 58:367-378.
- Świsłocka M, Ratkiewicz M, Borkowska A, Komenda E, Raczyński J (2008). Mitochondrial DNA diversity in moose, *Alces alces* from Northeastern Poland: evidence for admixture in bottlenecked

relict population in the Biebrza valley. *Ann Zool Fenn.* 45:360-365. Woolbright SA, Whitham TG, Gehring CA, Allan GJ, Bailey JK (2014). Climate relicts and their associated communities as natural ecology and evolution laboratories. *Trends Ecol Evol.* 29:406-416.

Zimmermann M, Vischer-Leopold M, Ellwanger G, Szymank A, Schröder E (2010). The EU Habitats Directive and the German Natura 2000 Network of Protected Areas as Tool for Implementing the Conservation of Relict Species. pp. 323-340. [W]: Haber JC, Assmann T (ed.). *Relict Species. Phylogeography and Conservation Biology.*

Relict populations – natural laboratories

Magdalena Świsłocka

A relict populations play an important role in the sustainability of the species. There are a determinant of their evolutionary potential and an essential component of intraspecific biodiversity. A relict populations can be defined as distinctive populations or species that typically are few in number or small in size, and severely restricted in geographic range. Relict populations are, almost by definition, “survivors”, and interpreted usually as a trace, from the past. They are considered as natural laboratories for investigating how long-term environmental change impacts species and populations. Molecular markers, which are biological macromolecules, are the ideal tool used to identify the origin and type of relict populations or species. Genetic analysis of mitochondrial DNA and Y-chromosome markers confirmed that moose population in the Biebrza valley (north-eastern Poland) is a relict group of this species.

Key words: chromosome Y, Biebrza valley, bottleneck, moose, molecular markers, mitochondrial DNA, relict populations

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń:
 - przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne;
 - przedstawia związki między strukturą a funkcją na różnych poziomach organizacji życia;
 - przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem.
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł, w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- V. Rozumowanie i argumentacja. Uczeń
 - objaśnia i komentuje informacje,
 - odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji,
 - dostrzega związki między biologią a innymi dziedzinami nauk przyrodniczych i społecznych.

Treści nauczania:

- 7.3.4. Ekologia. Zależności międzygatunkowe. Uczeń wymienia czynniki sprzyjające rozprzestrzenianiu się pasożytów (patogenów).

Ocena wartości obszarów przyrodniczo cennych i ich wpływ na wartość nieruchomości

Natalia Karolina Sławińska, Jarosław Świdziński

zgodność z PP – zob. s. 20

Streszczenie:

Obszary przyrodniczo cenne są integralną częścią środowiska, w którym żyje człowiek. Środowisko stanowi ogół wzajemnie powiązanych ze sobą elementów pochodzenia naturalnego i antropogenicznego. Degradacja środowiska, która następuje w wyniku działalności człowieka, sprawiła, że zaczęto prawnie chronić szczególnie cenne obszary. Obszarami cennymi pod względem przyrodniczym są również tereny nieobjęte ochroną prawną.

Publikacja prezentuje metodę oceny cenności przyrodniczej obszaru. Ocena cenności określona na podstawie zaproponowanej metody jest obiektywna, ponieważ bazuje na danych statystycznych. Przeprowadzenie takiej oceny jest szczególnie przydatne w chwili określania wartości danego obszaru lub nieruchomości. Jej wynik może posłużyć przy ustalaniu cech nieruchomości oraz różnicowania jej wartości.

Słowa kluczowe: obszary przyrodniczo cenne, ocena obszarów, wartość

otrzymano: 15.05.2015; przyjęto: 2.09.2015; opublikowano: 30.06.2016



mgr Natalia Karolina Sławińska:

Katedra Ekonomiki Przestrzennej i Środowiskowej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
e-mail: natalia_slawinska@interia.pl



mgr inż. Jarosław Świdziński:

Katedra Planowania i Inżynierii Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
e-mail: jaroslaw.swidynski@uwm.edu.pl

Wprowadzenie

Środowisko przyrodnicze, w którym żyje człowiek, stanowi zbiór ściśle ze sobą powiązanych elementów. Na przestrzeni wieków człowiek zmieniał środowisko, doprowadzając niekiedy do jego degradacji i zniszczenia. Wyróżnić można dwa rodzaje środowiska: antropogeniczne i naturalne. Środowisko antropogeniczne to głównie miasta i przestrzeń zmieniona przez człowieka w dużym stopniu. Najpowszechniej w Polsce i w Europie występuje środowisko przekształcone przez człowieka (krajobraz kulturowy), ale niecałkowicie zmienione (jak ma to miejsce w miastach). Środowisko naturalne stanowi zaś przestrzeń najbardziej dziką i niedostępną. Jest to przestrzeń najmniej zmieniona przez działalność człowieka, która od setek lat kształtowana jest tylko i wyłącznie przez siły natury. Ludzie oddziałują na obie

te grupy w różnym stopniu – pośrednim lub bezpośrednim, oraz z różną intensywnością.

Chcąc chronić szczególnie cenne elementy przyrody, ustanowiono ich ochronę prawną. Walory prawnie chronionej przyrody wpływają na otoczenie oraz na jego wartość. Jednak nie tylko środowisko przyrodnicze objęte prawną formą ochrony cechuje się swojego rodzaju cennością przyrodniczą. Obszarami przyrodniczo cennymi mogą być: lasy, rzeki, jeziora, łąki i inne elementy środowiska i krajobrazu. Tego rodzaju obiekty przestrzenne i obszary stanowią o wartości swojego najbliższego otoczenia.

Celem artykułu jest przedstawienie metody oceny i klasyfikacji obszarów ze względu na ich cenność przyrodniczą oraz zaprezentowanie podejść i metod, dzięki którym można określić wartość rynkową obszarów przyrodniczo cennych.



Ryc. 1. Podział zasobów środowiska

Źródło: oprac. własne na podstawie: Łaguna i Witkowska-Dąbrowska (2010).

Środowisko i jego zasoby

Środowisko jest przestrzenią, w której żyje, pracuje i rozwija się człowiek. Określa je szereg relacji i powiązań pomiędzy jego komponentami – zarówno ożywionymi (flora, fauna), jak i nieożywionymi (środowisko abiotyczne). Środowisko zdefiniowane jest prawnie w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska jako „ogół elementów przyrodniczych, w tym przekształconych przez działalność człowieka, a w szczególności: powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, krajobraz, klimat oraz pozostałe elementy różnorodności biologicznej, a także wzajemnie oddziaływania między tymi elementami”.

Zasoby środowiska cechują się: rzadkością, ograniczonością, dostępnością, rozmieszczeniem, stopniem przekształcenia oraz zanieczyszczeniem. Cechy te jednocześnie decydują o ich wartości. Zasoby można podzielić na dwie grupy: naturalne i sztuczne (ryc. 1).

Naturalne istnieją niezależnie od działalności człowieka, choć działalność ta może je modyfikować. Dzieli się one na zasoby niewyczerpywalne i wyczerpywalne, z których wyróżniamy zasoby nieodtwarzalne i odtwarzalne. Elementy, jakie wytworzył człowiek, noszą miano zasobów sztucznych, na które składają się zasoby materialne i niematerialne. Zasoby sztuczne można podzielić na dwie grupy: takie, które zwiększają wartość użytkową środowiska, i takie, które tę wartość zmniejszają (Łaguna i Witkowska-Dąbrowska, 2010, 11-48).

Korzystanie z przestrzeni oraz zasobów przyrody ożywionej i nieożywionej w Polsce odbywa się zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Wymaga to od ludzi stałego kompromisu podczas wykorzystania zasobów w związku z potrzebami gospodarczymi i społecznymi, a także z zachowaniem w dobrym stanie owych zasobów dla przyrody i przyszłych pokoleń (Zalewska i wsp., 2013, 13).

Ocena obszarów cennych przyrodniczo

Obecnie istnieje wiele sposobów oceny i waloryzacji obszarów przyrodniczych, krajobrazów oraz przestrzeni. Obecnie w literaturze można spotkać metody waloryzacji bazujące na ocenie subiektywnej badacza, których wyniki mogą być rozbieżne u różnych osób. Dlatego najlepszymi metodami wydają się metody obiektywne bazujące na konkretnych metodach oceny. Jednak i te metody niosą ze sobą pewne ryzyko nieprawidłowości, wynikłe z braku „klucza interpretacyjnego” dla unikatowych walorów środowiskowych. Najczęściej stosowane są metody: pól podstawowych oceny, metoda Bogdanowskiego, krzywej wrażeń Wiecherta, metoda Sohngena, Bajerowskiego, Kowalczyka czy metoda fotograficzna. Każda z metod polega na przypisaniu odpowiedniej wartości dla sztucznie podzielonej przestrzeni i porównaniu jej z innymi miejscami. Metody często są bardzo rozbudowane aby badacz potrafił trafnie ocenić i określić stan badanego obszaru (Senetra i Cieślak, 2004, 7–53). Zdaniem autorów przedstawiona poniżej metoda oceny obszarów przyrodniczych jest najtrafniejsza, a tym samym najlepsza do stosowania, i charakteryzuje się najmniejszym wpływem odczuć osoby badającej dany obszar na wynik tej oceny. Metoda ta bazuje na analizie danych statystycznych oraz zagospodarowania terenu.

Obszary przyrodniczo cenne są różnie definiowane; nie są też one precyzyjnie zdefiniowane w polskim prawie. Stwarza to problem w opracowaniu jasnych i jednolitych kryteriów do wydzielania takich obszarów w przestrzeni. Obszary cenne pod względem przyrodniczym można podzielić na podstawie różnych kryteriów: cech przyrodniczych (lasy, wody, skały itp.), pełnionej przez nie funkcji w środowisku (tereny rekreacyjne, obszary buforowe, korytarze ekologiczne) oraz ze względu na ich status prawny (obszary chronione prawem mię-

dzynarodowym, krajowym i lokalnym, obszary niepodlegające ochronie prawnej) (Łaguna i Witkowska-Dąbrowska, 2010, 66). Obszar przyrodniczo cenny przede wszystkim definiuje wysoka różnorodność biologiczna. Jednak z różnorodnością biologiczną wiążą się zasoby naturalne i kulturowe, które stanowią całość. Jedność tę należy zachować w miarę niezmiennym stanie dla przyszłych pokoleń. Takie obszary przyrodniczo cenne powinny posiadać również strefę buforową – teren otuliny. Ogólnie ujmując, obszar przyrodniczo cenny powinien służyć zaspokojeniu potrzeb wypoczynkowych, turystycznych, zdrowotnych, kulturowych, estetycznych, edukacyjno-naukowych i innych (Dobrzański, 2000; Jalinik, 2009). Z ekonomicznego punktu widzenia obszar przyrodniczo cenny to taki obszar, którego różnorodność biologiczna i krajobrazowa stanowi lub może stanowić dominujące uwarunkowanie działalności gospodarczej. Na tę działalność mają wpływ walory przyrodnicze, które wymagają odpowiedniej oceny oraz zastosowania dopuszczonych praktyk i rozwiązań technicznych. Dotyczy to zarówno terenów przewidzianych pod zainwestowanie, jak i obszarów cennych przyrodniczo (Zalewska i wsp., 2013, 13).

Ocena walorów przyrodniczych obszarów lub pojedynczych obiektów i ich wrażliwości na zmiany środowiskowe przeprowadzona jest za pomocą różnego rodzaju ekspertyz. Dlatego też ekspertyzy przyrodnicze wykorzystywane są w obszarowej i obiektowej ochronie przyrody, monitoringu gatunkowego, biologicznej ocenie stanu środowiska oraz w planowaniu przestrzennym i gospodarczym zainwestowaniu terenu. Dla zagospodarowania przestrzeni ważne są wszystkie uwarunkowania, jakie mają wpływ na dany obszar. Głównymi dokumentami wykorzystywanymi w tej dziedzinie rozwoju są: ekspertyza ekofizjograficzna do planu zagospodarowania przestrzennego, ekspertyza rolno-środowiskowa oraz ekspertyza przyrodnicza do rapor-

tu oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko (Zalewska i wsp., 2013, 14-16).

Obszary przyrodniczo cenne (poza tymi chronionymi prawnie) utożsamić można z terenami cennymi ekologicznie, a ich wyodrębnienie uzależnić od trzech parametrów:

- „mocy ekologicznej” – formy użytkowania uzależnionej od rodzaju użytku gruntowego i mierzonej procentowym udziałem poszczególnych użytków gruntowych;
- zanieczyszczenia środowiska i stopnia zdegradowania poszczególnych elementów środowiska;
- stopnia ochrony naturalnych elementów środowiska mierzonego ilością bądź wielkością elementów środowiska prawnie chronionych.

Zauważalne są silne relacje pomiędzy wyżej wymienionymi czynnikami. Większy stopień urbanizacji to większe zanieczyszczenie i przekształcenie naturalnego środowiska. Wzrost stężenia zanieczyszczeń niszczy naturalny ekosystem i powoduje jego degradację. Ochrona prawna przyrody wprowadza zakazy i ograniczenia w sposobie użytkowania i wykorzystania obszarów cennych. Dzięki temu minimalizuje się negatywny wpływ antropogenizacji na środowisko przyrodnicze (Bajerowski i wsp., 1997).

Ocenę cenności przyrodniczej można zastosować w przypadku zarówno poszczególnych nieruchomości, jak i większych terenów – miast, gmin, podregionów. Proces wyznaczania obszarów cennych pod względem przyrodniczym oraz określenie cenności przyrodniczej nieruchomości do celów szacowania nieruchomości może przebiegać według poniższego opisu (Bajerowski i wsp., 1997, 77).

„Moc ekologiczna” – forma użytkowania

Moc ekologiczna formy użytkowania terenu należy określić według średniej ważonej, przy czym wagę stanowi udział poszczególnych użytków gruntowych:

$$W_{Em} = \frac{P_1 m_1 + P_2 m_2 + \dots}{\sum P}$$

gdzie:

W_{Em} – moc ekologiczna formy użytkowania terenu,

P – powierzchnia użytku gruntowego,

m – liczba punktów „mocy ekologicznej” użytku gruntowego.

W zależności od liczby uzyskanych punktów wyróżniono cztery stopnie „mocy ekologicznej”: Stopień I zawiera się w przedziale 7–10 punktów i na jego podstawie można określić formę użytkowania jako dobrą. Średnia forma użytkowania terenu przypada na II stopień mocy ekologicznej, który ogranicza punktacja 5–6. III stopień to mała ocena form użytkowania, natomiast IV jest określanym mianem bardzo małej, punkty w tych stopniach rozkładają się, odpowiednio, 3–4 i 0–2 (Bajerowski i wsp., 1997, 79).

Zanieczyszczenie środowiska i stopień zdegradowania poszczególnych jego elementów

Zanieczyszczenie środowiska spowodowane jest emisją bezpośrednią lub pośrednią zanieczyszczeń powstałych w wyniku działalności człowieka. Emitowane zanieczyszczenia w postaci substancji (ciekłych, stałych, gazowych) oraz energii, hałasu, wibracji i pola elektromagnetycznego negatywnie oddziałują na elementy środowiska, takie jak powietrze, wody, glebę.

Dopuszczalne możliwe stężenia i ilości emisji zanieczyszczeń regulują przepisy prawa, takie jak:

- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu,
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych.

Cecha: rodzaj użytku gruntowego	Liczba punktów „mocy ekologicznej” – m
Las starszy	10
Las naturalny	10
Monokultura leśna	8
Las na gruntach porolnych	7
Zadrzewienia	6
Łąki	5
Pastwiska	4
Sady	3
Grunty orne	1
Drogi utwardzone	0
Drogi gruntowe	0
Inne tereny komunikacyjne	0
Tereny zabudowane	
Jednorodzinna wolno stojąca	2
Jednorodzinna	1
Wielorodzinna	0
Przemysłowa	-1
Tereny zielone	5
Nieużytki	
Pochodzenia naturalnego (torfowiska, obszary małej retencji)	5
Pochodzenia antropogenicznego (zdegradowana gleba)	2
Obszary zdegradowane	0
Składowiska odpadów, oczyszczalnie ścieków itp.	-1
Inwestycje mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko	-1
Wyrobiska i kopalnie	0
Wody	
Stojące	5
Płynące	5
Rowy	3

Tabela 1. Określenie liczby punktów „mocy ekologicznej” użytku gruntowego

Źródło: oprac. własne na podstawie (Bajerowski i wsp., 1997) i (Łąguna i Witkowska-Dąbrowska, 2010)

wych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji środowiskowych,

- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku,

Element środowiska	Poziom zanieczyszczenia	Liczba punktów
Powietrze	Mieści się normie	3
	20% przekracza normę	2
	20-50% przekracza normę	1
	> 50% przekracza normę	0
Hałas	Mieści się normie	3
	20% przekracza normę	2
	20-50% przekracza normę	1
	> 50% przekracza normę	0
Wody	Brak wód, I klasa	4
	II klasa	3
	III klasa	2
	IV klasa	1
	V klasa	0
Elektromagnetyczne promieniowanie niejonizujące	Brak źródeł	3
	Poza II strefą	2
	II strefa	1
	I strefa	0
Zanieczyszczenie gleb (odległość od drogi)	> 90 m	3
	60-90 m	2
	30-60 m	1
	< 30 m	0
Odpady (odległość od składowiska)	> 500 m	3
	300-500 m	2
	100-300 m	1
	< 100 m	0

Tabela 2. Stopień zanieczyszczenia poszczególnych elementów środowiska

Źródło: oprac. własne na podstawie (Bajerowski i wsp., 1997) oraz ustawy z 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska i jej aktów wykonawczych.

- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów,
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi,
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych

Liczba punktów	Stopień zanieczyszczenia środowiska	Ocena zanieczyszczenia środowiska
12-18	I	Bardzo małe
9-12	II	Małe
5-9	III	Średnie
0-5	IV	Duże i bardzo duże

Tabela 3. Ocena ogólna stopnia zanieczyszczenia środowiska

Źródło: oprac. własne na podstawie (Bajerowski i wsp., 1997) i (Łąguna i Witkowska-Dąbrowska, 2010).

Element środowiska	Występowanie elementu na nieruchomości lub nieruchomości w stosunku do tych elementów	Liczba punktów
Pomnik przyrody	na nieruchomości	3
	na sąsiedniej nieruchomości	2
	brak	0
Rezerwat przyrody Park narodowy	nieruchomość na obszarze PN lub RP	4
	część nieruchomości na obszarze PN lub RP	2
	nieruchomość w sąsiedztwie PN lub RP	1
	brak	0
Park krajo- brazowy Natura 2000	nieruchomość na obszarze PK lub N2000	4
	część nieruchomości na obszarze PK lub N2000	2
	nieruchomość w sąsiedztwie PK lub N2000	1
	brak	0
Inne obszary chronione*	nieruchomość na obszarze chronionym	3
	część nieruchomości na obszarze chronionym	2
	nieruchomość w sąsiedztwie obszaru chronionego	1
	brak	0

poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sprawdzaniu dotrzymania tych poziomów.

Stopień zanieczyszczenia poszczególnych elementów środowiska proponuje się określić na podstawie stosunku ich stężenia do przyjętej normy. Skala punktowa jest treścią tabeli 2.

Następnie, po przypisaniu każdemu komponentowi środowiska odpowiedniej liczby punktów sumujemy je i odnosimy do zaproponowanej w tabeli 3 klasyfikacji oceny ogólnej stopnia zanieczyszczenia środowiska.

Stopień ochrony prawnej elementów środowiska

Stopień ochrony elementów środowiska mierzony jest ilością bądź wielkością, występującego elementu środowiska, który podlega ochronie prawnej. Stopień ten można określić za pomocą skali punktowej przedstawionej w tabeli 4.

Aby określić ocenę naturalnych elementów środowiska danego obszaru, należy zsumować przypisane

Tabela 4. Stopień ochrony naturalnych elementów środowiska

* Obszary chronione na podstawie ustawy o ochronie przyrody: obszar chronionego krajobrazu, stanowisko dokumentacyjne, użytek ekologiczny, zespół przyrodniczo-krajobrazowy

Źródło: oprac. własne na podstawie (Bajerowski i wsp., 1997)

punkty na podstawie tabeli 4. Otrzymałą sumę punktów porównuje się z klasyfikacją przedstawioną w tabeli 5.

Ocenę obszaru pod względem jego cenności przyrodniczej określa się na podstawie przypisanych wcześniej ocen trzech parametrów. Proponuje się, aby przypisane wcześniej stopnie przeliczyć na skalę punktową, która przyporządkuje poszczególnym parametrom punkty cenności ekologicznej:

- I stopień – 4 punkty,
- II stopień – 3 punkty,
- III stopień – 2 punkty,
- IV stopień – 1 punkt.

Kolejnym krokiem jest zsumowanie uzyskanych punktów, a otrzymany wynik pozwala określić stopień cenności obszaru według zasad zawartych w tabeli 6.

Ocena cenności przyrodniczej obszaru całej gminy lub miejscowości

Procedura oceny cenności ekologicznej gminy lub miejscowości jest tożsama z procedurą oceny cenności ekologicznej mniejszych obszarów – nieruchomości. Jednak ze względu na wielkość ocenianego obszaru procedura podlega modyfikacji, głównie przy ocenie stopnia zanieczyszczenia środowiska. Oceniając stopień zanieczyszczenia środowiska gminy lub miejscowości, należy wziąć pod uwagę:

- sposób ogrzewania domostw,
- źródła energii wykorzystywanej przy ogrzewaniu,
- sposób zbiórki odpadów,
- obecność składowiska i jego rodzaj,
- obecność tzw. „dzikich składowiska śmieci”,
- uzbrojenie terenu w kanalizację i oczyszczalnię ścieków,
- liczbę obiektów emitujących elektromagnetyczne promieniowanie niejonizujące.

Liczba punktów	Ocena ochrony naturalnych elementów środowiska	
	Stopień ochrony	Ocena stopnia
7–10	I	Dobra
5–6	II	Średnia
3–4	III	Mała
0–2	IV	Bardzo mała

Tabela 5. Ocena stopnia ochrony naturalnych elementów środowiska

Źródło: Bajerowski i wsp., 1997, 80.

Liczba punktów	Stopień cenności przyrodniczej
3–5	Obszar niecenny
6–7	Obszar o małej cenności
8–9	Obszar o średniej cenności
10–12	Obszar o dużej cenności

Tabela 6. Stopień cenności ekologicznej obszaru

Źródło: Bajerowski i wsp., 1997, 89.

Ocenę stopnia zachowania elementów przyrody proponuje się przeprowadzić w sposób analogiczny jak opisano w punkcie 3.3. Modyfikacja powinna uwzględnić zmiany odnośnie do przypisania punktów powiązanych z ilością i udziałem elementów prawnie chronionych w powierzchni ogólnej gmin/miejscowości. Punktację stopnia zachowania elementów naturalnych w gminie/miejscowości zaprezentowano w tabeli 7.

Podczas oceniania dużych jednostek, takich jak gmina czy miejscowość, dodatkowo powinno się uwzględnić stopień zaludnienia jako czwartą składową w procedurze oceny. Stopień zaludnienia jest jednocześnie miernikiem poziomu antropopresji. Tabela 8 zawiera proponowaną punktację dla miernika antropopresji,

Element środowiska	Liczba [sztuk/1000 ha] lub [%] powierzchni gminy/miejscowości	Liczba punktów
Pomnik przyrody	powyżej 5	3
	5	2
	1-4	1
	brak	0
Rezerwat przyrody Park narodowy	powyżej 50,0%	4
	25,1-50,0%	3
	10,1-25,0%	2
	1,0-10,0%	1
	brak	0
Park krajobrazowy Natura 2000	powyżej 50,0%	4
	25,1-50,0%	3
	10,1-25,0%	2
	1,0-10,0%	1
	brak	0
Inne obszary chronione*	powyżej 0,20%	3
	0,11-0,20%	2
	poniżej 0,10%	1
	brak	0

Tabela 7. Stopień ochrony naturalnych elementów środowiska na terenie gminy lub miejscowości

* Obszary chronione na podstawie ustawy o ochronie przyrody: obszar chronionego krajobrazu, stanowisko dokumentacyjne, użytek ekologiczny, zespół przyrodniczo-krajobrazowy

Źródło: oprac. własne na podstawie: Bajerowski i wsp., 1997.

Zaludnienie [osób/km ²]	Liczba punktów
≤10	0
11-20	-1
21-40	-2
41-80	-3
>80	-4

Tabela 8. Miernik obciążenia antropologicznego obszaru

Źródło: Bajerowski i wsp., 1997, 90.

którą powinno się uwzględnić przy ocenie cenności przyrodniczej/ekologicznej gminy lub miejscowości.

Ocenę gminy lub miejscowości pod względem cenności przyrodniczej określa się analogicznie jak dla mniejszych obszarów – nieruchomości. Przypisane wcześniej w czterech etapach stopnie należy zamienić na punkty, które następnie odnosić się do klasyfikacji z tabeli 6. Tak przeprowadzona procedura pozwala określić stopień cenności przyrodniczej danej gminy lub miejscowości.

Wycena obszarów cennych przyrodniczo/ekologicznie

Wycena obszarów cennych ekologicznie to opinia o ich wartości, jaką przedstawiają dla człowieka. Opinia ta ma duże znaczenie w racjonalnym zagospodarowaniu obszarów przyrodniczo cennych (Łąguna i Witkowska-Dąbrowska, 2010, 90). Szacować wartość nieruchomości zgodnie z polskim prawem może rzeczoznawca majątkowy.

Podejścia, metody i techniki wyceny nieruchomości są uregulowane w:

- ustawie z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami,
- rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 21 września 2004 r. w sprawie wyceny nieruchomości i sporządzenia operatu szacunkowego.

Dodatkowo istnieją opracowania pomocnicze, które mają charakter uzupełniający – standardy zawodowe rzeczoznawców majątkowych. Dopuszczalne przez polskie prawo podejścia, metody i techniki wyceny nieruchomości przedstawione zostały w tabeli 9.

Najczęściej stosowane jest podejście porównawcze. Podejście to polega na określeniu wartości nieruchomości przy założeniu, że jej wartość odpowiada cenom, jakie uzyskano za nieruchomości podobne na wolnym

Podejście	Metody	Techniki	Rodzaj określanej wartości
Porównawcze	Porównywania parami	-	Wartość rynkowa
	Korygowania ceny średniej	-	
	Analizy statystycznej rynku	-	
Dochodowe	Inwestycyjna	Kapitalizacji prostej	Wartość rynkowa
		Dyskontowania strumieni dochodów	
	Zysków	Kapitalizacji prostej	
		Dyskontowania strumieni dochodów	
Kosztowe	Kosztów odtworzenia	Szczegółowa	Wartość odtworzeniowa
		Elementów scalonych	
		Wskaźnikowa	
	Kosztów zastąpienia	Szczegółowa	
		Elementów scalonych	
		Wskaźnikowa	
Mieszane	Pozostałościowa		Wartość rynkowa
	Kosztów likwidacji	Szczegółowa	
		Elementów scalonych	
		Wskaźnikowa	
	Wskaźników szacunkowych gruntu		

Tabela 9. Podejścia, metody i techniki szacowania nieruchomości
Źródło: oprac. własne na podstawie: ustawy z 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami oraz rozporządzenia Rady Ministrów z 21.09.2004 r. w sprawie wyceny nieruchomości i sporządzania operatu szacunkowego.

rynku. Ceny te koryguje się ze względu na cechy różniące porównywane nieruchomości oraz o trend zmiany cen w czasie. Podejście to jest stosowane, gdy znane są ceny i cechy nieruchomości podobnych do nieruchomości wycenianej. Podejście dochodowe polega na założeniu, że potencjalny nabywca nieruchomości uzależni jej cenę od spodziewanego dochodu, jaki ta nieruchomość mu przyniesie. Podejście to stosuje się w przypadkach kiedy nieruchomość przynosi lub może przynieść dochód. Jest to podejście najczęściej stosowane do określania wartości nieruchomości komercyjnych. Podejście kosztowe zakłada że nieruchomość jest warta tyle, ile wynosi koszt jej odtworzenia z uwzględnieniem

stopnia jej zużycia. W tym podejściu oddzielnie określa się koszt nabycia gruntu i koszt odtworzenia części składowych. Podejście mieszane stanowi kompilację pozostałych podejść. W podejściu tym stosuje się zasady obowiązujące w innych podejściach w zależności od możliwości ich wykorzystania (ustawa o gospodarce nieruchomościami, art. 153).

Przy zastosowaniu powyżej scharakteryzowanych podejść określana jest wartość rynkowa lub odtworzeniowa nieruchomości. Wartość rynkowa jest najprawdopodobniejszą ceną nieruchomości, jaką można uzyskać za nią na rynku. Aby wartość była traktowana jako rynkowa, nieruchomość powinna istnieć na rynku wy-

starczająco długo, by strony mogły negocjować lepszą dla siebie cenę, oraz musi zostać spełniony warunek niezależności stron. Transakcja musi również odbyć się bez przymusu. Wartość odtworzeniowa nieruchomości równa jest kosztom jej odtworzenia z uwzględnieniem stopnia jej zużycia (ustawa o gospodarce nieruchomościami, art. 151).

Wartość odtworzeniową dla obszarów przyrodniczo cennych jest niezwykle trudno określić ze względu na fakt, że nie ma możliwości odtworzenia identycznego w parametrach środowiska przyrodniczego. Dlatego też do określenia wartości obszarów przyrodniczo cennych stosuje się najczęściej metody, w wyniku których otrzymamy wartość rynkową.

Podsumowanie

Przedstawiona w artykule metoda określania stopnia cenności przyrodniczej nieruchomości bądź większego obszaru stanowi propozycję określenia stopnia zróżnicowania pomiędzy poszczególnymi elementami otoczenia. Przedstawiona metoda do klasyfikacji wykorzystuje podstawowe cechy charakteryzujące nieruchomość, takie jak: forma użytkowania terenu, zanieczyszczenie środowiska oraz obecność chronionych prawem form ochrony przyrody. Wybór takich kryteriów pozwala zminimalizować odczucia osoby, która taką ocenę przeprowadza, ponieważ do jej wykonania wykorzystuje się dane liczbowe niepodlegające takim odczuciom.

Określenie wartości rynkowej nieruchomości odbywa się na podstawie przepisów prawa. Wycena obszarów przyrodniczo cennych jest kłopotliwa ze względu na brak danych rynkowych; dotyczy to głównie obszarów objętych w całości lub w części prawną formą ochrony środowiska. Zaproponowana metoda oceny cenności ekologicznej pozwala w pewnym stopniu

określić wpływ warunków środowiskowych na wartość rynkową nieruchomości.

Literatura

- Bajerowski T, Cymerman R, Nowak A, Szuchta J, Szczepańska A, Turkowski K (1997). *Wycena i gospodarowanie nieruchomości na obszarach cennych ekologicznie*. Zielona Góra: Wydawnictwo Zachodniego Centrum Organizacji.
- Dobrzański G (2000). *Rozważania na temat obszarów przyrodniczo cennych*, Politechnika Białostocka, Białystok. Maszynopis.
- Jalinik M (2009). *Zarządzanie gospodarstwem ekoagroturystycznym na obszarach przyrodniczo cennych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej Ekonomia i Zarządzanie- Zeszyt 14. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok.
- Łaguna T M, Witkowska-Dąbrowska M [red.] (2010). *Zarządzanie zasobami środowiska*. Białystok: Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko.
- Senetra A., Cieślak I. (2004) *Kartograficzne aspekty oceny i waloryzacji przestrzeni*. Olsztyn: Wydawnictwo UWM.
- Zalewska A, Komosiński K, Krupa R, Kołodziej P, Szydłowska J (2013). *Metody wykonywania waloryzacji przyrodniczych*. Olsztyn: Wydawnictwo Mantis.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tekst jedn.: Dz.U. 2013, poz.1232 z późn.zm.).
- Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami (tekst jedn.: Dz.U. 2015, poz. 782, z późn.zm.).

The value and evaluation of valuable nature areas

Natalia Karolina Sławińska, Jarosław Świdziński

Valuable natural areas are an integral part of the environment in which man lives. Environment is generally related to each other elements of natural and anthropogenic origin. Environmental degradation, which occurred as a result of human activities meant that began legally protect particularly valuable areas. Valuable areas in terms of natural areas are not protected by law.

The publication presents a method for evaluating the preciousness of nature area. Valuables rating determined on the basis of the proposed method is objective because it is based on statistical figures. Preciousness of this assessment is particularly useful when determining the value of a particular area or property. The result of this assessment can be used in determining the characteristics of the property and the differentiation of its value.

Key words: valuable nature areas, evaluation areas, value

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

- III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych (tutaj - badań diagnostycznych).
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł, w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- V. Rozumowanie i argumentacja. Uczeń rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.

Treści kształcenia:

Różnorodność biologiczna Ziemi. Uczeń przedstawia wpływ człowieka na różnorodność biologiczną, podaje przykłady tego wpływu. Uczeń uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów.

Miejska przestrzeń publiczna jako element wizerunku miasta uzdrowiskowego

Bartosz Kaźmierczak

zgodność z PP – zob. s. 30

Streszczenie:

Praca koncentruje się na prezentacji szeregu działań zmierzających do określenia pożądanych przekształceń funkcjonalno-przestrzennych miasta Międzychód w kontekście utworzenia tam uzdrowiska. Autor zwraca uwagę na znaczącą rolę miejskich przestrzeni publicznych nie tylko w procesie aktywizacji społeczno-ekonomicznej, ale przede wszystkim w budowaniu pozytywnego wizerunku miasta zarówno w aspekcie przeżywania miasta, jak i marketingu terytorialnego. Artykuł przybliży ponad dziesięcioletnie doświadczenia związane ze współpracą Urzędu Miasta i Gminy Międzychód z Wydziałem Architektury Politechniki Poznańskiej.

Słowa kluczowe: miasta uzdrowiskowe, narzędzia planistyczne, turystyka uzdrowiskowa

otrzymano: 13.08.2015; przyjęto: 27.11.2015; opublikowano: 30.06.2016



dr inż. arch. Bartosz Kaźmierczak:
Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej,
e-mail: bartosz.kazmierczak@put.poznan.pl

Wprowadzenie

Turystyka lecznicza, lub inaczej zdrowotna, jest reakcją na podstawową motywację turysty-kuracjusza, która wiąże się z wyjazdem w celu poprawy stanu psychofizycznego. W dzisiejszych czasach zdrowe i ekologiczne życie jest nie tylko promowanym medialnie trendem, ale coraz częściej staje się dla wielu osób bardzo głęboką znaczeniowo filozofią. Korzystanie z darów natury w celu odzyskania zdrowia czy zachowania tężyzny fizycznej było znane m.in. w starożytnym Egipcie, Grecji i Rzymie, a zdrojowiska stanowiły synonim miejsc związanych nie tylko z lecnictwem, ale też z kulturą, rozrywką i wypoczynkiem. Podróże służące wypoczynkowi i odprężeniu, niegdyś były bardzo prestiżowe i zarezerwowane jedynie dla najbardziej uprzywilejowanych grup społecznych. Oferta uzdrowisk wiązała się nie tylko z zabiegami leczniczymi, ale także wydarzeniami kulturalno-rozrywkowymi. Odnowa sił witalnych odbywająca się w atrakcyjnym *entourage'u* przestrzennym i środowiskowym, zapewnia komfort i wygodę odpoczynku, a równocześnie sprzyja rozwijaniu kontaktów towarzyskich, także dzięki szerokiemu wachlarzowi funkcji towarzyszących, szczególnie kulturalnych. Funkcje te w różnym stopniu determinowały charakter usługowy przestrzeni uzdrowiska bowiem rozwój zdrojowisk wiąże się nie tylko z uwarunkowaniami przyrodniczymi miejsca lecz z ogólną koniunkturą i przede wszystkim z humanistyczną orientacją epoki. Z punktu widzenia pozytywnego oddziaływania miejsca na kuracjusza to właśnie swoista kultura tych miejsc jest walorem niemal równym z zasobami naturalnymi o cechach leczniczych. Występowanie zasobów i walorów przyrodniczych koniecznych dla celów leczniczych jest warunkiem *sine qua non* powstania miasta uzdrowiskowego podczas gdy jakość infrastruktury i zakres dostępnych usług jest

czynnikiem budującym przewagę konkurencyjną na rynku turystycznym. Miejskie przestrzenie publiczne są miejscem tworzenia unikatowej tożsamości. System złożony z rynków, placów, ulic i parków jest przestrzenią wzmoczonych interakcji i kontaktów społecznych gdyż jest nośnikiem walorów dziedzictwa kulturowego, odzwierciedla poziom kultury społecznej i definiuje ramy życia społecznego. Wszelkie decyzje projektowe i działania redefiniujące te przestrzenie mają więc nie tylko znaczenie w ujęciu przestrzennym, ekonomicznym czy społecznym, ale przede wszystkim kulturowym. Propagowanie idei zdrowego stylu życia, bazującego na wykorzystaniu darów natury – świeżego powietrza, piękna przyrody, jak i zdrowej żywności, jest wartościowe zarówno w kontekście ochrony zdrowia psychofizycznego człowieka, jak i ochrony walorów przyrodniczych i kulturowych. Dążność do zachowania równowagi między różnymi czynnikami rozwojowymi – przestrzennymi, społecznymi i ekonomicznymi – sprzyja zachowaniu dla kolejnych pokoleń ograniczonej wartości, jaką jest przestrzeń.

Przesłanki ochrony wartości przyrodniczych i kulturowych oraz promocji zdrowego stylu życia stanowią ważny wątek w rozważaniach na temat aktywizacji funkcji rekreacyjno-wypoczynkowych w powiecie międzychodzkiem. Zagadnienia te są szczególnie istotne w kontekście budowania strategii rozwoju miasta czy gminy w oparciu o funkcje uzdrowiskowe.

Międzychód – miasto uzdrowisko

Małe miasta często charakteryzują się bogactwem walorów przyrodniczych posiadają też wiele cech indywidualnych i niepowtarzalny charakter, są przez to chętnie odwiedzane przez turystów¹. Turyści przyjeż-

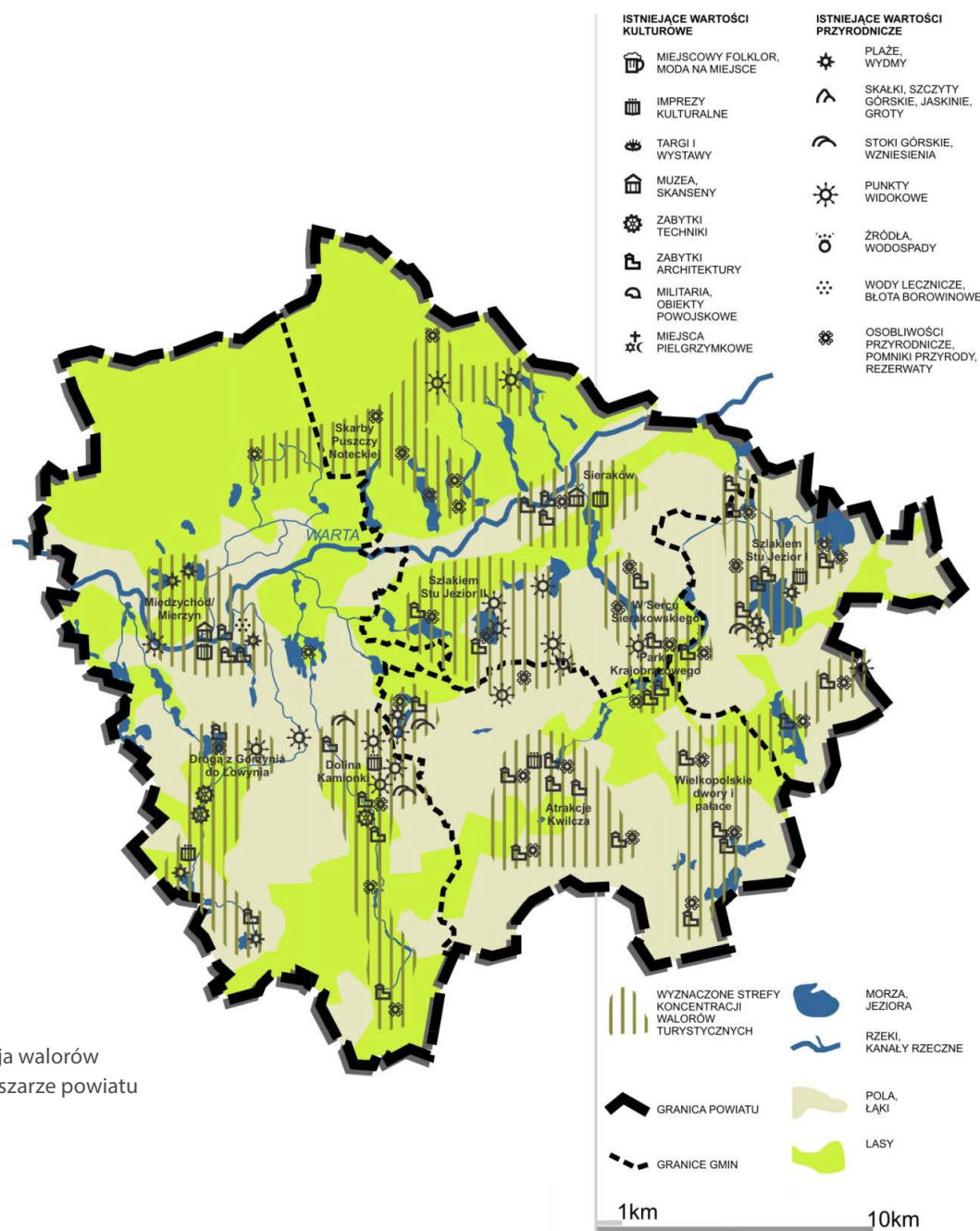
¹ Por. Diagnoza stanu rozwoju turystyki do 2006 roku i prognoza na lata 2007-2013, Instytut Turystyki, Warszawa 2006

dżają tu w poszukiwaniu kameralności, spokoju i miejscowej tradycji. Stworzenie pierwszego w Wielkopolsce uzdrowiska oznacza dla Międzychodu wzmocnienie jego marki na poziomie regionalnym. Dzięki temu Międzychód ma szansę na promocję i skomercjalizowanie walorów lokalizacyjnych i środowiskowych. Działania te muszą odbywać się w sposób harmonijny i wyważony. Zapewnienie ochrony tych wartości poprzez odpowiednie stymulowanie rozwoju ruchu turystycznego może być rozumiane jako aktywna ochrona wartości przyrodniczych i antropogenicznych. Dzięki właściwemu profilowaniu charakteru rozwijanej turystyki możliwe jest rozróżne gospodarowanie przestrzenią.

Promocja zasobów przyrodniczych i antropogenicznych oraz ochrona i wzmocnienie lokalnej tożsamości służyć miały zwiększeniu przewagi konkurencyjnej powiatu w skali Wielkopolski. Stworzenie uzdrowiska w Międzychodzie może stać się znaczącym elementem tworzenia innowacyjnego produktu turystycznego dla całego obszaru recepcji turystycznej, obejmujący w tym przypadku tereny puszczy noteckiej oraz pojezierza Sierakowsko-Międzychodzkiego.

Zintegrowanie działań na obszarze całego powiatu międzychodzkiego jest niezbędne dla zwiększenia znaczenia miasta jako kurortu z jednej strony, a z drugiej dla lepszej dyfuzji uzyskanych efektów rozwojowych w postaci aktywizacji społeczno-ekonomicznej pozostałych ośrodków osiedleńczych powiatu. Rozwój podstawowej funkcji turystycznej uzdrowiska pozwoli także na rozszerzenie spektrum przedsięwzięć w zakresie infrastruktury dla turystyki wodnej, rowerowej, motorowej i konnej. Tego typu formy turystyki odpowiadają unikatowym cechom pojezierza Sierakowsko-Międzychodzkiego oraz ochronie dotychczasowego, kameralnego charakteru okolicznych wsi i miasteczek.

Założeniem wstępnym w budowie strategii było zapewnienie innowacyjności rozwiązań, synergii działań



Ryc. 1. Inwentaryzacja walorów turystycznych na obszarze powiatu międzychodzkiego

Źródło: oprac. własne.

na poziomie lokalnym i regionalnym, a także kreacji nowego wizerunku miasta i powiatu. Innowacyjność, synergia, i konkurencyjność to triada, obrazująca najważniejsze przyjęte założenia strategiczne. Międzychód powinien dążyć do pełnienia w województwie wiodącej roli w zakresie funkcji uzdrowskiej

W ramach proponowanych przedsięwzięć planuje się stworzenie infrastruktury służącej obsłudze kuracjuszy: pijalnię wód z Parkiem Zdrojowym jako najważniejszy obszar o charakterze ogólnodostępnym, planowany jako publiczny obiekt zdrojowy w obecnym parku nad Jeziorem Miejskim, Zakład Przyrodolecznicy z in-

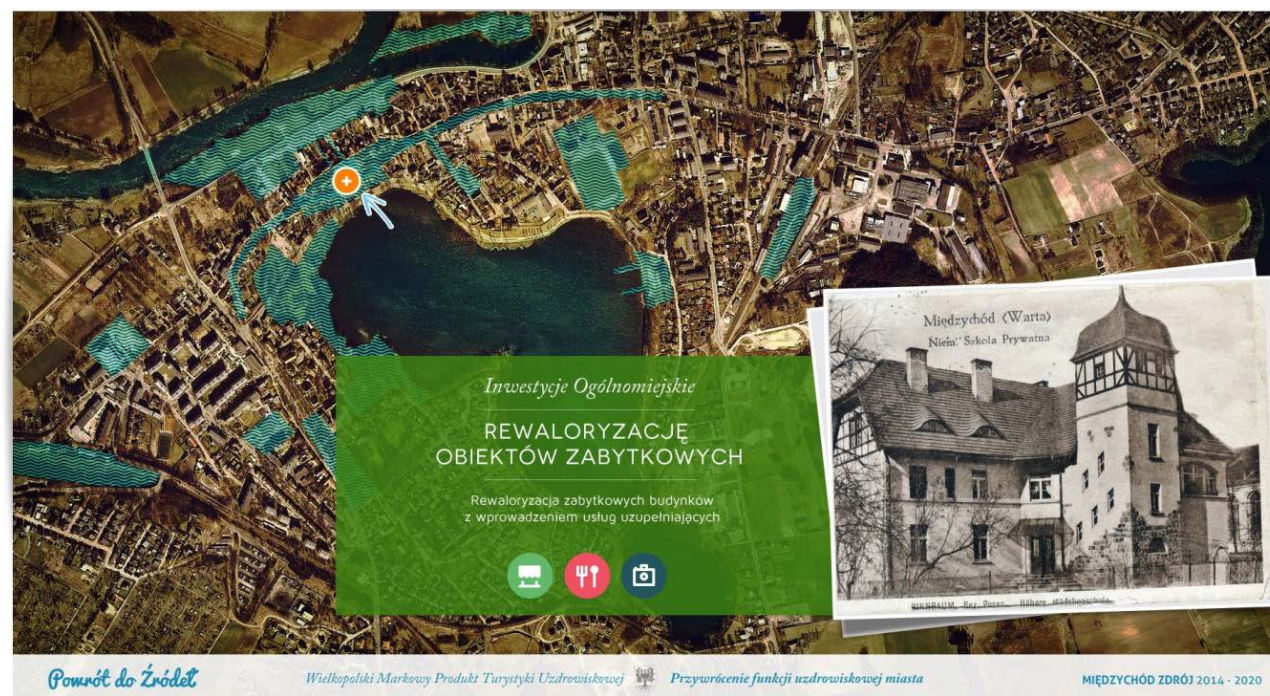
frastrukturą, czyli obiekt usług leczniczych z wykorzystaniem borowin wraz z infrastrukturą komunikacyjną i techniczną. Oprócz budynków zdrojowych planuje się rozbudowę istniejącej bazy sportowej o funkcje typu SPA/Wellness, jak autonomiczny kompleks hotelowo-treningowy z infrastrukturą komunikacyjną i techniczną nad Jeziorem Miejskim, w sąsiedztwie istniejącego kompleksu sportowego, a także obiekt rekreacji uzdrowskiej z dziedzicem uzupełniający zagospodarowanie kompleksu sportowo-rekreacyjnego.

Uzupełnienie oferty mają stanowić inwestycje ogólnomiejskie związane z podniesieniem atrakcyjności

miejskich przestrzeni publicznych, jak kompleks obiektów obsługi ruchu turystycznego, kultury i handlu, z zagospodarowaniem Rynku i Pasażu łączącego tereny nad Jeziorem Miejskim z terenami nad Wartą i Starym Portem, rewaloryzacja i aktywizacja zabytkowych budynków poprzez wprowadzenie oferty usług uzupełniających, obiekt o funkcji edukacyjnej i obsługi zdrojowej z salami konferencyjnymi wraz z mostem nad basenem portowym, Stanica Wodna w Starym Porcie, kompleks parków zdrojowych z traktem zdrojowym dla ruchu pieszego i rowerowego, zagospodarowanie przestrzeni Placu Kościuszki i Starego Młyna oraz budowa miejskiego odcinka Międzynarodowej Trasy Rowerowej. W ramach tworzenia marki i kreacji nowego wizerunku Międzychodu, przewiduje się podjęcie działań miękkich – przedsięwzięć promocyjnych i edukacyjnych oraz twardych związanych z realizacją określonych inwestycji, jak budowa rozlewni wody „Międzychodzianka” oraz wielopłaszczyznowy rozwój północno-zachodniej części regionu. Obszar ten jest w szczególnej sytuacji, gdyż leży w znacznej odległości od dużych miast i wymaga wsparcia w zakresie konkurencyjnego i innowacyjnego rozwoju, który w tym przypadku jest gwarantem utrzymania zdolności do racjonalnego wykorzystania posiadanych zasobów.

Uzdrowsko od planu struktury do projektu wnętrza urbanistycznego

Czytelna kompozycja urbanistyczna oraz właściwe urządzenie przestrzeni publicznych są kluczowymi elementami budowania wizerunku miasta. Wysoka jakość uformowania przestrzeni fizycznej wpływa na specyfikę, atrakcyjność fizjonomiczną oraz prestiż społeczno-kulturowy. Prawidłowe skomponowanie poszczególnych elementów struktury urbanistycznej z walorami przyrodniczymi jest szczególnie ważne w aspekcie za-



Ryc. 2 Aktywna ochrona zabytków architektury poprzez włączenie ich do obsługi turystów i kuracjuszy jest elementem budowania wizerunku miasta uzdrowskiego

Źródło: oprac. J. Zieliński

pewnienia odpowiedniego standardu jakości życia oraz kształtowaniu stylu życia i zachowań społecznych, szczególnie w miastach uzdrowskich. Tam, gdzie turystyka miejska jest ściśle powiązana z walorami przyrodniczymi regionu zapewnienie wysokiej jakości przestrzeni publicznych jest ważne, nie tylko w aspekcie tworzenia *image'u*, ale i podstaw do aktywności społeczno-ekonomicznej terenów powiązanych przestrzennie z elementami infrastruktury uzdrowskiej. Przyjęto, że do podstawowych celów rozwoju turystyki uzdrowskiej w miastach zalicza się:

- poprawę jakości życia mieszkańców,
- aktywizację lokalnej gospodarki,
- rewaloryzację dziedzictwa historycznego,
- poprawę jakości przestrzeni miejskiej,
- wzbogacenie wizerunku miasta.

Propagowanie idei wykorzystania istniejących w Międzychodzie zasobów naturalnych w celu rozwoju funkcji uzdrowskiej jest od ponad dekady obszarem działania władz miasta. Urzeczywistnienie planów związanych z utworzeniem źródła w Międzychodzie niesie za sobą potrzebę szeregu inwestycji niezbędnych dla podniesienia jakości istniejącej infrastruktury technicznej, drogowej a nade wszystko społecznej w postaci gamy usług publicznych i komercyjnych. Istotne stanie się włączenie uzdrowiska w strukturę urbanistyczną miasta, zapewniając mieszkańcom możliwość leczenia, rehabilitacji i wypoczynku bez konieczności opuszczenia miejsca zamieszkania. Nie tylko użytkownicy, ale też mieszkańcy powinni korzystać z obecności uzdrowiska. Funkcje uzdrowskie mogą pełnić ożywczo rolę nie tylko w ujęciu powrotu do zdrowia kuracjuszy, ale także w aspekcie przestrzennym i ekonomicznym. Ze względu na walory estetyczne i poziom infrastruktury miejscowości uzdrowskie mogą zyskać popularność w zakresie turystyki kulturalnej i kongresowej – to wspaniałe miejsca do organizacji konferencji,



Ryc. 3. Schemat ideowy koncepcji rozwoju funkcji turystycznych związanych z utworzeniem Międzychodu-Zdrój.

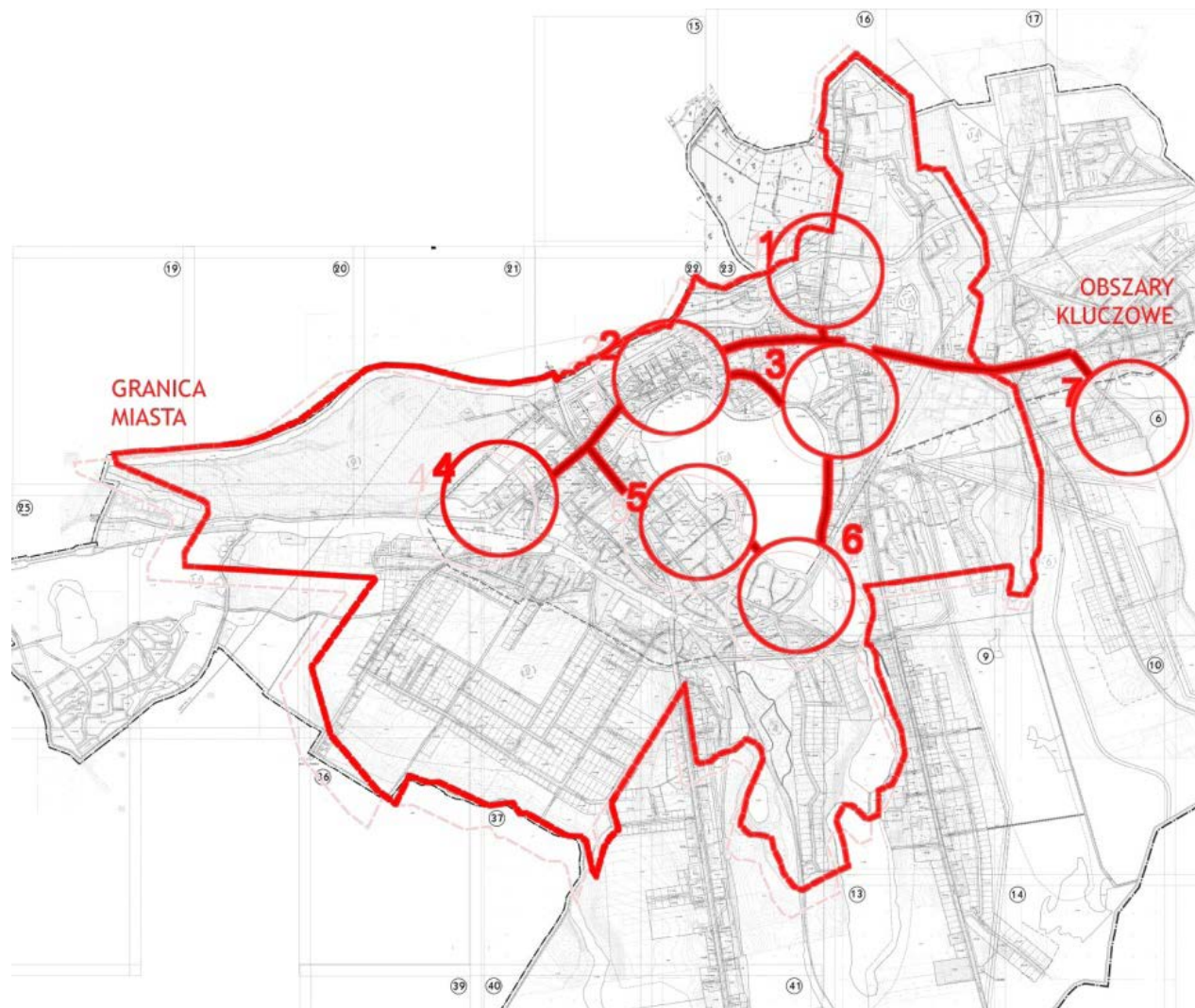
Źródło: oprac. D. Pazder i B. Kaźmierczak

sympozjów, ale też wystaw czy konkursów muzycznych lub plastycznych. Warunkiem tego jest gospodarowanie przestrzenią w oparciu o rzetelne badania i opracowania planistyczne.

Dążąc do zdefiniowania właściwego kierunku rozwoju Międzychodu, podjęto w latach 2004–2014 wiele działań mających na celu nakreślenie możliwych wizji rozwoju miasta. Potrzeba określenia specyfiki lokalnej w projektowaniu infrastruktury turystycznej a także właściwa delimitacja obszarów potencjalnych inwestycji skłoniła władze miasta Międzychód od poszukania rozwiązań wykorzystując potencjał intelektualny pracowników i studentów Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej.

Prace przygotowane na Wydziale Architektury obejmowały różne skale i zakresy merytoryczne badań, od indagandy terenowej mającej na celu analizę istniejącego stanu w skali powiatu do badań dokumentów planistycznych obejmujących teren miasta. Te ostatnie bezpośrednio dotyczyły kwestii kreacji przestrzeni publicznych. Ideą było stworzenie narzędzia planistycznego do zbadania możliwych barier formalnych wynikających z zapisów planów miejscowych obowiązujących na wyznaczonych terenach. Podstawą delimitacji terenów potencjalnego rozwoju infrastruktury uzdrowskiej oraz bazy towarzyszącej była koncepcja opracowana przez zespół złożony z pracowników wydziału, dr inż. arch. Dominikę Pazder i dr inż. arch. Bartosza Kaźmierczaka. Do zbierania danych przestrzennych oraz opracowania poszczególnych terenów wybrano grupę studentów realizujących projekt w ramach zajęć semestralnych.

Koncepcja ta bazuje na systemie połączeń wyznaczonych obszarów kluczowych dla których możliwa jest lokalizacja obiektów związanych z rozwojem funkcji uzdrowskiej. Połączeniami tych obszarów są główne

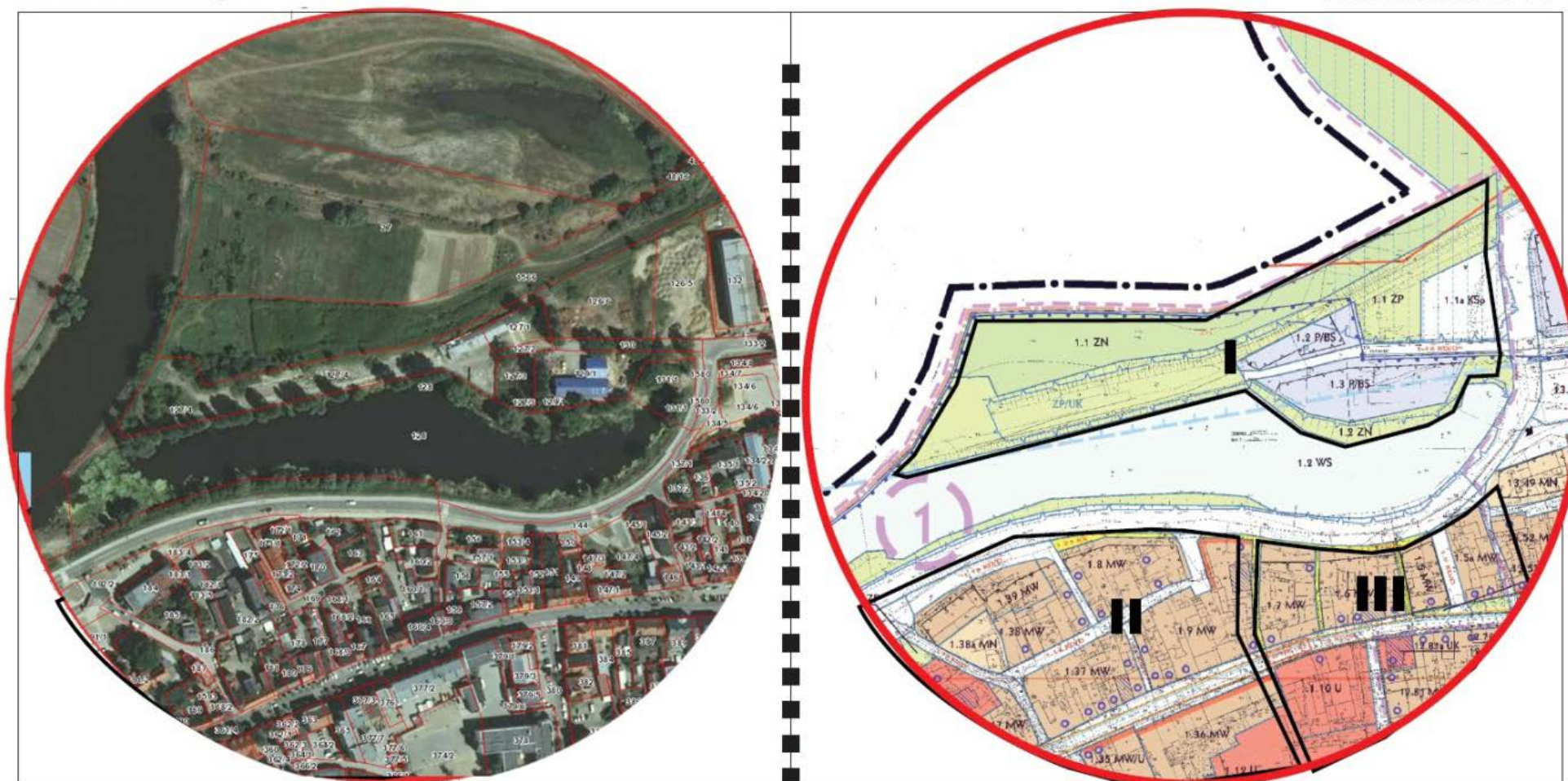


Ryc. 4. Schemat obszarów kluczowych wyznaczonych w oparciu o istniejące przestrzenie publiczne Międzychodu

Źródło: oprac. D. Pazder i B. Kaźmierczak.

STAN ISTNIEJĄCY

ZAŁOŻENIA MPZP



Ryc. 5. Opracowanie obszaru kluczowego (fragment) – stary port w Międzyzdrojach jako przykład analizy porównawczej – cz. 1 (c.d. na nast. stronie)

Źródło: oprac. stud. K. Chwiąłkowska-Lonka, P. Kraszewski i T. Derkowski

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO

BILANS STANU ISTNIEJĄCEGO

TEREN

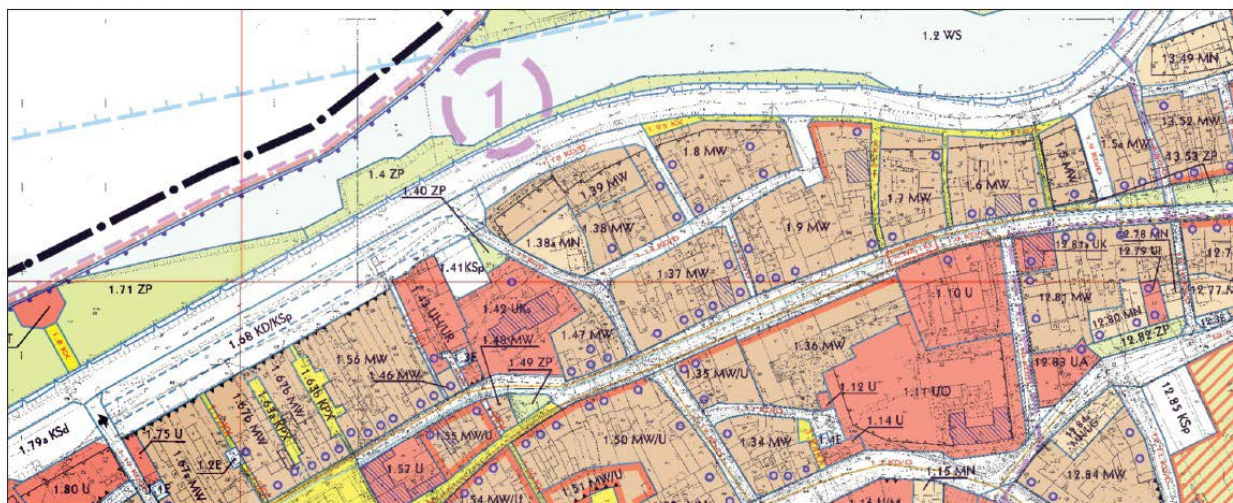
BILANS ZAŁOŻEŃ MPZP

<p>•tereny byłego portu, obecnie teren zieleni niezagospodarowanej, budynku obsługującego port oraz budynku przemysłowego.</p>	<p>OBSZARY WG MPZP</p>	<p>MPZP zakłada zaaranżowanie większości terenu portu jako tereny zieleni nieurządzonej, oraz zieleni urządzonej wraz z usługą turystyczną. Część obszaru jest bezpośrednio zagrożona powodzią i obowiązuje na niej całkowity zakaz zabudowy.</p>
<p>Obszar zieleni nieurządzonej, gdzie w niezorganizowany sposób rozwija się roślinność wysoka jak i niska, Ponadto teren często jest zalewany przez wodę.</p>	<p>1.1 ZN 1.2 ZN</p>	<p>•tereny zieleni nieurządzonej •obszar bezpośrednio zagrożony powodzią, obowiązuje całkowity zakaz wprowadzania jakiegokolwiek zabudowy • nakaz utrzymania powierzchni biologicznie czynnej na co najm. 95% terenu.</p>
<p>Obszar zieleni nieurządzonej, na którym znajduje się także budynek obsługujący port.</p>	<p>ZP/UK 1.1 ZP</p>	<p>na obszarze przewidziano tereny zieleni urządzonej z dopuszczeniem usług turystyki i rekreacji nakaz utrzymania powierzchni biologicznie czynnej na minimum 60%</p>
<p>Obszar z podstawową funkcją zabudowy techniczno produkcyjnej, składów i magazynów.</p>	<p>1.2 P/BS 1.3 P/BS</p>	<p>-planowane przeznaczenie: Tereny zabudowy techniczno - produkcyjnej, składów, magazynów, dopuszczenie budowy nowych obiektów przemysłowych, obiektów magazynowych oraz usługowych. -dopuszczenie rozbudowy istniejących obiektów przy nawiązaniu wyglądu zewnętrznego oraz układu dachu nowej części budynku do rozwiązań przyjętych w budynku rozbudowywanym lub wymiany istniejącej zabudowy na nową z utrzymaniem istniejących gabarytów wysokościowych -Nakaz utrzymania powierzchni biologicznie czynnej na co najmniej 20% powierzchni terenu.</p>
<p>Niezagospodarowany obszar, na którym obecnie znajduje się zielen niska oraz usypany piasek.</p>	<p>1.1a Ks/P</p>	<p>-funkcja podstawowa obsługi komunikacji samochodowej (parkingów). -nakaz jednorodnego ukształtowania terenu -utrzymanie powierzchni biologicznie czynnej na co najmniej 15% powierzchni. -nakaz wprowadzenia ujednoliconych nawierzchni</p>
<p>Brukowana droga dojazdowa do budynków produkcyjnych oraz portowych</p>	<p>1.16KD/D</p>	<p>-funkcja komunikacji samochodowej</p>

Ryc. 5. Opracowanie obszaru kluczowego (fragment) – stary port w Międzyzdrojach jako przykład analizy porównawczej – cz. 2

Źródło: oprac. stud. K. Chwiałkowska-Lonka, P. Kraszewska i T. Derkowski

ZAŁOŻENIA MPZP



Ryc. 6. Rekomendacje na temat niezbędnych przekształceń powiązań strukturalnych – miejskich przestrzeni publicznych Międzychodu – cz. 1 (c.d. na nast. stronie)

Źródło: oprac. stud. K. Chwiałkowska-Lonka, P. Kraszewska i T. Derkowski.

przestrzenie publiczne, które wraz z zabudową istniejącą stanowią szkielet planowanej struktury przestrzennej. Pomysł na metodę badawczą opiera się na analizie porównawczej zapisów planu z istniejącym zagospodarowaniem i zadanych przez MPZP normatywów z parametrami zabudowy wymaganymi dla realizacji planowanej infrastruktury turystycznej. Tak jak pierwsza analiza koncentrowała się na elementach przestrzeni publicznych tak ta druga na terenach niezabudowanych lub możliwych do przekształcenia na pożądaną funkcję.

Dodatkowo w ramach współpracy Wydziału Architektury z miastem Międzychód opracowano szereg koncepcji architektonicznych obejmujących rozwiązania funkcjonalno-przestrzenne elementów małej archi-

tektury, wyposażenia wewnątrz urbanistycznych, w tym rynku, a także niektórych budynków, jak hotel Neptun nad jeziorem miejskim w Międzychodzie czy Muzeum Regionalne. W 2005 roku zakończono prace projektowe mające na celu opracowanie koncepcji renowacji elewacji frontowych międzychodzkie kamieniczek.

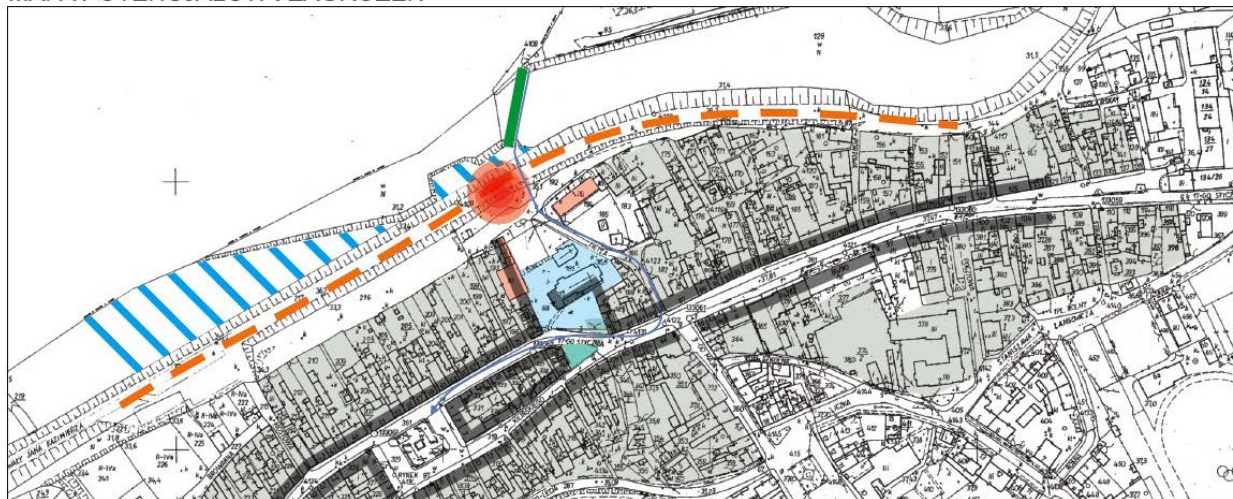
Podsumowanie

Prowadzone przez specjalistów zachodnich badania przyczyn występowania w latach siedemdziesiątych zjawisk kryzysowych w uzdrowskich wykazały wyraźnie, że wynikały one z trudności w dostosowaniu się do nowego rynku. Polskie uzdrowska zmuszone są do

przystosowania się do powszechnych zasad marketingu, w celu ciągłego zwiększania atrakcyjności i dostosowywania do współczesnych, bardzo zmiennych potrzeb i oczekiwań. Dzisiejsze, niemal nieograniczone możliwości komunikacji oraz transferu informacji, zachęcają do stosowania nowych praktyk w zakresie tworzenia produktów turystycznych. Dla osiągnięcia pożądanego rezultatu finansowego istotne jest właściwe rozeznanie i ocena rynku w celu profilowania usług, a co za tym idzie, odpowiedniej infrastruktury. Jest to szczególnie ważne w przypadku uzdrowsk skupionych na jednym obszarze recepcji turystycznej. W takich przypadkach specjalizacja poszczególnych ośrodków może uchronić je przed nadmierną, często wyniszczającą konkurencją a tym samym wzmocnić pozycję konkurencyjną całego obszaru.

Obraz jest obecnie najczęściej stosowanym – najpopularniejszym – nośnikiem wiedzy o świecie. *Image* miejsca jest więc najskuteczniejszym materiałem promocyjnym. Wizerunek miasta turystycznego stworzony jest na zewnątrz głównie poprzez działania marketingowe, ale to właśnie fragment najważniejszej i najbardziej rozpoznawalnej części miasta – rynku, głównego placu czy parku staje się najbardziej rozpoznawalną ikoną i najczęściej używanym elementem służącym do promocji. Również nie bez znaczenia jest wpływ ład przestrzennego i wysokich walorów estetycznych na warunki rekonwalescencji. Piękno, ład i harmonia otaczającego środowiska przyrodniczego i kulturowego, nastrajają pozytywnie do życia i wprowadzają kuracjuszy w dobrostan. Zachowanie tożsamości lokalnej w warunkach komercjalizacji przestrzeni jest bardzo ważną kwestią wymagającą szczególnego zainteresowania władz samorządowych. Chaos przestrzenny, natłok samochodów, krzyk nośników reklamowych i nieestetycznych szyldów, może zagłuszyć nawet największe walory stanowiące podstawę rozwoju uzdrowska.

MAPA POTENCJAŁÓW I ZAGROZEŃ



REKOMENDACJE TEREN

	CEL	METODA	SKUTEK
	Połączenie obszaru Starego Portu ze obszarem Starego Rynku.	Budowa mostu.	Zwiększenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego Starego Portu oraz terenów zielonych wzdłuż rzeki Warty.
	Zagospodarowanie terenów zielonych nad rzeką Wartą, zwiększenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego nabrzeża.	Utworzenie parku nad rzeką Wartą	Zwiększenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego Starego Portu oraz terenów zielonych wzdłuż rzeki Warty.
	Wyeksponowanie bryły kościoła i zakrystii oraz zapewnienie atrakcyjniejszego i szybszego dostępu do Starego Rynku.	Likwidacja drogi samochodowej wraz z parkingiem wzdłuż ulicy 17 stycznia lub przeniesienie tej funkcji na ulicę Kilińskiego.	Zwiększenie atrakcyjności terenu kościelnego oraz polepszenie alternatywnego połączenia portu z rynkiem.
	Zwiększenie ładunku przestrzennego i spójności urbanistycznej tkanki starego miasta.	Zabudowanie skweru kamienicą wpisaną w kontekst otoczenia, która jednocześnie zatrzyma osłony ulicy 17 stycznia i zaakcentuje wrzecionowate rozwidlenie.	Poprawa estetyki Starego Miasta oraz ciekawe zakończenie ulicy 17 stycznia.
	Zwiększenie bezpieczeństwa pieszych poruszających się w pobliżu Starego Rynku oraz Portu.	Ograniczenie prędkości na danym odcinku.	Zwiększenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego Starego Portu oraz terenów zielonych wzdłuż rzeki Warty.
	Zwiększenie ładunku przestrzennego i spójności urbanistycznej tkanki starego miasta.	W wypadku przebudowy nakaz dostosowania się do otoczenia.	Poprawa estetyki Starego Miasta
	Zapewnienie bezpiecznego przejścia przez obwodnicę na odcinku łączącym Stary Port z Starym Rynkiem.	Wyposażenie przejścia dla pieszych w sygnalizację świetlną. Ograniczenie prędkości na odcinku jezdni.	Zwiększenie bezpieczeństwa na drodze biegnącej przez obszar Starego rynku oraz zwiększenie osób odwiedzających park po drugiej stronie obwodnicy.

Ryc. 6. Rekomendacje na temat niezbędnych przekształceń powiązań strukturalnych – miejskich przestrzeni publicznych Międzychodu – cz. 2

Źródło: oprac. stud. K. Chwiąłkowska-Lonka, P. Kraszewska i T. Derkowski.

Realizacja przedsięwzięć służących stworzeniu w Międzychodzie pierwszego w Wielkopolsce uzdrowiska stanowi istotną szansę rozwojową dla powiatu. Budowa hoteli, pensjonatów, obiektów sanatoryjnych, ośrodków rekreacyjnych i sportowych oraz świadczenie usług leczniczych i hotelarskich, to przedsięwzięcia mające kluczowe znaczenie dla poszerzenia lokalnej oferty rynku pracy. Zasięg oddziaływania projektu w kontekście konsumpcyjnym obejmować może obszar zachodniej Polski, a nawet sięgać za granicę, na teren Niemiec. Wynika to z braku konkurencyjnych ośrodków w zasięgu ponad 150 km. Tak doskonale położenie Międzychodu umożliwia rozwinięcie możliwie szerokiego wachlarza świadczonych usług w ramach przyjętego scenariusza rozwoju.

Niestety droga do formalnego uznania miasta jako uzdrowiska jest bardzo długa i męcząca, ale godna wsparcia, gdyż produkt turystyki uzdrowskiej pod nazwą Międzychód Zdrój jest przedsięwzięciem nie tylko ze wszech miar pożądanym, ale również niezbędnym dla utrzymania tendencji rozwojowych na peryferyjnych obszarach województwa Wielkopolskiego.

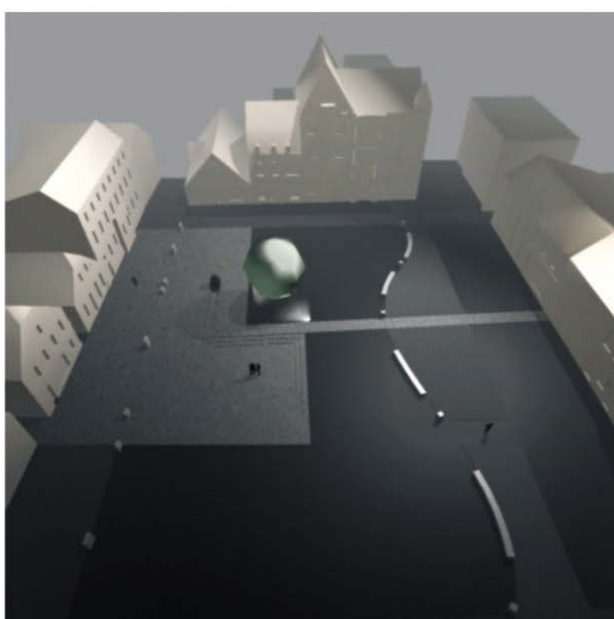
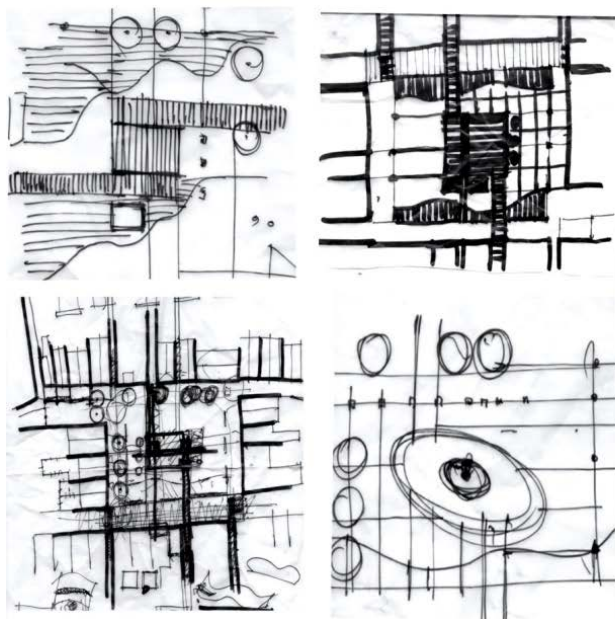
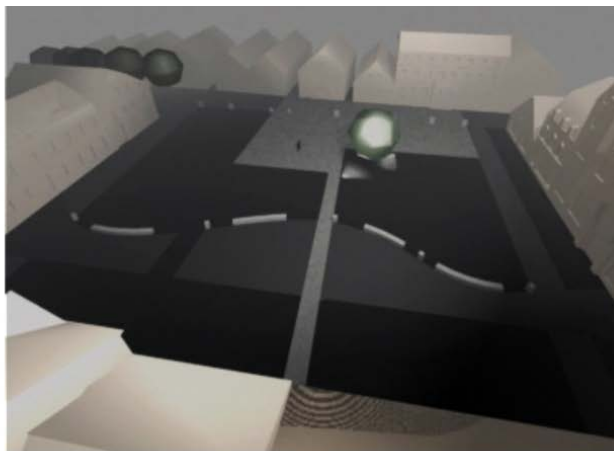
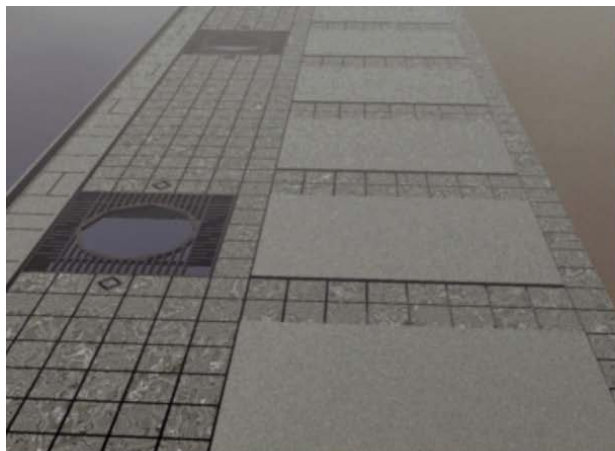
Literatura

Kaczmarska E (2002). *Uzdrowisko i jego przestrzeń społeczna. Wybrane zagadnienia przestrzenne polskich zdrojowisk karpackich w aspekcie integracji europejskiej*. Wydawnictwo PK, Kraków,
 Kaźmierczak B (2011). *Turystyka zrównoważona jako istotny czynnik aktywizacji małych miast, Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajowych, PAN O/Lublin, Lublin.*
 Kornak AS (1999). *Uzdrowiska polskie w systemie rynku i zarządzania marketingowego*, Kujawsko-Pomorskie Studium Edukacyjne, Bydgoszcz.
 Kowalczyk A (2003). *Rozwój funkcji turystycznej jako cel polityki miejskiej*. W: red. G. Gołębski, *Kierunki rozwoju badań naukowych w turystyce*, Warszawa.
 Mika M (2007). *Turystyka miejska*. W: *Turystyka*, red. W.Kurek, Kraków.

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO



Ryc. 7. Koncepcja zagospodarowania płyty rynku w Międzychodzie

Źródło: oprac. D. Pazder, R. Graczyk, i B. Kaźmierczak.

Meyer B (2008). *Kształtowanie układów przestrzenno-funkcyjnych przez turystykę*, Szczecin.

Pazder D (2014). *Innovation and creativity in a design of high quality public space. Case study of Poznan, Poland*, MCSER Publishing, Mediterranean Journal of Social Sciences, Vol.5, No.19, Rome-Italy

Pazder D, Kaźmierczak B (2014). *Innowacyjny Międzychód – proekologiczne podstawy budowania strategii rozwoju. Działania WAPP na rzecz rozwoju funkcji uzdrowiskowych na terenie powiatu międzychodzkiego*. W: *Architektura a styl życia*, Monografia polskiego Towarzystwa nauk o Zdrowiu.

Urban public space as an element of spa city image

Bartosz Kaźmierczak

The paper presents chosen undertakings and activities aiming at definition of the desired functional and spatial transformations of Międzychód city in the context of spa development. The author draws attention to the important role of urban public spaces, not only in the process of social and economic activation but first and foremost in creation of a positive image of the city, both in terms of experiencing the city as well as territorial marketing. Article brings over a decade of experience with the cooperation between Międzychód Municipality and Faculty of Architecture Poznan University of Technology.

Key words: spa areas, spatial planning instruments, spa touristic

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Przyroda – IV etap edukacyjny:

- B. Nauka i technologia
 - Ochrona przyrody i środowiska
 - Nauka i sztuka
- C. Nauka wokół nas. Zdrowie. Uczeń analizuje zdrowie jako wartość indywidualną i społeczną.

Czy komary wybierają swoich żywicieli?

Jan Boczek, Małgorzata Kłyś

zgodność z PP – zob. s. 34

Streszczenie:

Różne gatunki komarów, a nawet ich populacje, wykazują preferencje w wyborze swoich żywicieli. Stwierdzono, że przy wyborze żywiciela przez komara ważne są czynniki zewnętrzne, takie jak: substancje zapachowe, masa ciała, kolor, ciepło ciała, płeć, wilgotność względna powietrza i czynniki wewnętrzne: fizjologiczne i genetyczne. Ich wybór żywiciela zależy też od liczby zwierząt potencjalnych żywicieli dostępnych w pobliżu. Komary uczą się i mogą zmieniać swoje zachowanie w przypadku braku żywicieli. Są też wektorami wielu poważnych chorób człowieka.

Słowa kluczowe: komary, behawior, wybór żywiciela, preferencje pokarmowe komarów

otrzymano: 14.07.2015; przyjęto: 29.10.2015; opublikowano: 30.06.2016



prof. dr hab. Jan Boczek (em.): Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Entomologii Stosowanej



dr hab. Małgorzata Kłyś, prof. UP: Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN, Instytut Biologii, Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska

Wprowadzenie

Od wczesnej wiosny do późnej jesieni jesteśmy narażeni na ukłucia komarów. W Polsce występuje 47 gatunków komarów i większość z nich odżywia się krwią człowieka (Kubica-Biernat, 1999). Komary kłują także inne ssaki, ptaki i inne lądowe kręgowce. Pasożytem zewnętrznym, okresowym jest tylko samica. Samiec odżywia się pokarmem roślinnym. Dla złożenia pakietu jaj samica musi pobrać krew. Po kopulacji i pobraniu krwi samica poszukuje miejsc do składania jaj. W czasie kopulacji samiec wprowadza do ciała samicy kilkadziesiąt specyficznych białek, które zmieniają jej fizjologię i zachowanie. Samica unika kolejnej kopulacji, składa jaja i reguluje krzepnięcie pobranej krwi żywiciela.

Ponieważ komary są wektorami wielu poważnych chorób człowieka, uważane są nawet za najbardziej niebezpieczne zwierzęta dla człowieka na kuli ziemskiej, więc badania nad nimi, nad ich występowaniem, zachowaniem, relacjami patogen-komar i wieloma innymi zagadnieniami są prowadzone bardzo szeroko na całym świecie. Takken i Verhulst (2013) zestawiają dane dotyczące zachowania komarów, warto się z nimi zapoznać.

W Polsce nie ma większego zagrożenia chorobami przenoszonymi przez komary, które w krajach tropikalnych zabijają corocznie setki tysięcy osób, zwłaszcza dzieci. Z powodu komarów zmarło na świecie znacznie więcej ludzi niż wskutek wszelkich wojen. Malaria to najczęściej występująca na świecie choroba zakaźna, którą przenoszą samice komarów z rodzaju *Anopheles*. Od 1968 roku nie ma w Polsce zagrożenia malarią. Jednak w związku z ocieplaniem się klimatu zagrażają nam co najmniej dwa groźne patogeny rozprzestrzeniane przez komary. Są to wirus gorączki Zachodniego Nilu i nicień *Dirofilaria immitis* powodujący dirofilariozę. Wirus gorączki Zachodniego Nilu we Francji jest przenoszony głównie przez *Culex modestus* (Balenghien

i wsp., 2006), a nicień *D. immitis* jest przenoszony przez różne gatunki komarów.

Ukłucie komara to zwykle tylko swędząca czerwona plamka na skórze, która po kilku dniach znika. Opiswane są też przypadki reakcji alergicznych u ludzi uczulonych na alergeny zawarte w ślinie komarów. Są to na przykład: pokrzywka grudkowa, rozległe zacerwienie swędzące obrzęki, astma, uszkodzenia krwotoczne, obrzęk naczyniowo-nerwowy. W ślinie komarów wyróżniono ponad 20 białek i niektóre z nich są alergenami (Arlian, 2002; Brewczyński, 2006).

Interesujące wydaje się następujące zagadnienie; czy komar wybiera swojego żywiciela? Jeśli są w bliskim sąsiedztwie, np. człowiek, pies i krowa, który gatunek będzie wybrany i dlaczego? Czy taki wybór jest zależny od gatunku komara, jego populacji, liczebności tych żywicieli, ich wieku, płci, koloru, pory dnia lub pogody. Jakie bodźce wabią komara? Czy te zachowania są utrwalone genetycznie? Takie badania były i są prowadzone zarówno w warunkach polowych (terenowych), jak i w laboratoriach, zwłaszcza dla gatunków komarów – wektorów poważnych chorób. Dają nam one tylko ogólny obraz tych zachowań. W badaniach wykorzystywano olfaktometrię, pułapki, liczne substancje wabiące, bakterie i grzyby obecne na skórze oraz wiele innych czynników.

Czynniki zewnętrzne

Podstawowym czynnikiem wabiącym komary do żywiciela jest jego zapach. Receptory węchu u komara znajdują się na czułkach, głaszczkach szczękowych i wargach. Komary wabione są przede wszystkim przez specyficzne dla każdego osobnika żywiciela wydzieliny ze skóry (np. kwas mlekowy, zwłaszcza izomer L u człowieka), jak i bakterii oraz grzybów żyjących na skórze. Wabić mogą także używane detergenty i kosmetyki.

Działanie wabiące może występować nawet z odległości 40 m, przy czym zależy to od ruchów powietrza, wiatru, ale także od odległości między osobnikami, żywicielami. Ponadto samce komarów za pomocą czułków odbierają feromony płciowe wydzielane przez samice (Cabrera i Jaffe, 2007).

Wyróżniono około 400 związków chemicznych emitowanych ze skóry człowieka, a około 100 z ust. Istnieją doniesienia, że bakterie skóry człowieka należące do rodzajów *Leptotricha* i *Staphylococcus* emitują dla komarów atraktanty, a z rodzajów *Variovorax* i *Pseudomonas* nie wykazują oddziaływania na komary. Bakterie skórne bezpośrednio wabią komary i ukierunkowują ich lot w stronę żywiciela. Na skórze człowieka może też wegetować równocześnie kilkadziesiąt gatunków grzybów: pędzlaki (*Penicillium*), kropidlaki (*Aspergillus*), drożdżaki (*Alternaria*, *Candida*) i one także mogą oddziaływać na komary (Takken i Verhulst, 2013).

Powszechna jest opinia, że niektóre osoby są z reguły częściej atakowane przez komary niż inne z populacji. Wynika to z różnic w profilu zapachu, jest on inny u każdego z nas. Nie wiąże się to z grupą krwi, chociaż i takie zależności są wymieniane w literaturze. Wynika to głównie z różnic w emitowanych substancjach zapachowych. Osoby chore, gorączkujące są niekiedy silniej atakowane przez komary. Na przykład człowiek chory na malarię jest dla komarów bardziej atrakcyjny niż zdrowy (Lacroix i wsp., 2005).

Wielkość, masa żywiciela może decydować o jego wyborze przez komara. Większy żywiciel roztacza w otoczeniu więcej substancji wabiących. Także wiek ludzi ma tutaj wpływ. Dzieci z reguły są mniej atakowane przez komary niż ich rodzice, chociaż dzieci niemyle, spocone wabią komary z podobną siłą, jak dorośli.

Z dotychczasowych danych wynika, że komary nie reagują intensywnie na kolory (Li i wsp., 2009). W nie-

których krajach jednak zaleca się dla ochrony przed komarami noszenie strojów określonego koloru, np. ciemnych strojów w Tajlandii, jasnych w Polsce. Ciemny kolor ubrania powoduje wzrost temperatury, a to może wabić komary. Badania nad *Aedes aegypti* wykazały, że atrakcyjne były kolory czarny i czerwony, a szary i niebieski były neutralne.

Ciepło ciała żywiciela także wabi komary. Ssaki i ptaki wypromieniowują do otoczenia ciepło, które może wabić komary. Ciepło to tworzy prądy konwekcyjne, które unoszą wabiące substancje zapachowe. Również wszelkie ruchy człowieka wabią komary. Od wilgotności względnej powietrza jest też zależne oddziaływanie na komary substancji wabiących obecnych w środowisku. Wysoka wilgotność powietrza, ponad 95% jest dla komarów niekorzystna.

Profil zapachów kobiet i mężczyzn różni się. Nie stwierdzono jednak istotnych różnic w preferencjach komarów w zależności od płci człowieka, chociaż należy odnotować, że kobiety w czasie owulacji są częściej atakowane przez komary. Podobnie osoby spocone lub gorączkujące. Chwilowy wpływ na komary może mieć z kolei spożywanie niektórych potraw i napojów. Picie piwa i jedzenie bananów sprzyja komarom, natomiast spożywanie posiłku z miętą lub wanilią odstrasza je. Wiadomo, że wanilia, lawenda, a zwłaszcza eukaliptus, goździki, czosnek i cedr działają na komary repelentnie.

Komary różnych gatunków różnią się preferencjami w doborze swoich żywicieli. Są gatunki, które zdecydowanie wybierają człowieka (np. *Anopheles gambiae*), a inne – pozostałe ssaki (np. krowy – *A. quadriannulatus*) czy określone gatunki ptaków (np. *Culex pipiens*). Te preferencje mogą częściowo zanikać, jeśli brakuje preferowanego żywiciela lub gdy jest on rzadko dostępny, a w środowisku pospolicie występuje inny gatunek, którego krew może spełniać wymagania komara. *Anop-*



Culex pipiens, komar pospolity

Autor: Alvesgaspar (praca własna) GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)



Anopheles gambiae

Autor: James D. Gathany (The Public Health Image Library en.wikipedia.org/wiki/)

heles minimus w Chinach kłuł głównie krowy, ale po latach w równym stopniu nakłuwał i krowy, i człowieka (Li i wsp., 1983). *C. pipiens* w USA zmienił żywiciela z ptaków na człowieka, i stąd rozprzestrzenił wirus Zachodniego Nilu (WNV). Zmiana żywiciela może być cechą sezonową. Balenqien i wsp. (2006) badali wektory wirusa Zachodniego Nilu we Francji. Stwierdzali sezonowe występowanie gatunków komarów związanych z określonymi żywicielami.

Każdy gatunek komara ma określony rytm dobowy, a więc porę dnia lub nocy, kiedy intensywnie kłuje. Na przykład komary rodzaju *Anopheles* kłują późną nocą i wczesnym rankiem (w godzinach 22.00 do 5.00). Jeśli jednak w danym rejonie temperatura nocą znacznie spada, kłują odpowiednio wcześniej (Reisen i Aslamkhan, 1978). Liczba ukłuć zależy od pogody i dostępu żywicieli. Jedne gatunki częściej występują i kłują w pomieszczeniach, a inne głównie na zewnątrz. Te zachowania mogą się jednak nieco zmieniać w przypadku braku żywicieli (Pates i Curtis, 2005). Okres poszukiwania i kłucia żywiciela przez komara to tylko fragment dnia. Komary przez większość czasu pozostają na roślinach, w środowisku swoich żywicieli, i wtedy mogą pobierać rosę miodową, czerpać energię do lotu i żerowania.

Ponadto stwierdzono, że patogen obecny w ciele komara może zmieniać jego zachowanie. Pasożyt malarii czy wirus dengi zmieniają zachowanie ich wektorów – komarów w kierunku korzystnym dla patogena, bo taki komar intensywniej poszukuje swoich żywicieli, zwiększa się jego asortyment gatunkowy żywicieli (Cattor i wsp., 2012).

Warto także wspomnieć, że napojone krwią samice poszukują odpowiednich miejsc do składania jaj, które preferują. Na przykład *Aedes taeniorhynchus* unikał składania jaj blisko wody, w której występowało dużo ryb (Ritchie i Laidlaw-Bell, 1994).

Czynniki wewnętrzne

Preferencja do żerowania na określonym żywicielu następuje u samicy zaraz po kopulacji, już w drugim lub trzecim dniu życia i jest uwarunkowana genetycznie. Wybór żywiciela zależy od wrodzonej preferencji danego gatunku komara oraz od tego, czy żerowanie komara ma miejsce wewnątrz czy na zewnątrz budynku, a także od czasu (pory) żerowania. Są to uwarunkowania behawioralne, które mogą prowadzić do selekcji o podłożu genetycznym. Te genetyczne uwarunkowania wyboru żywiciela są badane laboratoryjnie przy wykorzystaniu prób populacji komarów pobranych w terenie. Problemy w tych badaniach dotyczą właściwego doboru prób, zmiany uwarunkowań biologicznych i plastyczności komarów w doborze żywiciela. Plastyczność ta polega na tym, że w wypadku braku preferowanego żywiciela komar uczy się nakłuwać innego żywiciela, licznie występującego w danym środowisku. Na przykład wiele komarów z rodzaju *Culex* preferuje żerowanie na ptakach. Liczebność ptaków wykazuje jednak dużą zmienność w ciągu roku, ptaki migrują i wtedy komary te kłują inne zwierzęta i człowieka. Mogą wówczas infekować ludzi patogenami i wobec tego ta plastyczność w doborze żywicieli jest bardzo ważną cechą komarów (Kweka i wsp., 2010; Simpson i wsp., 2012; Takken i Verhulst, 2013). Tylko określone biotypy *Anopheles gambiae* mogą rozprzestrzeniać *Plasmodium* na człowieka (Cohuet i wsp., 2010). Zdolność uczenia się i wykształcania pewnej plastyczności w korzystaniu z żywicieli przez komary udowodniono w wielu doświadczeniach laboratoryjnych i półpolowych (McCall i Kelly, 2002).

Jednak do tej pory stosunkowo niewiele wiadomo o czynnikach genetycznych, które wpływają na preferencje w wyborze żywiciela. Istnieją dowody na to, że wybór żywiciela może być skorelowany ze specyficznymi

mi inwersjami chromosomowymi (Takken i Verhulst, 2013).

Krew danego żywiciela może wpływać na śmiertelność komarów. Nakłuwany przez komary żywiciel broni się zarówno określonym zachowaniem (np. machanie ogonem), jak i fizjologicznie (produkując substancje obronne). Rolę substancji obronnych pełnią niektóre białka zawarte we krwi, które w chwili nakłucia gromadzą się w okolicy nakłutego miejsca. Wskutek tej obrony wiele komarów ginie. Kweka i współautorzy (2010) badali, jak często trzy wybrane gatunki komarów kłują mysz, świnkę morską i królika. Badali także efekt obrony tych żywicieli i śmiertelność tych komarów. Najliczniej był kłuty królik, żywiciel o największej powierzchni, następnie świnka morska, a najmniej licznie mysz. Natomiast najwyższą śmiertelność komarów (54,9%) badacze obserwowali, gdy komary żerowały na myszy, nieco mniejszą (34,3%), gdy żerowały na śwince morskiej, a najmniejszą (10,8%), gdy żerowały na króliku.

Podsumowanie

Poszczególne gatunki, a nawet populacje komarów wykazują mniejszą lub większą preferencję w wyborze żywicieli. Ta preferencja, utrwalona genetycznie może się zmieniać w przypadku głodu, a więc braku gatunku preferowanego, lub nawet obfitości innego gatunku zwierzęcia, który może zostać żywicielem. Zmiana żywiciela może nastąpić nawet z ptaków na człowieka lub odwrotnie. Mogą to być zmiany sezonowe, bo np. ptaki migrują jesienią. Profil zapachowy człowieka, jego składniki potu i bakterie skórne wabią komary.

Ponieważ komary są wektorami wielu poważnych chorób człowieka, ich zachowanie jest intensywnie badane i wyniki tych badań przyczyniają się do doskonalenia zabiegów zwalczania. Zachowanie samic i samców

komarów podczas całego cyklu rozwoju może być wykorzystywane przy ustalaniu metod zwalczania. Bardzo istotne w rozprzestrzenianiu patogenów jest wybór przez komara człowieka jako głównego żywiciela i częstotliwość jego klucia. Preferencja żywiciela może być skorelowana ze specyficznymi inwersjami chromosomowymi. Każdy gatunek komara cechuje się jednak określonym, swoistym zachowaniem, a każdy człowiek swoistym profilem zapachowym. Dotychczas nie udało się zestawić sztucznie takiej kompozycji zapachowej, która intensywnie przyciągałaby komary poszczególnych gatunków.

Literatura

- Arlian GA (2002). Arthropod allergens and human health. *Annu Rev Entomol.* 47: 395-433.
- Balenqhien T, Fouque F, Sabatier P, Bicot DJ (2006). Horse, bird and human-seeking behavior and seasonal abundance of mosquitoes in the West Nile virus focus of southern France. *J Med Entomol.* 43: 936-46.
- Brewczyński PZ (2006). Uczulenia na owady cz. II. Alergia. 37-42.
- Cabrera M, Jaffe K (2007). An aggregation pheromone modulates lekking behavior in the vector mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Am Mosquito Contr.* 23:1-10.
- Cator LJ, Lynch PA, Read AF, Thomas MB (2012). Do malaria parasites manipulate mosquitoes? *Trends Parasitol.* 28: 1-5.
- Cohuet A, Harris C, Robert V, Fontenille T (2010). Evolutionary forces on Anopheles: what makes a malaria vector? *Trends Parasitol.* 26:130-136.
- Kubica-Biernat B (1999). Distribution of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Poland. *European Mosquito Bulletin.* 5: 1-17.
- Kweka EJ, Mwangonde BJ, Lyaruu L, Tenu F, Mahande AM (2010). Effect of different hosts on feeding patterns and mortality of mosquitoes (Diptera: Culicidae) and their implications on parasite transmission. *J Global Infect Dis* 2: 121-123.
- Lacroix R, Mukabana WR, Gouagna LC, Koella JC (2005). Malaria infection increases attractiveness of humans to mosquitoes. *Plos Biol* 3 e298.
- Li J, Deng TE, Chen I, Mo JC (2009). Effects of water color and chemical compounds on the oviposition behavior of gravid *Culex pipiens-pallens* females under laboratory conditions. *J Agr Urban Entomol.* 26: 23-30.

- Li M, Liang LT, Zhang HS, Chen TY (1983). The bionomics of *Anopheles minimus* in the Zhousha area of Hainan Island. *Ann Bull Soc Parasit Guangdong Prov.* 180-183.
- McCall PJ, Kelly DW (2002). Learning and memory in insect vectors. *Trends Parasitol.* 18: 429-433.
- Pates H, Curtis C (2005). Mosquito behavior and vector control. *Annu Rev Entomol.* 50: 53-70.
- Reisen WK, Aslamkhan M (1978). Biting rhythms of some Pakistan mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Bull Entomol Res.* 68:313-330.
- Ritchie SA, Laidlaw-Bell C (1994). Do fish repell oviposition by *Aedes taeniorhynchus*? *J Am Mosquito Contr.* 10: 380-384.
- Simpson JE, Hurtado PJ, Medlock J, Molaei G, Andreadis TG (2012). Vector host-feeding preferences drive transmission of multi-host pathogens: West Nile virus as a model system. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences of London.* 279: 925-933.
- Takken W, Verhulst NO (2013). Host preferences of blood feeding mosquitoes. *Annu Rev Entomol.* 58: 433-453.

Do mosquitoes select their hosts?

Jan Boczek, Małgorzata Kłysz

Different species and even mosquito populations have a preference in the choice of hosts. It was found that in the selection of the host by mosquitoes are important of external factors such as odorants, body mass, color, relative humidity, the heat of the body, gender and internal factors physiological and genetical. This host preference is dependent upon the relative number of host animals available in the vicinity. Mosquitoes learn and adapt their behavior. Mosquitoes are vectors of many serious human diseases.

Key words: mosquitoes, behavior, host choice, host preference

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł, w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- V. Rozmawianie i argumentacja. Uczeń rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.

Treści nauczania

Zwierzęta bezkręgowce. Uczeń przedstawia znaczenie stawonogów w przyrodzie i życiu człowieka.

Mucha domowa (*Musca domestica* L.) w środowisku człowieka

Jan Boczek, Małgorzata Kłyś

zgodność z PP – zob. s. 39

Streszczenie:

Mucha domowa we wszystkich krajach świata jest uznawana za ważny czynnik w rozpowszechnianiu różnych chorób zakaźnych. Opisywano też przypadki alergii zawodowej przez nią wywołanej. Mucha domowa towarzyszy ludziom podczas ich codziennej aktywności wszędzie, zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz pomieszczeń, powodując wiele zagrożeń. Jej zwalczanie, w szczególności w gospodarstwach hodowli zwierząt, jest przeprowadzane przy użyciu metod: higienicznych, kulturowych, biologicznych i chemicznych.

Słowa kluczowe: morfologia muchy domowej, biologia muchy domowej, ekologia muchy domowej, zwalczanie muchy domowej

otrzymano: 27.09.2015; przyjęto: 2.11.2015; opublikowano: 30.06.2016



prof. dr hab. Jan Boczek (em.): Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Entomologii Stosowanej



dr hab. Małgorzata Kłyś, prof. UP: Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN, Instytut Biologii, Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska

Wprowadzenie

Mucha domowa *Musca domestica* L. jest owadem należącym do rzędu muchówek (Diptera) (dwuskrzydłe), rodziny muchowatych (Muscidae). Występuje na kuli ziemskiej co najmniej od 65 milionów lat (Geden i wsp., 2009). Obecnie jest gatunkiem kosmopolitycznym i synantropijnym. Jest najszerszej rozprzestrzenionym owadem na świecie, który towarzyszy człowiekowi i zwierzętom w pomieszczeniach i na zewnątrz, w czasie ich dziennej aktywności. Nocą muchy odpoczywają zwykle w pomieszczeniach w różnych ich miejscach. Samice żyją około miesiąca. Jesienią wiele much ginie z powodu grzybicy. Najbardziej znanym grzybem atakującym muchę domową jest *Entomophthora muscae*. Niektóre muchy zimę przeżywają w stanie anabiozy w zakamarkach różnych pomieszczeń, np. naszych domów. Mucha domowa niepokoi ludzi w czasie pracy i wypoczynku. Jest także wektorem licznych groźnych chorób ludzi i zwierząt.

W pracy przedstawiono morfologię, biologię i ekologię muchy domowej oraz sposoby jej zwalczania. Głównym celem pracy było zwrócenie uwagi czytelnika na przenoszenie chorób przez ten gatunek owada.

Morfologia i biologia

Mucha domowa charakteryzuje się zmiennością rozmiarów ciała: samiec jest zwykle nieco mniejszy (6,0–6,5 mm) od samicy (6,0–7,5 mm). Mucha ma ciemnoszare ciało pokryte krótkimi szczecinkami. Na grzbietowej stronie tułowia posiada 4 czarne, podłużne pasy. Brzuszna strona odwłoka ma barwę żółtawą. Opisywano formy z różnych rejonów świata różniące się morfologicznie i genetycznie np. kolorem, proporcjami poszczególnych części ciała, przystosowaniem do regionalnych warunków środowiska. Opisane są

one jako biotypy: *calleva*, *vicina*, *nebulosus*, *curviforceps* (Marquez i Krafzur, 2002). Muchy rozprzestrzeniane są intensywnie po świecie, nawet samolotami (Pospisil i wsp., 2005).

Na głowie muchy domowej znajdują się zajmujące ponad połowę jej powierzchni wypukłe oczy, każde złożone z około 200 ommatidiów i 3 przyoczka. Żółto-brunatne oczy złożone doskonale informują muchę o otoczeniu i kolorach. Szczególnie kolory biały i niebieski przyciągają muchy, a kolor żółty je odpycha. Intensywnie reagują na światło ultrafioletowe (340–370 nm) i światło niebiesko-zielone (440–540 nm). Przyoczka natomiast reagują tylko na intensywność światła. Najbardziej atrakcyjne dla nich były niebieskie materiały z odbitym światłem 466 nm (Diclaro i wsp., 2012).

Mucha posiada narządy gębowe typu liżącego służące do zlizywania pokarmu płynnego lub stałego, który rozpuszcza enzymami zawartymi w ślinie i już jako płynny połyka. Ma krótkie trójczłonowe czułki, które spełniają rolę receptora zapachów. Głowa muchy domowej jest bardzo ruchliwa dzięki połączeniu z tułowiem za pomocą cienkiego trzonka szyjnego.

Mucha domowa ma dwa błoniaste skrzydła. Druga para skrzydeł u tego owada jest zredukowana do przezmianek. Są to wydłużone twory zakończone zgrubieniem, mają kształt buławki. Przemianki stabilizują lot zapewniając musze utrzymanie równowagi. Lot much jest niezwykle sprawny dzięki aparatowi mięśniowemu i nerwom nim kierującym. Mucha może poruszać skrzydłami 300 razy na sekundę, wydając dobrze znany nam dźwięk. Jej nogi zakończone są pazurkami i przylgami. Pazurki umożliwiają poruszanie się po nierównym podłożu, a przyłgi po gładkich i śliskich powierzchniach (Biej-Bijenko, 1976).

Mucha domowa przechodzi rozwój z przeobrażeniem zupełnym. Samica składa około 600 jaj w ciągu całego życia, a jednorazowo ok. 100 w kilku złożach na

oborniku, kompoście, odpadkach oraz wszelkich gnijących i fermentujących substancjach organicznych, z których ulatnia się wabiący ją amoniak. Po 1–2 dniach z jaj wylęgają się beznogie larwy, które żerują od jednego do kilku tygodni w miejscu wylęgu. Rozwój larw trwa od kilku dni do dwóch miesięcy (zależnie od temperatury). Białe larwy, zwane czerwiem, mają charakterystyczny stożkowaty kształt; przedni odcinek ich ciała jest zwężony, a tylny rozszerzony. Larwa osiąga długość ok. 12 mm. Larwy ostatniego stadium szukają miejsc suchych, np. wyschniętego nawozu, piasku, i tam przekształcają się w brązowe poczwarki – bobówki. Po kilku dniach z nich powstają owady dorosłe, które już po kilku minutach mogą latać, a po kilku dniach osiągają dojrzałość płciową i mogą kopolować, zwykle jeden raz, przez jedną do kilku sekund i zaczynają składać jaja. Rozwój pokolenia od jaja do jaja trwa w temperaturze 25 °C około 2 tygodni. Zwykle w ciągu roku rozwija się kilka, a nawet 10 pokoleń (Biej-Bijenko, 1976; Sandner, 1979).

W komórkach muchy domowej jest $2n = 12$ chromosomów i wszystkie jej autosomy (5) są metacentryczne. Mechanizm determinacji płci u muchy domowej jest specyficzny, a właściwie istnieje kilka mechanizmów: męska heterogamia (jak u większości owadów i u ssaków), żeńska heterogamia (jak u ptaków) i matczyzna regulacja płci potomstwa (Perje, 1948).

Ekologia

Mucha domowa może rozwijać się na różnych podłożach (pokarmie). Mogą to być odchody ludzkie, bydła, świń, owiec, kóz, ptaków, a także obornik, rozkładające się warzywa i odpadki kuchenne. Dla swojego rozwoju i rozmnażania mucha potrzebuje białek, cukrów i lipidów. W złapanych dzikich muchach stwierdzano zróżnicowane zawartości zwłaszcza cukrów i aminokwasów.

Jak się okazało na podstawie porównawczych badań laboratoryjnych, zawartość w ciele muchy cukrów zależała od pokarmu, na jakim były one rozmnażane. Muchy z obór, gdzie miały dostęp do mleka, zawierały fruktozę, galaktozę i laktozę. Cukry te wytwarzały z enzymatycznych przekształceń sacharozy i skrobi. Dla składania jaj musiały mieć dostęp do białek. Muchy częściowo głodujące szybko wracały do aktywności po dodaniu sacharozy, fruktozy lub glukozy, a powoli w przypadku galaktozy (Wiesmann, 1960).

Miejscem masowego rozmnażania się muchy domowej jest ściółka w pomieszczeniach chowu zwierząt gospodarskich i obornik z tych pomieszczeń. Wilgotność podłoża, w którym zachodzi rozwój muchy, jest bardzo istotna dla jego przebiegu, a zwłaszcza dla wzrostu i rozwoju larw. Korzystnym środowiskiem dla rozwoju larw muchy domowej jest m.in. obornik o wilgotności 40–70% (Fatchurochim i wsp., 1989). Wpływ ma tutaj także rodzaj obornika i jego pochodzenie. Z badań Larrain i Salas (2008) wynikało, że z obornika świń, kur i bydła wylatywało więcej much niż z kału psów, kóz czy koni. Rozwój larw na tych lepszych obornikach trwał krócej, a poczwarki miały większą masę ciała. Podobne porównania wpływu obornika różnych farm wykonał Albarrak (2009) w Arabii Saudyjskiej. Najliczniej muchy wylatywały tam z obornika wielbłąda, a następnie bydła i kur. Te relacje były inne, gdy porównał obornik z pastwiska, z obory i kurnika.

Mucha domowa a człowiek

Mucha domowa niepokoi człowieka i zwierzęta swoją obecnością, poruszaniem się w czasie dnia. Budzi nas, wydając drażniący, brzęczący dźwięk, i drażni siadając na naszym ciele. Jest utrapieniem, wywołuje irytację człowieka na całym świecie. Ponadto mechanicznie przenosi na swoim ciele i w przewodzie pokarmowym



Mucha domowa *Musca domestica* L.

Źródło: James Lindsey at Ecology of Commanster [CC BY-SA 2.5 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>)], Wikimedia Commons.

patogeny wielu chorobotwórczych drobnoustrojów. Jest ważnym wektorem patogenów, ponieważ może przelatywać wiele kilometrów, a zarazem bez przerwy poszukuje pożywienia i żeruje – ciągle pozostawia więc kupki swojego kału z patogenami, a nawet pasożytami. Jak oceniają De Jesus i wsp. (2004), każde lądowanie muchy na czystej powierzchni to pozostawianie 0,1 mg pożywienia i kału z bakteriami. Przenosi patogeny i pasożyty zwierząt i ludzi powodujące takie choroby jak: salmonelloza, dur brzuszny, czerwotka, tyfus, gruźlica, choroba Heinego-Medina, zapalenie wymion. Może przenosić także kilka gatunków nicieni, a nawet wesz *Haematopinus suis* (Sanders, 1940, Forster i wsp., 2009). Prątki gruźlicy mogą przetrwać w jej przewodzie pokarmowym 16 dni, a w kale dalsze 13 dni. Patogen tyfusu przeżywa 6 dni, a w odchodach 2 dni. W Iranie określano patogeny znalezione na musze w szpitalu i znaleziono wszystkie powyżej wymienione patogeny (Kassiri i wsp., 2012).

W Niemczech i w Kanadzie opisywane są przypadki alergii na samą obecność wielu much w pomieszczeniu. Niektóre osoby reagowały tylko na alergeny różnych stadiów rozwojowych muchy (najczęściej katar), a nie reagowały na inne stawonogi (Tee i wsp., 1985; Focke i wsp., 2003; Tas i wsp., 2007). W innym przypadku następowało łzawienie i zapalenie powiek (Wahl i wsp., 1997).

Wielokrotnie stwierdzano jaja i larwy muchy na lub w martwych zwierzętach. Arong i wsp. (2011) porównywali rozwój larw muchy na mięsie różnych zwierząt i oceniali możliwość wykorzystania tych danych w medycynie sądowej. Kaczorowska i Draber-Mońko (2010) stwierdziły, że powiązania muchy domowej z medycyną sądową zwykle mają miejsce wtedy, gdy zwłoki są zanieczyszczone kałem. Również na mumiach znaleziono dorosłe muchówki *Musca domestica*.

Larwy muchy domowej są w niektórych krajach wykorzystywane jako pokarm dla ptaków i ryb. W Australii znajdują się na rynku wysuszone larwy i poczwarki jako produkt pod nazwą Basics. W USA próbowano wykorzystywać taką paszę dla broilerów (Pretorius, 2011). Kurczaki karmione w ¼ taką paszą szybciej przyrastały na wadze niż karmione soją i dawały smaczne mięso. W Nigerii uznano wysuszone larwy muchy domowej za bardzo korzystną paszę dla ryb i kurczaków. Zawierała 47% białka, 25% tłuszczu, 8% włókna, 7% popiołu, 93% suchej masy oraz bardzo korzystny zestaw 17 aminokwasów (Aniebo i wsp., 2008).

Z kolei w Tajlandii i Egipcie próbowano hodować larwy muchy domowej w oborniku świń i kur. Owady te umożliwiały recykling obornika i eliminowały nieprzyjemny zapach w środowisku. Larwy skarmiane drobiem zawierały nawet 75% białka i 7% tłuszczu. Muchy wykorzystywały ok. 80% materii organicznej obornika. Przyrosty masy ciała kur i kaczek karmionych larwami i poczwarkami muchy domowej były podobne do tych,

Gatunek, stadium	kcal/g %	białko %	włókno %	Ca %	P %	Na %	Mg %	K %	Fe ppm
mucha domowa, larwa	6,07	56,8	18,0	0,41	1,13	0,72	0,30	1,28	658
mucha domowa, poczwarka	5,70	58,3	19,9	0,42	1,18	0,55	0,36	1,34	574
świerszcz domowy, chrząszcz	5,34	64,9	9,4	0,14	0,99	0,49	0,13	1,29	58
mącznik młynarek, larwa	6,49	52,7	5,7	0,11	0,77	0,14	0,22	0,91	43
mącznik młynarek, poczwarka	6,43	54,6	5,1	0,08	0,83	0,15	0,23	0,93	42

Tabela 1. Zawartość składników pokarmowych obecnych w ciele owadów.

Źródło: oprac. własne, na podst.: Bernard i wsp., 1997.

które karmiono mieszanką soi, kukurydzy i mączki rybnej. Jednak upierzenie takich kaczek było skąpe (słabe), bo ta pasza zawierała mało metioniny (DeFoliart, 1989).

Bernard i wsp. (1997) porównali zawartość niektórych składników pokarmowych obecnych w różnych stadiach rozwojowych owadów, m.in. w larwach i poczwarkach muchy domowej, a przydatnych w żywieniu człowieka (Tabela 1).

Okazało się, że larwy i poczwarki muchy domowej zawierają więcej wapnia, fosforu, sodu, magnezu, potasu i żelaza niż inne badane owady.

Przy niedostatku żywności być może owady będą mogły zaspokoić potrzeby energetyczne człowieka, a zwłaszcza deficyt białka, żelaza i składników mineralnych. Entomofagia, czyli jedzenie owadów, to strategia pokarmowa praktykowana obecnie przez 2 miliardy ludzi na świecie, głównie przez mieszkańców Dalekiego Wschodu, Afryki i obu Ameryk. Dania z owadów są

też serwowane w Polsce, np. w restauracji „Co To To Je” w Warszawie.

Zwalczanie muchy domowej

Duża liczebność muchy domowej i problem jej zwalczania są znacznie poważniejsze w rejonach subtropikalnych i tropikalnych niż w Polsce. U nas zwalczana jest przede wszystkim w budynkach mieszkalnych i inwentarskich. Na świecie jest ona zwalczana z zastosowaniem wszelkich możliwych metod: mechanicznej, fizycznej, biotechnicznej, genetycznej, biologicznej i chemicznej.

Najprostsze metody to wieszanie lepów i stosowanie pułapek. W pułapkach umieszcza się przynęty. Muchy szczególnie silnie przyciąga zapach amoniaku. Można je wabić do pułapek otrębami nasyconymi 15%-owym roztworem węglanu amonu. Tam będą masowo składać jaja. Wymieniając codziennie tę przynętę, paląc przynętę,

tę z jajami, ograniczymy liczebność much w najbliższej okolicy. Według Geden i wsp. (2009) roztwory melasy i mięso są lepsze w wabienu i wylapywaniu much niż syrop klonowy i miód. W tym celu może być też stosowany muscalure, feromon płciowy muchy. Muchy wabią się na białe powierzchnie. Gdy pomalowano na czarno wierzchołek pułapki 6-krotnie zwiększała się liczba złapanych much. Na rynku dostępne są także pułapki wykorzystujące światło ultrafioletowe. Muchy wtedy wpadają do stożka z trucizną lub giną na kracie pod napięciem.

W budynkach zwierząt gospodarskich należy często wymieniać ściółkę. W oknach i drzwiach domostw należy stosować moskitiery. Żywność i produkty, na których muchy mogą żerować i składać jaja, należy przechowywać w zamknięciu.

Opisywane są szeroko stosowane w niektórych krajach metody biologiczne zwalczania much. Wykorzystuje się w tym celu zarówno pasożyty z rodziny siercinkowatych (Pteromalidae), jak i drapieżne chrząszcze z rodzin: gnilikowate (Histeridae) i kusakowate (Staphylinidae) oraz roztocze z rodziny Macrochelidae (Chant, 1960; Geden i wsp., 2011; Ogawa i wsp., 2012).

Opisano wirusa powodującego hipertrofię gruczołów ślinowych muchy, który sterylizuje samice (ang. *salivary gland hypertrophy virus*). W budynkach gospodarskich przeprowadza się często zabiegi chemiczne zwalczające larwy lub osobniki dorosłe muchy. Ze względu jednak na stosunkowo szybkie tworzenie się ras odpornych konieczne jest stosowanie naprzemiennie insektycydów (np. permethrin i dichlorfos). W Niemczech, na farmach chowu świń stosowany jest w przynętach imidaklopid, który zwalcza muchówki różnych gatunków obecne w tych budynkach (Pospischil i wsp., 2005). W Indiach uzyskano dobre efekty zwłaszcza w zwalczaniu poczwerek muchy, stosując

toksynę z *Pseudomonas fluorescens* (Padmanabhan i wsp., 2005).

Podsumowanie

Mucha domowa jest kosmopolitycznym, synantropijnym owadem należącym do rzędu muchówek. Na jej głowie znajdują się oczy złożone, narządy gębowe typu liżącego oraz trójczłonowe czułki. Posiada 1 parę skrzydeł, a druga jest zredukowana do przezmianek. Jej trzy pary nóg zakończone są pazurkami i przyłgami. Mucha domowa przechodzi rozwój z przeobrażeniem zupełnym. Jej larwa zwana jest czerwiem, a poczwarka bobówką. W niektórych krajach larwy muchy wykorzystywane są jako pokarm dla ryb i ptaków. Mucha domowa przenosi patogeny powodujące groźne choroby, takie jak: salmonelloza, czerwonka, dur brzuszny, tyfus, gruźlica, choroba Heinego-Medina i pasożytniczenie, a nawet wesz *Haematopinus suis*. Powoduje też alergię.

Literatura

- Albarrak AS 2009. Comparative studies on house fly (*Musca domestica* L.) population in different animal farms in relations to attractants and control at Hail Province, Saudi Arabia. *Pakistan Entomologist* 31: 142-149.
- Aniebo AO, Erondu ES, Owen OJ 2008. Proximate composition of house fly larvae (*Musca domestica*) meal generated from mixture of cattle blood and wheat bran. *Livestock Research for Rural Development Journal* 20: 344-349.
- Arong GA, Imandeh GN, Utsu AA, Sha KK 2011. The influence of food type on larval growth in *Musca domestica* and *Lucila sericata* (Diptera) in Calabar, Nigeria. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development* 1: 73-77.
- Bernard JB, Allen ME, Ullrey DE 1997. Feeding captive insectivorous animals: Nutritional aspects of insects as food. *Nutrition Advisory Group Handbook, Fact Sheet* 3: 1-7.
- Biej-Bijenko GJ 1976. Zarys entomologii. PWRiL Warszawa 379ss.
- Chant DA 1960. An unusual instance of phoresy in Acarina. *Entomological News* 71: 270-271.

- DeFoliart, GR 1989. The human use of insects as food and as animal feed. *Bulletin of the Entomological Society of America* 35: 22-35.
- De Jesus AJ, Olsen AR, Bryce JR, Whiting RC 2004. Quantitative contamination and transfer of *Escherichia coli* from foods by houseflies, *Musca domestica* L. (Diptera, Muscidae). *Journal Food Microbiology* 93: 259-262.
- Diclaro JW, Cohnstaed LW, Pereira RM, Allan SA, Koehler PC 2012. Behavioral and physiological response of *Musca domestica* to colored visual targets. *Journal of Medical Entomology* 49: 94-100.
- Fatchurochim S, Geden CJ, Axtell RC 1989. Filth fly (Diptera) oviposition and larval development in poultry manure of various moisture level. *Journal Entomology Science* 24: 224-231.
- Focke M., Hemmer W., Wohrl S., Gotz M., Jarisch R., Kofler H. 2003. Specific sensitization to common housefly (*Musca domestica*) not related to insect panallergy. *Allergy* 58 (5): 448-451.
- Forster M, Klimpel S, Sievert K 2009. The house fly (*Musca domestica*) as a potential vector of metazoan parasites caught in a pigpen in Germany. *Veterinary Parasitology* 160: 163-167.
- Geden GJ, Szumlas GD, Walker TW 2009. Evaluation of commercial and field expected baited traps for house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Journal of Vector Ecology* 34: 99-103.
- Geden C, Garcia-Maruniak A, Lietze VU, Maruniak J, Boucias JG 2011. Impact of house fly salivary gland hypertrophy virus (MdSGHV) on a heterologous host, *Stomoxys calcitrans*. *Journal of Medical Entomology* 48: 1128-1135.
- Kaczorowska E, Draber-Mońko A 2010. Wprowadzenie do entomologii sądowej. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010, 292ss.
- Kassiri H, Akbarzadeh K, Ghaden A 2012. Isolation of pathogenic bacteria on the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), body surface in Ahwaz hospitals, Southwestern Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5: 1116-1119.
- Larrain P, Salas C 2008. House fly (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) development in different types of manure. *Chilean Journal of Agriculture Research* 68:192-197.
- Marquez JG, Krafur ES 2002. Gene flow among geographically diverse housefly populations (*Musca domestica* L.): a worldwide survey of mitochondrial diversity. *Journal of Heredity* 93: 254-259.
- Ogawa K, Ito K, Fukuda T, Tebayashi S, Arakawa R 2012. Host suitability of house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), pupae killed by high or low temperature treatment for a parasitoid, *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae). *The Scientific World Journal* ID 214907, 4 p.
- Padmanabhan V, Prabakaran G, Paily KP, Balaraman K 2005. Toxicity of a mosquitocidal metabolite of *Pseudomonas fluorescens* on larvae & pupae of the house fly, *Musca domestica*. *Indian Journal of Medical Research* 121: 116-119.

- Perje AM 1948. Studies on the spermatogenesis in *Musca domestica*. Hereditas 34: 209-232.
- Pospischil R, Junkerdorf J, Horn K 2005. Control of house flies. *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), with imidacloprid WG 10 in pig farms (Germany). Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests 4 p.
- Pretorius Q 2011. The evaluation of larvae of *Musca domestica* (common house fly) as protein source for broiler production. Thesis M. Sc. Agric. (Animal Sciences) – University of Stellenbosch 107 ss.
- Sanders DA 1940. *Musca domestica* a vector of bovine mastitis (preliminary report). Journal of the American Veterinary Medical Association 97: 120-112.
- Sandner H 1979. Mały słownik zoologiczny owady. Wyd. Wiedza Powszechna Warszawa:110-111.
- Tas E, Jappe U, Beltraminelli H, Bircher A 2007. Occupational inhalant allergy to the common house fly (*Musca domestica*). Hautarzt 58: 156-160.
- Tee RD, Gordon DJ, Lacey J, Nunn AJ, Brown M, Taylor AJ 1985. Occupational allergy to the common house fly (*Musca domestica*): use of immunologic response to identify atmospheric allergen. Journal of Allergy and Clinical Immunology 76: 826-831.
- Wahl R., Fraedrich J., Ganzer J. 1997. Occupational allergy to the house fly (*Musca domestica*). Allergy 52: 236-238.
- Wiesmann RL 1960. Feeding habits of *Musca domestica*. Zeitschrift für angewandte Zoologie 47: 159-181.

House fly (*Musca domestica* L.) in human environment

Jan Boczek, Małgorzata Kłyś

House fly, found in all countries of the world, is recognized as an important factor in the dissemination of various infectious diseases. Occupational allergy to the house fly was in some cases described, too. It accompanies humans during their daily activity everywhere, both indoors and outdoors causing much disturbance to them. Its control, particularly in animal farms are carried out using hygienic, cultural, biological and chemical methods.

Key words: house fly morphology, house fly biology, house fly ecology, house fly control

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł, w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- V. Rozmawianie i argumentacja. Uczeń rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.

Treści nauczania

Zwierzęta bezkręgowce. Uczeń przedstawia znaczenie stawonogów w przyrodzie i życiu człowieka.

Różnorodność biologiczna Ziemi. Uczeń przedstawia wpływ człowieka na różnorodność biologiczną, podaje przykłady tego wpływu

Mikrobiologiczna degradacja nonylofenoli (NP)

Edyta Łaskawiec

zgodność z PP – zob. s. 44

Streszczenie:

Nonylofenole należą do grupy związków endokrynnie czynnych, co stanowi o ich potencjalnym negatywnym oddziaływaniu na organizmy żywe. Powszechne występowanie nonylofenoli w środkach czystości i higieny osobistej sprawia, że coraz częściej odnotowuje się ich obecność w wielu elementach biosfery. Dlatego niezbędne jest przyjrzenie się procesom degradacji oraz detoksykacji, jakim podlegają mikrozanieczyszczenia w środowisku. Procesy tego typu przebiegają w sposób złożony, przy udziale wielu rodzajów mikroorganizmów. Poznanie szlaków metabolicznych rozkładu nonylofenoli oraz biorących w nich udział drobnoustrojów sprzyja m.in. prowadzeniu wyselekcjonowanych szczepień osadu czynnego konkretnymi grupami mikroorganizmów, co w znaczący sposób przyczynia się do poprawy jego zdolności w oczyszczaniu ścieków.

Słowa kluczowe: nonylofenole (NP), mikrozanieczyszczenia, biodegradacja, procesy tlenowe, mikroorganizmy

otrzymano: 21.04.2015; przyjęto: 11.05.2016; opublikowano: 30.06.2016



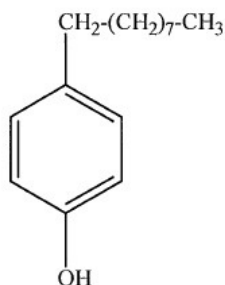
mgr inż. Edyta Łaskawiec: doktorantka w Instytucie Inżynierii Wody i Ścieków, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach

Wprowadzenie

Nonylofenole (NP) stanowią surowiec powszechnie wykorzystywany w produkcji środków powierzchniowo czynnych, dodatków do olejów smarowych oraz antyutleniaczy. Stosowane są w przemyśle włókienniczym w procesach wmywania barwników, przemyśle papierniczym jako środki zwilżające oraz w przetwarzaniu tworzyw sztucznych i obróbce metali. Po raz pierwszy związek ten został zsyntezowany w 1940 roku i od tego czasu jego produkcja stale wzrasta. Nonylofenole występują w wielu produktach codziennego użytku, szczególnie w wyrobach zawierających polichlorek winylu (PCV) (Dobrzyńska, 2012; Soares i wsp., 2008). Rycina 1 przedstawia wzór strukturalny nonylofenolu.

Nonylofenole wykorzystywane są w procesach produkcyjnych w postaci *para*-nonylofenoli (4-nonylofenole), tworząc mieszaninę od 30 do nawet 100 izomerów, określaną jako techniczny nonylofenol (tNP). Izomery te różnią się stopniem rozgałęzienia fragmentu alkilowego cząsteczki. Rycina 2 przedstawia izomery *para*-nonylofenolu.

Obecność 4-nonylofenoli została potwierdzona zarówno w wodzie, jak i w pożywieniu. Migracja nonylofenolu do wód wodociągowych może odbywać się z rur plastikowych, a do żywności w wyniku przechowywania jej w pojemnikach z tworzyw sztucznych (Ma-

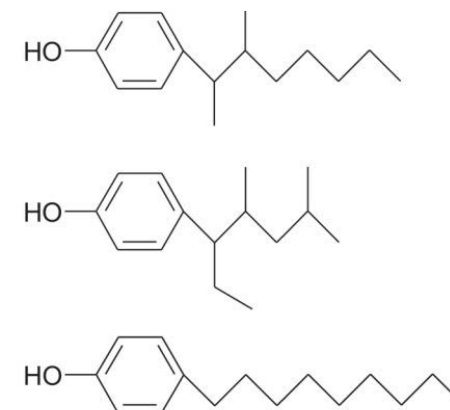


Ryc. 1. Wzór strukturalny nonylofenolu

Źródło: Vallini i wsp., 2001.

tejczyk i Zalewski, 2011; Dobrzyńska, 2012). NP przyczyniają się do zburzenia układu hormonalnego wielu organizmów poprzez naśladowanie endogennych hormonów oraz interakcje z naturalnymi receptorami (*Endocrine Disrupting Compounds* – EDC). W organizmie ludzkim mogą wywołać niekorzystne efekty w postaci przedwczesnego pokwitania, dysfunkcji tarczycy czy też redukcji produkcji gamet męskich, przez co przyczyniają do obniżenia zdolności reprodukcyjnych. Wykazano również, że nonylofenol indukuje powstawanie uszkodzeń DNA w limfocytach szpiku kostnego oraz komórkach śledziony i płuc samców myszy.

Nonylofenole ulegają adsorpcji i gromadzeniu się w beztlenowych częściach osadów dennych rzek. W wyniku ich nagromadzenia mogą ulegać desorpcji z osadów i ponownie wchodzić do fazy wodnej, przez co akumulują się w organizmach wodnych (De Weert i wsp., 2010). Okres połowicznego rozpadu NPs w osadach dennych oraz glebie wynosi od 28 do 104 dni, co



Ryc. 2. Wzory strukturalne izomerów NP

Źródło: Krupiński i Długoński, 2011.

stwarza realne zagrożenie dla ekosystemów (Krupiński i Długoński, 2011).

Zdolność NPs do kumulacji w organizmach żywych sprawia, że zainteresowanie ich obecnością oraz przemianami w środowisku jest przedmiotem wielu prac badawczych (Dudziak i Bodzek, 2009; Dobrzyńska, 2012; Krupiński i Długoński, 2011).

Mechanizmy usuwania nonylofenoli ze środowiska

Eliminacja ksenobiotyków, w tym nonylofenoli, obejmuje liczne przemiany o charakterze fizykochemicznym oraz biologicznym, które często zachodzą równocześnie. Jednak w wielu przypadkach przemiany te nie są równoznaczne z degradacją substancji oraz jej detoksykacją. Szereg drobnoustrojów ogranicza swoje zdolności do adsorpcji zanieczyszczeń na powierzchni komórek lub do ich gromadzenia w swoich wewnętrznych strukturach (Krupiński i Długoński, 2011). Tego typu mechanizm zaobserwowano u mikroalg *Isochrysis galbana*, które były poddane działaniu tNP o stężeniu 100 µg/l, po jednej godzinie inkubacji stwierdzono, że 5% wyjściowej ilości ksenoestrogenu zostało zaadsorbowane na powierzchni komórek, natomiast aż 77% uległo akumulacji wewnątrz komórek. Przedstawiony mechanizm wiąże się z dużym zagrożeniem dla prawidłowego funkcjonowania łańcuchów troficznych, w których glony pełnią funkcję pokarmu (Krupiński i Długoński, 2011).

Wyraźny spadek toksycznego tNP odnotowano również w obecności grzybów mikroskopowych z rodzaju *Mucor*, *Fusarium*, a także *Rhodotorula*, jednak nie udało się stwierdzić obecności produktów degradacji 4-nonylofenoli, co wskazuje na wiązanie zanieczyszczenia ze strukturami komórkowymi drobnoustrojów (Krupiński i Długoński, 2011). Rycina 3 przedstawia

grzyba mikroskopowego z rodzaju *Mucor* sp., który ma zdolność do adsorbowania 4-nonylofenoli.

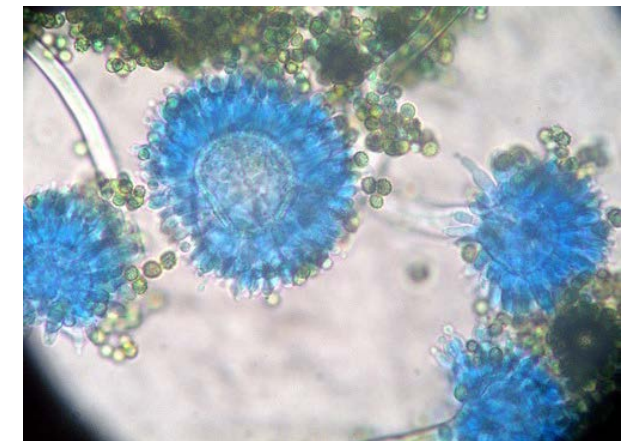
W odróżnieniu od adsorpcji rozkład z udziałem drobnoustrojów jest procesem wieloetapowym, który daje liczne produkty pośrednie. Zachodzi przy udziale zarówno przy udziale konsorcjum mikroorganizmów, jak i pojedynczych szczepów a szybkość prowadzonych przez nie przemian uwarunkowana jest szeregiem czynników, spośród których najważniejsze to: dostępność ksenobiotyku, warunki natlenienia, temperatura, potencjał metaboliczny i degradacyjny, a także obecność w środowisku łatwo przyswajalnych substratów energetycznych i budulcowych. (Jahan i wsp., 2008; Krupiński i Długoński, 2011). Jednak wiele warunków wpływających na biodegradację wciąż nie jest znane. Wiadomo że kluczowym czynnikiem, który decyduje o szybkości i zakresie biodegradacji 4-nonylofenoli jest ilość dostępnego tlenu (Wang i wsp., 2014b). Większość z mikroorganizmów posiada zdolności do degradacji NPs tylko w obecności kosubstratów takich jak gluko-



Ryc. 3. Grzyb mikroskopowy z rodzaju *Mucor* sp. wykazujący zdolności do adsorpcji nonylofenoli

Źródło: <http://imgkid.com/mucor-sp.shtml>

za, ekstrakt maltozowy czy ekstrakt drożdżowy. Jednak szczególnie użyteczne są te drobnoustroje, które posiadają zdolność do metabolizowania poszczególnych izomerów NPs przy wykorzystaniu zanieczyszczenia jako jedyne źródła węgla. Wśród takich mikroorganizmów wymienia się *Candida maltoza*, *Candida aquaetextoris* czy *Aspergillus versicolor*. Wysoką efektywność w usuwaniu NPs wykazuje *A. versicolor*, u którego już po 4 dniach hodowli odnotowano 98% ubytek NPs przy stężeniu substancji 100 mg/l. Niemal całkowitą eliminację zaobserwowano po 7 dniach u *Irpex lacteus* oraz *Phanerochaete magnoliae*, przy początkowym stężeniu 5 mg/l 4-nonylofenolu. Natomiast w przypadku grzyba strzępkowego *Gliocephalotrichum simplex* do prawie całkowitego usunięcia 50 mg/l NPs wystarczył 48-godzinny czas hodowli (Krupiński i Długoński, 2011; Różalska i wsp., 2014; Vallini i wsp., 2001). Rycina 4 przedstawia jeden z gatunków grzybów mikroskopowych o zdolnościach do biodegradacji 4-nonylofenoli bez udziału dodatkowego źródła węgla.



Ryc. 4. *Aspergillus versicolor* przedstawiciel grzybów mikroskopowych o wysokiej efektywności w usuwaniu NPs

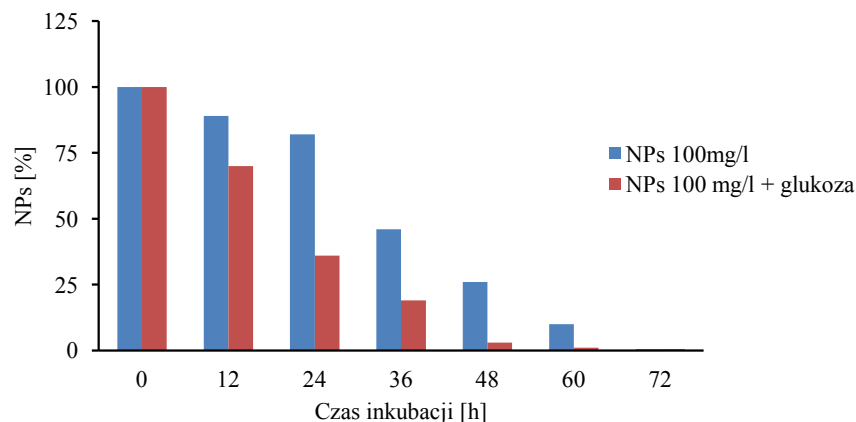
Źródło: https://www.flickr.com/photos/josue_cruz/3111003625

Istnieje kilka dróg degradacji 4-nonylofenoli przez mikroorganizmy. Najczęściej mechanizm jest inicjowany przez hydroksylację pierścienia aromatycznego albo przyłączenie grupy wodorotlenowej do terminalnego atomu węgla w alifatycznym fragmencie cząsteczki. Na kierunek biotransformacji największy wpływ ma stopień rozgałęzienia przy węglu alfa (α C) łańcucha alkilowego substratu. Izomery nonylofenolu posiadające grupę fenolową przyłączoną do czwarto- lub trzeciorzędowego α C podlegają najczęściej reakcjom ipso-hydroksylacji z wytworzeniem hydrochinonów. Decydującą rolę w procesach mikrobiologicznej degradacji przypisuje się enzymom z rodziny cytochromu P450. Wspomniane reakcje konwersji katalizowane są przez enzymy ligninolityczne, w głównie peroksydazę ligninową oraz laktazę (De Weert i wsp., 2010; Krupiński i Długoński, 2011).

Dalsze przekształcenie opiera się o migrację łańcucha alifatycznego do sąsiedniego atomu węgla w pierścieniu lub jego odłączenia (De Weert i wsp., 2010; Krupiński i Długoński, 2011). Natomiast NPs zawierające w strukturze cząsteczki liniową formę łańcucha alkilowego ulegają przeważnie biodegradacji poprzez kaskadę następujących po sobie reakcji, takich jak hydroksylacja terminalnego atomu węgla części alifatycznej czy utlenianie do hydrokys kwasów. Jeżeli proces biodegradacji zachodzi w pełnym wymiarze, jego produktami końcowymi są woda oraz dwutlenek węgla (Krupiński i Długoński, 2011). Różnorodność występujących produktów zależy również od gatunku mikroorganizmu. Przykładowo dla *Glioccephalotrichum simplex* zidentyfikowano 15 różnych metabolitów, natomiast dla *Aspergillus versicolor* 8 metabolitów. W celu uzyskania całkowitego procesu degradacji dąży się do uzyskania szerokiego zakresu mikroorganizmów, które posiadają zdolność rozkładu metabolitów (Szewczyk i wsp., 2014; Różalska i wsp., 2010).

Efektywność mikroorganizmów w usuwaniu NPs z różnych elementów środowiska

Biodegradacja prowadzona przez autochtoniczne mikroorganizmy stanowi jeden z najważniejszych procesów oczyszczania osadów rzecznych z 4-nonylofenoli. W wyizolowanych próbkach osadów stwierdzono obecność drobnoustrojów z rodzaju: *Rhizobium*, *Sphingobium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Nitrospirae*, *Acidobacteria*, a także *Cyanobacteria* (Wang i wsp., 2014b). Mieszanina rozgałęzionych izomerów tworzona przez techniczny nonylofenol obecna w osadzie może zostać w wysokim stopniu rozłożona przez mikroorganizmy. Wprowadzone zanieczyszczenie w ilości 100 μ g/g osadu w ciągu 14 dni uległo degradacji o 98%, natomiast przy stężeniu NP 300 μ g/g osadu po 14 dniach osiągnięto 72% usunięcia. Należy mieć na uwadze, że zwiększone ilości NPs mogą przyczyniać się do powstawania większej ilości trudno biodegradowalnych metabolitów. Jednym z nich jest nitrofenol, który nie posiada zdolności związków endokrynnie aktywnych, jednak nadal jest substancją toksyczną, która kumuluje się w organizmach żywych. Jego powstawanie przypisywane jest bakteriom *Nitrosomonas eutropha*, które mogą utleniać



Wykres 1. Efektywność usuwania 4 NPs o stężeniu 100 mg/l przez *Aspergillus versicolor* w obecności glukozy oraz w próbce z samym NPs

Źródło: Krupiński i wsp., 2014.

amon do grupy NO_2^- , która jest zamocowana do pierścienia fenolowego. Do dalszego rozkładu nitrofenolu niezbędne są inne gatunki, wymienia się tu rodzaj *Alcaligenes*, *Rhizobium* i *Pseudomonas*. Bakterie utleniające amoniak wykazują większy stopień biodegradacji w porównaniu do innych bakterii (Wang i wsp., 2014a; Wang i wsp., 2015).

Wśród znanych sposobów zwiększenia stopnia rozkładu 4-nonylofenolu w glebach można wymienić dodatek kompostu oraz innych kosubstratów w postaci ekstraktu drożdżowego, nadtlenu wodoru, niejonowych środków powierzchniowo czynnych, a także glukozy. Efekty stosowania glukozy w trakcie biodegradacji NPs przedstawiono na Wykresie 1. Końcowy efekt usunięcia jest podobny dla obu prób, jednak w przypadku procesu wspomaganego glukożą wysoki stopień usunięcia jest osiągnięty w krótszym czasie. Zastosowanie dodatków przyczynia się do zmiany społeczności mikroorganizmów, co zasadniczo wpływa na efektywność biodegradacji NPs (Chang i wsp., 2004; Chang i wsp., 2007; Krupiński i wsp., 2014).

Obserwuje się również wpływ innych czynników fizykochemicznych, takich jak pH, temperatura oraz stężenie 4-nonylofenolu. W przedziale temperatur

20–40 °C, przy pH = 7 czas połowicznego rozpadu NPs wzrasta wraz ze spadkiem temperatury, ponadto spadek pH również przyczynia się do wzrostu parametru $t_{1/2}$ (Chang i wsp., 2004; Chang i wsp., 2007).

Ważnym miejscem dla mikrobiologicznej degradacji nonylofenoli jest osad czynny. Obserwowany w osadach czynnych z miejskiej oczyszczalni ścieków proces sorpcji NPs zachodzi bardzo gwałtownie, już w pierwszych sekundach oczyszczania ścieków. Literatura podaje, że zawartość 4-nonylofenoli w fazie ciekłej już po 30 sekundach została zredukowana o 95%, w stosunku do początkowej ilości 10 g/m³. Sorpcja ma wolniejszy przebieg w osadzie z oczyszczalni ścieków przemysłowych, w którym to po 30 sekundach trwania procesu odnotowano zmniejszenie się NPs o 75% (Felis i wsp., 2011).

Podsumowanie

Problem mikrozanieczyszczeń obecnych w środowisku wciąż nie jest wystarczająco nagłośniony. Przytoczone przykłady pokazują, że umiejętne wyizolowanie oraz wprowadzenie różnorodnych populacji mikroorganizmów, może przynieść pożądany efekt usuwania już niskich stężeń nonylofenoli. Należy mieć na uwadze specyficzne właściwości tych związków, ich zdolność do kumulacji np. w tkance tłuszczowej oraz wpływ na gospodarkę hormonalną. Obecność tak szkodliwych związków jak NP nawet w stężeniach na poziomie ppm czy niższych nie oznacza, że problem jest nie istotny, a jedynie że jego obecność tworzy stale narastające ryzyko dla środowiska oraz zdrowia człowieka.

Literatura

- Chang BV, Chaiang BW, Yuan SY (2007). *Biodegradation of nonylophenol in soil*. Chemosphere. 66: 1857-1862.
Chang BV, Yu CH, Yuan SY (2004). *Degradation of nonylophenol by*

- anaerobic microorganisms from river sediment*. Chemosphere. 55: 493-500.
De Weert J, Viñas M, Grotenhuis T, Rijnaarts H, Langenhoff A (2010). *Aerobic nonylophenol degradation and nitro-nonylophenol formation by microbial cultures from sediments*. Environmental Biotechnology. 86: 761-771.
Dobrzyńska M (2012). *Uszkodzenia DNA w komórkach somatycznych myszy narażonych na nonylofenol oraz skojarzone działanie promieniowania jonizującego i nonylofenolu*. Rocznik Państwowego Zakładu Higieny. 63 Nr 4: 417-424.
Dudziak M, Bodzek M (2009). *Badania zawartości ksenoestrogenów w wodzie metodą ekstrakcji sorpcyjnej*. Ochrona Środowiska. Vol. 31 Nr 1: 9-14.
Felis E, Borok S, Miksch K (2011). *Ocena zdolności wybranych biometryków hormonalnych do sorpcji na kłaczkach osadu czynnego*. Ochrona Środowiska. Vol. 33 Nr 2: 49-52.
Jahan K, Ordóñez R, Ramachandran R, Balzer S, Stern M (2008). *Modeling Biodegradation of Nonylophenol*. Water Air Soil Pollution: Focus. 8: 395 – 404.
Krupiński M, Długoński J (2011). *Biodegradacja nonylofenoli przez wybrane drobnoustroje*. Postępy Mikrobiologii. 50, 4: 313 – 319.
Krupiński M, Janicki T, Pelcz B, Długoński J (2014). *Biodegradation and utilization of 4-n-nonylophenol by Aspergillus versicolor as a sole carbon and energy source*. Journal of Hazardous Materials. 280: 678 – 684.
Matejczyk M, Zalewski P (2011). *Związki endokrynne aktywne i ich aktywność biologiczna*. Kosmos. Problemy nauk biologicznych. Tom 60 Numer 1 – 2: 17 – 32.
Różalska S, Glińska S, Długoński J (2014). *Metarhizium robertsii morphological flexibility during nonylophenol removal*. International Biodeterioration & Biodegradation. 95: 285 – 293.
Różalska S, Szewczyk R, Długoński J (2010). *Biodegradation of 4-n-nonylophenol by the non-ligninolytic filamentous fungus Glioccephalotrichum simplex: A proposal of metabolic pathway*. Journal of Hazardous Materials. 180: 323 – 331.
Soares A, Guieysse B, Jefferson B, Cartmell E, Lester J N (2008). *Nonylophenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters*. Environment International. 34: 1033 – 1049.
Szewczyk R, Soboń A, Różalska S, Dzitko K, Waidelich D, Długoński J (2014). *Intracellular proteome expression during 4-n-nonylophenol biodegradation by the filamentous fungus Metarhizium robertsii*. International Biodeterioration & Biodegradation. 93: 44 – 53.
Vallini G, Frassinetti S, D' Andrea F, Catelani G, Agnolucci M (2001). *Biodegradation of 4 (1-nonyl)phenol by axenic cultures of the yeast Candida aquatextoris: identification of microbial breakdown products and proposal of a possible metabolic pathway*. International Biodeterioration & Biodegradation. 47: 133 – 140.

- Wang Z, Yang Y, He T, Xie S (2015). *Change of microbial community structure and functional gene abundance in nonylophenol – degrading sediment*. Environmental Biotechnology. 7: 3259 – 3268.
Wang Z, Yang Y, Sun W, Xie S, Liu Y (2014a). *Nonylophenol biodegradation in river sediment and associated shifts in community structures of bacteria and ammonia-oxidizing microorganisms*. Ecotoxicology and Environmental Safety. 106: 1 – 5.
Wang Z, Yang Y, Sun W, Xie S (2014b). *Biodegradation of nonylophenol by two alphaproteobacterial strains in liquid culture and sediment microcosm. Short communication*. International Biodeterioration & Biodegradation. 92: 1 – 5.

Nonylphenols microbiological degradation

Edyta Łaskawiec

Nonylphenols belong to the group of Endocrine Disrupting Compounds – EDCs. Because they are widely used for example in cosmetics and cleaning products, their presence is recorded in all parts of the biosphere. It is necessary to look at the metabolism that occur in the environment with their participation. These processes include degradation and detoxification of sorption involving microorganisms. These processes take place in a complex way, but their knowledge is essential in the creation of favorable conditions for their implementation. The use of carefully selected group of microorganisms in wastewater treatment may allow a high degree of their removal to safe products.

Key words: nonylphenols (NP), micropollutants, biodegradation, oxygen processes, microorganisms

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele kształcenia:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń odczytuje, selekcionuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł, w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- V. Rozmowowanie i argumentacja. Uczeń rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.

Treści nauczania

Zwierzęta bezkręgowce. Uczeń przedstawia znaczenie stawonogów w przyrodzie i życiu człowieka.

Różnorodność biologiczna Ziemi. Uczeń przedstawia wpływ człowieka na różnorodność biologiczną, podaje przykłady tego wpływu

Różne oblicza papierków wskaźnikowych – archaizm czy niedoceniane możliwości?

Kamil Jurowski, Anna Jurowska

Streszczenie:

„Uniwersalny papierek wskaźnikowy” to jeden z podstawowych terminów poznawanych w toku kształcenia chemicznego (III i IV etap edukacji przyrodniczej). W literaturze fachowej poświęconej dydaktyce chemii można znaleźć artykuły związane z przykładami zastosowania wskaźników czy uniwersalnych papierków wskaźnikowych w różnorodnych sytuacjach. Jednakże brak jest artykułu stanowiącego szeroki przegląd stosowanych w praktyce papierków wskaźnikowych, ich właściwości i zastosowań. Jest to pionierska praca związana z dydaktycznymi aspektami papierków wskaźnikowych różnego rodzaju. W artykule przedstawiono autorskie propozycje przykładowych zadań maturalnych (matura od 2015 roku), które uwzględniają zastosowania różnych papierków wskaźnikowych (uniwersalne papierki wskaźnikowe, papierki jodokrobiowe, papierki ołowiowe).

Słowa kluczowe: papierek wskaźnikowy, papierek lakmusowy, uniwersalny papierek wskaźnikowy, papierek jodokrobiowy, papierek kobaltowy, papierek ołowiowydomowej

otrzymano: 27.09.2015; przyjęto: 2.11.2015; opublikowano: 30.06.2016



mgr Kamil Jurowski: Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia; Zespół Analiz Toksykologicznych i Farmaceutycznych, Zakład Chemii Analitycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie



mgr Anna Jurowska: Zespół Chemii Koordynacyjnej, Zakład Chemii Nieorganicznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Wprowadzenie – papierki wskaźnikowe w dydaktyce chemii

Z dydaktycznego punktu widzenia „papierek wskaźnikowy” czy „papierek lakmusowy” należą do terminów chemicznych wpisujących się w kanon elementarnej wiedzy chemicznej. Jednak w praktyce dydaktycznej niewiele uwagi poświęca się temu zagadnieniu, albowiem w większości przypadków papierek wskaźnikowy uważany jest za pewnego rodzaju narzędzie stosowane zazwyczaj tylko do oceny odczynu badanego roztworu. Wielu nauczycieli chemii rutynowo wprowadza temat papierków wskaźnikowych „przy okazji” omawiania tematów związanych z chemicznymi wskaźnikami/indykatorami, jako uniwersalne rozwiązanie do oceny odczynu roztworu. Jest to również często obserwowany trend w encyklopediach czy słownikach szkolnych, w których nie istnieje odrębne hasło „papierek wskaźnikowy” ani odesłanie do hasła „wskaźniki pH” (Grębosz, 2003). W niektórych poradnikach szkolnych przypisuje się wręcz papierkom wskaźnikowym rolę wskaźników (Krzczkowska, 2008; Krzczkowska, 2010), co – jak się wydaje – jest zapewne skrótem myślowym, ale stanowi poważne nadużycie, mogące skutkować w konsekwencji błędami dydaktycznymi (wskaźnik = papierek). Przytoczone podejścia w kontekście papierków wskaźnikowych należy wyraźnie skrytykować, bowiem sprawiają, że znaczenie i rola papierków wskaźnikowych sprowadza się jedynie do „machinalnej” klasyfikacji badanego roztworu z uwagi na jego odczyn, biorąc pod uwagę barwę papierka wskaźnikowego. Ponadto bardzo często obserwuje się wśród nauczycieli tendencję do omijania prostego pytania „czym jest papierek wskaźnikowy?”. Zazwyczaj (jeśli w ogóle) podawana jest informacja, że papierki wskaźnikowe stanowią paski bibuły, które nasączone są odpowiednim wskaźnikiem/wskaźnikami; sprowadza się to jedynie do uniwersalnych papierków

wskaźnikowych. W takim ujęciu dydaktycznym u uczniów pokutuje przekonanie, że papierek wskaźnikowy może służyć wyłącznie do oceny odczynu roztworu, ponieważ nie są znane uczniom inne przykłady papierków wskaźnikowych. Być może niefortunne jest ich określenie jako „wskaźnikowe”, co kojarzy się od razu z chemicznymi wskaźnikami, a tymczasem chodzi o to, że papierki te mogą wskazywać na obecność pewnych związków chemicznych.

Idea działania papierków wskaźnikowych, klasyfikacja i ich używanie

W słownikach chemicznych lub innych źródłach dydaktycznych (poradniki, repetytoria) można znaleźć wiele definicji papierka wskaźnikowego, które zazwyczaj dotyczą określenia odczynu lub pH badanego roztworu. W Tabeli 1 zestawiono definicje z różnych źródeł literaturowych, które dotyczą hasła „papierek wskaźnikowy”.

Zestawione w tabeli cytaty wskazują jednoznacznie, że w polskiej edukacji chemicznej panuje uogólnione traktowanie papierków wskaźnikowych jako pasków bibuły nasączonych mieszaniną odpowiednich wskaźników, umożliwiających określenie (zazwyczaj) wyłącznie odczynu badanego roztworu lub szacowanie wartości pH. Jednak trzy cytaty (6., 7. i 9.) wskazują, że niektórzy polscy dydaktycy zauważają inne możliwości papierków wskaźnikowych. Aby jednak uściślić pewne definicje oraz możliwości papierków wskaźnikowych, należy przeanalizować ich problematykę, biorąc za punkt wyjścia chemię analityczną.

Patrząc przez pryzmat chemii analitycznej, papierki wskaźnikowe mogą zostać zaklasyfikowane jako szybkie testy klasycznych wizualnych technik kolorymetrycznych. Rolą analitycznych technik kolorymetrycznych jest określenie stężenia badanych roztworów

L.p.	Cytat	Źródło
1.	„W praktyce używa się zwykle papierków nasączonych mieszaniną substancji wskaźnikowych, które zmieniają barwę w szerokim zakresie pH”	K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, <i>Nowoczesne kompendium chemii</i> , Wydawnictwo Naukowe PWN, wydanie I – 2 dodruk, 2015, str. 204.
2.	„Najpopularniejszym wskaźnikiem jest papierek uniwersalny, zwany wskaźnikowym, który w roztworze o odczynie kwasowym przyjmuje barwę czerwoną, zasadowym – niebieskozieloną, a obojętnym jego barwa pozostaje bez zmian”	M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, <i>Repetytorium* liceum-poziom podstawowy i rozszerzony chemia</i> , Wydawnictwo Szkolne PWN, wydanie I, 2010, str. 181
3.	„Najpopularniejszym wskaźnikiem jest papierek uniwersalny nasycony mieszaniną wskaźników, zwany wskaźnikowym, który w roztworze o odczynie kwasowym przyjmuje barwę czerwoną, o odczynie zasadowym – niebiesko-zieloną, a w roztworze o odczynie obojętnym jego barwa pozostaje bez zmian, czyli żółta”.	M. Krzeczowska, J. Loch, <i>Chemia szkolny poradnik chemiczny – niezbędny uczniom i hobbystów</i> , Wydawnictwo ParkEdukacja, wydanie I, 2008, str. 156.
4.	„papierek wskaźnikowy – papierowy pasek zawierający odczynnik, który reagując z substancją obecną w roztworze wywołuje zmianę barwy papierka, co wskazuje na obecność tej substancji w roztworze (np. kwasu albo zasady). Papierek lakmusowy zabarwia się na niebiesko pod wpływem zasady a na czerwono pod wpływem kwasu. Papierki uniwersalne, przyjmując odpowiednie zabarwienie, pozwala na przybliżone ustalenie wartości pH roztworu.	R. Hassa, J. Mrzigod, J. Nowakowski, <i>Podręczny słownik chemiczny</i> , Wydawnictwo Videograf II, 2004, str. 287.
5.	„papierki wskaźnikowe → wskaźnik pH” „wskaźnik kwasowo-zasadowy, wskaźnik pH, indikator pH (...) Często wskaźnikami nasycone są paski bibuły, które nazywane są papierkami wskaźnikowymi (np. papierki lakmusowe zawierają lakmus). Bardzo popularne są papierki uniwersalne, które nasączone są mieszaniną wskaźników, a za pomocą których można określić przybliżoną wartość pH w szerokim zakresie”	M. Grębosz, Sz. Zapotoczny, <i>Słownik szkolny chemia</i> , Wydawnictwo Zielona Sowa, 2003, str. 232 i 407-408.
6.	„papierki wskaźnikowe – niewielkie paski papieru (bibuły) nasączone roztworem wskaźnika i wysuszone, stosowane w laboratoriach. Najczęściej używane są papierki wskaźnikowe pehametryczne nasączone → lakmusem (papierki lakmusowe) lub mieszaniną → wskaźników alkacymetrycznych (papierki uniwersalne), które służą do oceny → odczynu środowiska (→ pH). Papierki zanurza się w badanym roztworze, po czym jego barwę porównuje się z barwą na skali. Do wykrywania siarkowodoru lub siarczków służą papierki ołowiove nasączone roztworem soli ołowiu, czerniejące w obecności jonów S ²⁻ . Papierki jodokorbiowe są nasączone roztworem jodku i skrobi. W obecności utleniaczy jony jodkowe I- utleniają się do jodu I ₂ , który powoduje zabarwienie skrobi na intensywnie niebieski kolor. Znikanie takiego zabarwienia świadczy o obecności reduktorów”	P. Chmielewski, A. Jezierski, <i>Słownik encyklopedyczny CHEMIA</i> , Wydawnictwo Europa, wydanie II, 2001, str. 427.
7.	„papierki wskaźnikowe, pasek bibuły nasycony odpowiednim wskaźnikiem, np. wskaźnikiem alkacymetrycznym, stos. Do przybliżonego określania odczynu roztw., czy octanem ołowiu(II) – tzw. papierki ołowiove, do wykrywania siarczków”	J. Sobczak, K. M. Pazdro, Z. Dobkowska, <i>Słownik szkolny CHEMIA</i> , Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, wydanie I, 1993, str. 242.
8.	„Wskaźniki można stosować bezpośrednio, w postaci roztworów, które dodaje się do roztworu, albo w formie tzw. papierków wskaźnikowych – pasków bibuły nasyconych odpowiednimi wskaźnikami i wysuszonych (np. fenoloftaleiną – papierki fenoloftaleinowy, lakmusem – papierki lakmusowy niebieski, lakmusem z dodatkiem kwasu papierki lakmusowy czerwony itp.). Papierki wskaźnikowe zanurza się na moment do badanego roztworu, dzięki czemu unika się trwałego zabarwienia całej zawartości naczynia. Niebieski papierki lakmusowy nie zmienia barwy w roztworze zasadowym i obojętnym, w roztworze kwaśnym zaś staje się czerwony. Czerwony papierki lakmusowy wprowadzony do roztworu kwaśnego lub obojętnego nie zmienia barwy, a w roztworze zasadowym staje się niebieski”	Z. Dobkowska, K. M. Pazdro, <i>Szkolny poradnik chemiczny</i> , Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, wydanie I, 1986, str. 91-92.
9.	„ papierki wskaźnikowe , paski bibuły nasycone → wskaźnikami, zmieniające zabarwienie zależnie od pH zwiłżającego je rozt. P.w. lakmusowe (→lakmus) służą do oceny, czy roztw. jest kwaśny, obojętny czy zasadowy. P.w. uniwersalne, nasycone mieszaniną różnych wskaźników, pozwalają ocenić pH z dokładnością 1-2 jednostek przez porównanie z dołączoną skalę barw. Stosowane bywają także p.w. jodokorbiowe (wykrywanie utleniaczy, które barwią p.w. niebiesko) i in.”	J. Chodkowski (red.), <i>Słownik chemiczny</i> , Wydawnictwo Wiedza Powszechna, wydanie VI, 1982, str. 414.

Tabela 1. Przegląd literaturowy hasła „papierki wskaźnikowy” – źródła uporządkowano w kolejności chronologicznej

Źródło: oprac. własne.

barwnych za pomocą wizualnego porównania intensywności barwy badanej próbki (zazwyczaj w postaci roztworu) z intensywnością barwy (zabarwienia) próbki wzorcowej (mniej precyzyjnie – wzorca). Do kolorymetrycznej analizy stosuje się (Szmal, 1997):

- 1) własną barwę (zdolność absorpcji) jonu identyfikowanego analitu,
- 2) barwę odpowiedniego związku, w którym dany analit został przeprowadzony lub
- 3) barwę badanego związku i jego połączeń.

Należy zwrócić uwagę, że w nowoczesnej kolorymetrii pomiar intensywności barwy realizuje się za pomocą instrumentu analitycznego (np. pomiar absorpcji za pomocą spektrofotometru). Z kolei klasyczna analiza kolorymetryczna polega na (Szmal, 1997):

- 1) wizualnym porównaniu lub
- 2) ocenie intensywności barwy (koloru) roztworów.

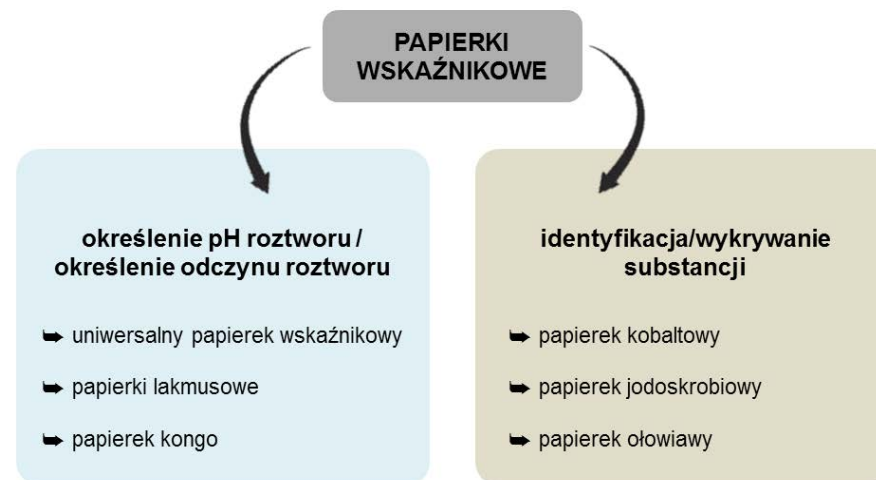
Niezależnie jednak od tego, czy analiza kolorymetryczna realizowana jest w sposób współczesny (z udziałem instrumentu analitycznego) czy klasyczny (ocena wizualna), składa się ona z dwóch etapów (Szmal, 1997):

- *etap chemiczny* – otrzymanie barwnego połączenia zawierającego analit (np. zabarwienie papierka wskaźnikowego);
- *etap pomiarowy* – porównanie lub ocena intensywności barwy (koloru) próbki (np. porównanie intensywności zabarwienia papierka wskaźnikowego ze skalą barw).

Wynika stąd, że określenie/oszacowanie pH roztworu za pomocą uniwersalnych papierków wskaźnikowych, bazując na porównaniu intensywności zabarwienia zastosowanego papierka ze skalą barw (zamieszczoną w książeczce z uniwersalnymi papierkami wskaźnikowymi lub instrukcji), która podaje barwę papierka przy poszczególnych wartościach pH, jest przykładem klasycznej analizy kolorymetrycznej (Kocjan, 2002). Chociaż klasyczna analiza kolorymetryczna jest

Ryc. 1. Propozycja autorskiego podziału papierków wskaźnikowych w zależności od ich roli.

Źródło: oprac. własne.



obecnie dość rzadko stosowana w praktyce laboratoryjnej, to nie tylko ma znaczenie historyczne, ale ma również ogromną wagę dydaktyczną, szczególnie jeśli chodzi o zagadnienia chemii analitycznej.

Należy również zwrócić uwagę, że oprócz możliwości określenia pH badanego roztworu na podstawie intensywności zabarwienia papierka w porównaniu ze skalą barw (np. w przypadku uniwersalnych papierków wskaźnikowych), możliwa jest również analiza jakościowa specyficznych indywiduów chemicznych – np. wody w produktach przeróbki ropy naftowej za pomocą papierków kobaltowych, obecności jonów siarczkowych za pomocą papierków ołowiowych itp. Wydaje się, że szczególnie to drugie zastosowanie papierków wskaźnikowych jest marginalizowane w toku polskiej edukacji chemicznej. Świadczyć o tym może choćby przegląd literaturowy (Tabela 1), gdzie tylko kilka pozycji literaturowych uwzględnia inne możliwości papierków wskaźnikowych. Być może wynika to z faktu, że skoro mowa o „papierkach wskaźnikowych”, to jako

wskaźniki przyjęło się (niesłusznie) uznawać wyłącznie wskaźniki pH.

W związku z tym, że w literaturze dostępnej dla autorów (również obcojęzycznej) brakuje jakiegokolwiek podziału papierków wskaźnikowych, biorąc pod uwagę wszystkie ich możliwości zastosowania, poniżej przedstawiono autorską propozycję podziału papierków wskaźników na dwa rodzaje – ryc. 1.:

- 1) papierki wskaźnikowe służące do określania odczynu roztworu lub jego pH;
- 2) papierki wskaźnikowe służące do identyfikacji/wykrywania substancji.

W związku z powyższym należałoby stosować pojęcie papierka wskaźnikowego nie tylko w kontekście papierków umożliwiających określenie odczynu roztworu czy jego pH, ale również biorąc pod uwagę możliwość identyfikacji specyficznych substancji. Należy wyraźnie podkreślić, że przedstawiony podział papierków wskaźnikowych jest autorską propozycją i nie powinien stanowić jedyne punktu widzenia. Propozycja ta jest

opracowana z punktu widzenia dydaktyki chemii na poziomie gimnazjum oraz szkoły ponadgimnazjalnej. Odpowiednie rozszerzenie podziału papierków wskaźnikowych powinno nastąpić na dalszych szczeblach edukacji chemicznej. Ponadto, ponieważ w dydaktyce chemii brakuje odpowiednio pełnej i funkcjonalnej definicji papierków wskaźnikowych, autorzy niniejszego artykułu proponują następującą definicję:

Papierek wskaźnikowy stanowi pasek bibuły (filtracyjnej) nasączony roztworem odpowiedniej substancji wskaźnikowej, a następnie wysuszony, który umożliwia określenie odczynu lub pH roztworu, jak i również może służyć do identyfikacji/wykrycia ściśle określonych substancji chemicznych (analitu/analitów) w badanej próbce (w postaci cieczy, ciała stałego, gazu lub roztworu).

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, iż papierek wskaźnikowy stanowi pewnego rodzaju „medium kontaktowe”, pośredniczące pomiędzy substancją pełniącą rolę wskaźnika (substancja zmieniająca barwę pod wpływem badanej/badanych substancji) a interesującą chemika substancją (analit/anality) w próbce badanej substancji. Należy wyraźnie unikać stwierdzeń będących „skrótami myślowymi”, np. „wskaźnikiem jest uniwersalny papierek wskaźnikowy”. Co więcej, papierek wskaźnikowy nie musi być stosowany wyłącznie w badaniach z udziałem próbek stanowiących roztwory czy ciecze, ponieważ możliwe jest również zwilżenie go za pomocą odpowiedniej substancji, niewpływającej na barwę innej substancji (wskaźnika), którą został nasycony papierek; substancją taką jest np. woda w przypadku uniwersalnych papierków wskaźnikowych czy alkohol etylowy w przypadku papierka fenoloftaleinowego. Dzięki zwilżeniu papierka możliwe jest także badanie próbek stanowiących ciała stałe lub gazy. Tego typu przykłady zastosowania, mogące mieć znaczenie w dydaktyce, znajdują się w proponowanych zadaniach maturalnych w odrębnej sekcji tego artykułu.

Odrębnym zagadnieniem jest również poprawna procedura analizy z zastosowaniem papierków wskaźnikowych. Ważne jest, aby zdawać sobie sprawę, że papierki wskaźnikowe należy tak stosować, aby uniknąć trwałego zabarwienia całej zawartości naczynia z badaną próbką. W związku z tym, niezależnie od postaci badanej próbki, dobrym zwyczajem jest przeniesienie reprezentatywnej porcji badanej próbki do osobnego naczynia, a następnie postępowanie zgodnie z następującymi zasadami:

- w przypadku cieczy lub roztworów papierki wskaźnikowe należy zanurzyć w badanej próbce na okres 1 s, a następnie po wyjęciu papierka odczekać 30-45 s i ocenić zabarwienie; innym podejściem jest umieszczenie w badanej próbce szklanego pręcika/bagietki laboratoryjnej, a następnie naniesienie kropli próbki na papierku wskaźnikowym (Krzeczkowska, 2008; Minczewski, 2015);
- w przypadku ciał stałych próbkę badanej substancji należy umieścić w osobnym naczyniu (np. parownicy), zwilżyć odpowiednią substancją, która nie zmieni zabarwienia w kontakcie z papierkiem wskaźnikowym, a następnie przyłożyć papierek wskaźnikowy do badanej próbki;
- w przypadku gazów najlepiej wprowadzić papierki wskaźnikowe zwilżone odpowiednią substancją, która nie będzie wpływać na wynik badania, a umożliwi rozpuszczenie badanego gazu na powierzchni papierka wskaźnikowego, stąd najlepiej zbliżyć zwilżony papierki wskaźnikowy do wylotu naczynia (np. butelki), w którym znajduje się badana substancja.

Właściwości i zastosowanie różnych rodzajów papierków wskaźnikowych

Poniżej przedstawiono opis właściwości i zastosowania różnych rodzajów papierków wskaźnikowych, stosując proponowany wcześniej podział.

Papierki wskaźnikowe, służące do określenia odczynu roztworu/pH roztworu

Jak już wcześniej wspomniano, papierki wskaźnikowe mogą służyć do określania odczynu roztworu lub szacowania jego pH. Są to papierki wykonane z bibuły nasyconej odpowiednimi wskaźnikami, które stosuje się przy zobojętnianiu roztworów, a czasem także podczas miareczkowania roztworów zabarwionych lub zawierających substancje niszczące wskaźniki. Mogą one również służyć do jakościowego wykrywania kwasów czy zasad (Szał, 1997), co oznacza, że nie służą wyłącznie do szacowania wartości pH na podstawie skali barw, ale mogą określić moc kwasu lub zasady (np. papierki lakmusowe, papierki fenoloftaleinowe). Papierki wskaźnikowe tego typu mogą zawierać jeden wskaźnik (np. papierki lakmusowe) lub mieszaninę wskaźników (np. uniwersalne papierki wskaźnikowe). Poniżej przedstawiono najbardziej popularne papierki wskaźnikowe służące do określenia odczynu roztworu lub szacowania pH roztworu.

Uniwersalne papierki wskaźnikowe

Obecnie najbardziej powszechnymi w użyciu papierkami wskaźnikowymi umożliwiającymi określenie odczynu roztworu oraz przybliżoną wartość pH są tzw. uniwersalne papierki wskaźnikowe. Są to paski bibuły filtracyjnej nasycone roztworem wskaźnika i następnie wysuszone (Minczewski, 2015), które pozwalają określić pH badanego roztworu z dokładnością nieprzekraczającą 0,5 jednostki (Szał, 1997). W przypadku

odczynu kwasowego ($0 \leq \text{pH} < 7$) uniwersalne papierki wskaźnikowe przyjmują zabarwienie różowo-czerwone, w przypadku odczynu obojętnego ($\text{pH} = 7$) nie zmieniają barwy (pozostają żółto-pomarańczowe), a z kolei w środowisku zasadowym ($7 < \text{pH} \leq 14$) przyjmują zabarwienie niebieskozielone (lub zielononiebieskie). Warto nadmienić, że barwa uniwersalnych papierków wskaźnikowych ściśle zależy od składu mieszaniny zastosowanych wskaźników, co jest uzależnione z kolei od producenta, a co za tym idzie – może różnić się w zależności od danego produktu. Na rycinie 2 przedstawiono barwę uniwersalnych papierków wskaźnikowych w zależności od odczynu.

Na rynku dostępne kiedyś były uniwersalne papierki wskaźnikowe w postaci odpowiedniej książeczki (np. POCh, Gliwice), która zawierała oprócz samych (spiętych razem) papierków wskaźnikowych w posta-

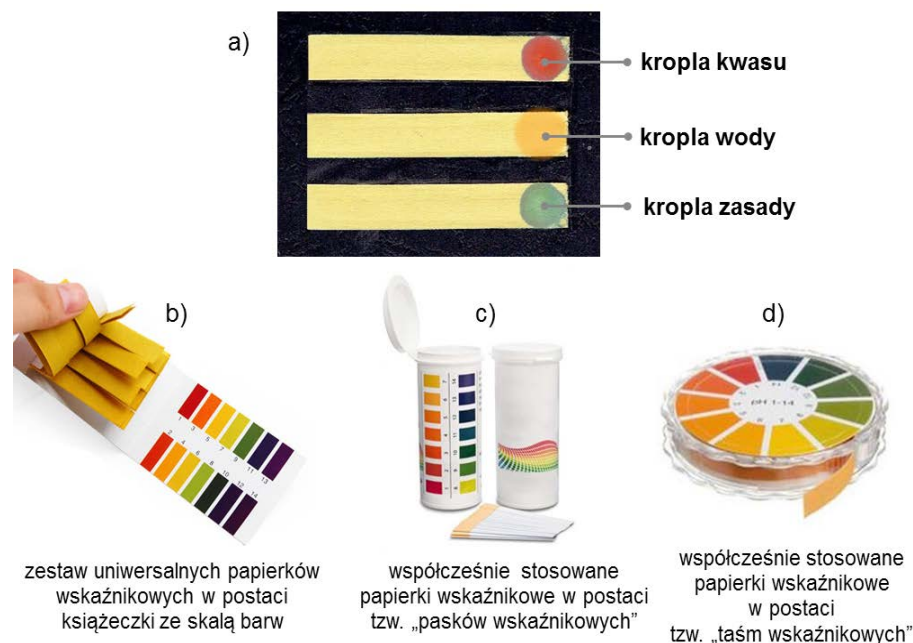
ci bibuły filtracyjnej, sposób postępowania oraz skalę barw (skala 1–10 lub 1–14) – ryc. 2b. Papierki tego typu nadal są stosowane w praktyce szkolnej.

Z uwagi na fakt, że papierki wskaźnikowe w takiej postaci nie były wygodne w użytkowaniu (ponieważ w całości składały się z bibuły, która mogła np. w kontakcie ze skórą zabarwić się w odpowiedni sposób), obecnie stosowane są tzw. paski wskaźnikowe – ryc. 2c. Paski wskaźnikowe wykonane są z tworzywa sztucznego w kształcie wąskich pasków, które na jednym z końców posiadają fragment bibuły nasyconej wskaźnikiem i przechowywane są w wąskich pojemnikach, posiadających na zewnętrznych ściankach skalę barw. Innym rozwiązaniem jest stosowanie tzw. taśm wskaźnikowych – bibuła nasycona wskaźnikami umieszczona jest na szpuli, którą się rozwija i wycina odpowiedniej długości papierki wskaźnikowe – ryc. 2d.

Obecnie oprócz uniwersalnych papierków wskaźnikowych o szerokim zakresie pH (zazwyczaj 1–10 lub 1–14) na rynku dostępne są również uniwersalne papierki wskaźnikowe o stosunkowo wąskich zakresach wskaźnikowych np. 1,3–2,8, wówczas różnice w wartościach pH, odpowiadających kolejnym pozycjom na skali barw, wynoszą wtedy tylko: 0,2–0,3 jednostki (Szmal, 1997). Często ten typ papierków uznaje się jako tzw. papierki lifanowe.

Papierki lifanowe

Papierki lifanowe (ang. *lyphan-papers*) służą do dokładniejszego określenia pH w zakresie zazwyczaj: 3–10 (Bishop, 2013). W polskiej dydaktyce chemii nie są tak bardzo popularne jak w Niemczech czy USA. W odróżnieniu od uniwersalnych papierków wskaźnikowych posiadają niewielką plamę wskaźnikową, umieszczoną na środku papierka, a po jej obu stronach znajdują się po 3–4 barwne paski, odpowiadające zabarwieniom plamy przy określonych wartościach pH, różniących się o 0,2 lub 0,3 jednostki (Szmal, 1997). Na ryc. 3 przedstawio-



Ryc. 2. Papierki wskaźnikowe

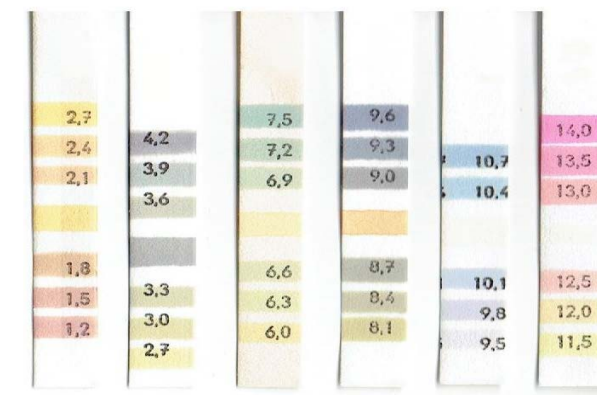
a) Uniwersalne papierki wskaźnikowe w zależności od odczynu; Uniwersalne papierki wskaźnikowe w różnej postaci:

b) książeczka ze skalą barw,

c) paski wskaźnikowe,

d) taśma wskaźnikowa.

Autorzy zdjęć: K. Jurowski, A. Jurowska.



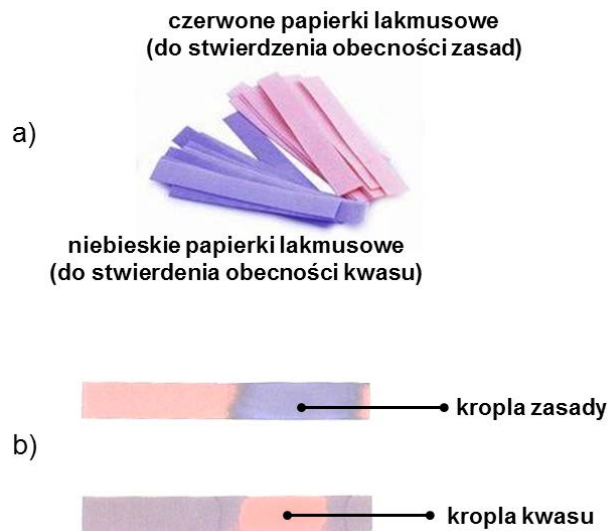
Ryc. 3. Przykładowe papierki lifanowe.

Autorzy zdjęć: K. Jurowski, A. Jurowska.

no przykładowe zdjęcie papierków lifanowych. Papierki te miały znaczenie w bioanalizie do m.in. oznaczania wolnego kwasu solnego w soku żołądkowym (More, 1983), obecnie mają wiele różnorodnych zastosowań w wielu gałęziach przemysłu, gdzie wymagane są szybkie testy określające pH roztworów z dużą dokładnością.

Papierki lakmusowe

Papierki lakmusowe stanowiły kiedyś szandarowy element wiedzy chemicznej, w chwili obecnej mają jednak znaczenie historyczne (Haas, 1919; Levine, 1994); nie stosuje się ich od kilkudziesięciu lat, ponieważ zostały wyparte przez uniwersalne papierki wskaźnikowe (Smith, 2006). Jednak zasada ich działania i znajomość



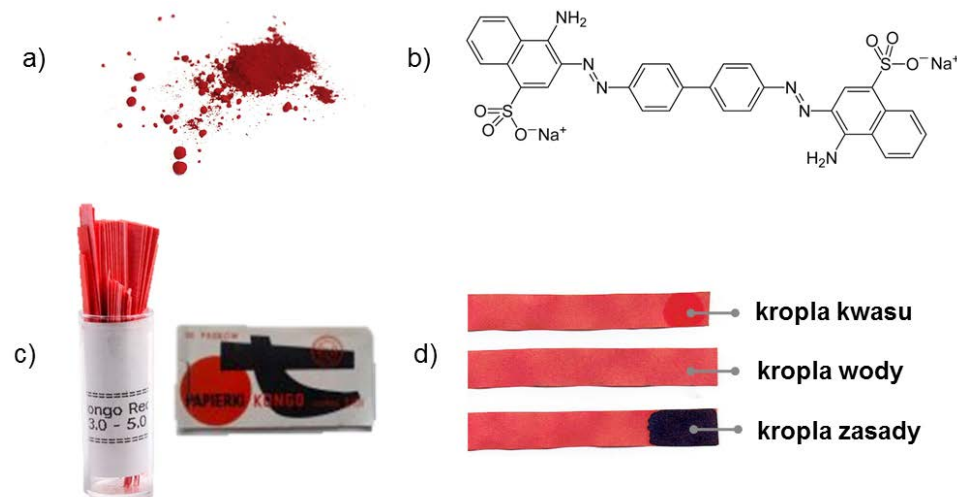
Ryc. 4. Papierki lakmusowe

a) niebieskie i czerwone papierki lakmusowe,
b) zabarwienie papierków lakmusowych pod wpływem kwasów i zasad.

Autorzy zdjęcia: K. Jurowski, A. Jurowska.

są istotne z punktu widzenia dydaktyki chemii. Warto zwrócić uwagę, że do stwierdzenia obecności kwasu należy stosować niebieskie papierki lakmusowe, z kolei do stwierdzenia obecności zasad stosowane są czerwone papierki lakmusowe (Paśko, 2012). Na rycinie 4 przedstawiono rodzaje papierków lakmusowych oraz ich zabarwienie pod wpływem kwasów i zasad.

Papierki lakmusowe, jak sama nazwa wskazuje, stanowią paski bibuły filtracyjnej, nasączone wskaźnikiem – lakmusem (Rice, 1912), który stanowi wyciąg z porostów *Rocella fuciformis* (Chodkowski, 1982; Chmielewski, 2001), występujących u wybrzeży Morza Śródziemnego i Oceanu Atlantyckiego (Hassa, 2004; Lautenschläger, 2015). Jest to najbardziej znany wskaźnik (Lautenschläger, 2015), który stanowi mieszaninę wielu barwników, w tym głównie azolitminy ($C_7H_7NO_4$) (Reineccius, 1994; Scheitz, 1910), wykazuje zakres zmiany pH: 4,5–8,3 (Sawicka, 2015) – zabarwienie czerwone dla pH < 5, zabarwienie niebieskie dla pH > 8, a barwa pośrednia leży w zakresie pH: 5–8 (Grębosz, 2003; Chmielewski, 2001).



Ryc. 5. Czerwień kongo

a) zdjęcie substancji;
b) wzór czerwień kongo;
c) przykładowe opakowanie dostępnych komercyjnie papierków kongo,
d) zabarwienie papierków kongo pod wpływem kwasu, wody i zasady

Autorzy zdjęcia: K. Jurowski, A. Jurowska.

Warto zwrócić uwagę, że we współczesnych pomocach naukowych (podręczniki, repetytoria) można znaleźć często dwa błędy dydaktyczne, na które zwrócił uwagę Paśko (2012):

- 1) pominięcie faktu, że stosowane są dwa rodzaje papierków wskaźnikowych (niebieskie do kwasów i różowe do zasad), oraz
- 2) zamieszczenie zdjęć w podręcznikach, na których pokazuje się powszechnie stosowany do celów dydaktycznych uniwersalny papierek wskaźnikowy, który ma barwę pomarańczową, lub pomarańczowo-żółtą, a w podpisie konfiguruje papierek lakmusowy.

Papierki kongo

Papierki kongo stanowią papierki bibuły nasączone wskaźnikiem, którego nazwa to czerwień kongo. Wskaźnik ten stanowi związek organiczny ($C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$) z grupy barwników bisazowych (Lautenschläger, 2015) o pełnej nazwie sól disodowa kwasu 4-amino-3-[4-[4-(1-amino-4-sulfonatonaftalen-2-yl)diazenylofenylo]fenylo]diazenylnaftaleno-1-sulfonowego.

Związek ten tworzy krystaliczny proszek o charakterystycznej czerwono-brązowej barwie (Lautenschläger, 2015). Przedstawiono go na ryc. 5a, wzór strukturalny widnieje zaś na ryc. 5b.

Wskaźnik ten wykazuje zakres zmiany pH: 3,0–5,2; zabarwienie niebieskie dla pH < 3, zabarwienie czerwone dla pH > 5,2 (Lautenschläger, 2015), a barwa pośrednia leży w zakresie zmiany barw; nawiasem mówiąc, w literaturze bywa podawana również wartość pH: 3,0–5,0 (Sawicka, 2015). Na ryc. 5c przedstawiono przykładowe opakowanie papierków kongo dostępnych komercyjnie, zaś na ryc. 5d – zabarwienie tych papierków w przypadku kwasów i zasad.

Warto zwrócić uwagę na etymologię tego wskaźnika, która miała swoją genezę w Niemczech. Czerwień kongo w rzeczywistości stanowi barwnik azowy, który otrzymany został po raz pierwszy w 1883 roku

przez Paula Bottigera, pracującego dla firmy Bayer w Elberfeld. Z uwagi na brak zainteresowania, chemik ten opatentował swój związek chemiczny i sprzedał go firmie AGFA, która wprowadziła go na rynek pod nazwą *Czerwień Kongo*, co miało stanowić pewnego rodzaju chwyt marketingowy i strategię polityczną. Oczekiwano bowiem, że nazwa ta wzbudzi zainteresowanie z uwagi na Konferencję Berlińską poświęconą uregulowaniu europejskiego kolonializmu w Afryce (Steensma, 2001).

Kiedyś czerwień kongo stosowana była jako barwnik bawełny oraz wskaźnik kwasowo-zasadowy (Khurana, 2001) w formie roztworów lub w postaci papierków, obecnie stosowana w mikrobiologii do barwienia bakterii (Teather, 1982; Matsuoka, 1995; Telke, 2010) oraz w bioanalizie, np. oznaczanie wolnego kwasu solnego w soku żołądkowym (Rehfuss, 1914; Nakajima, 1993;

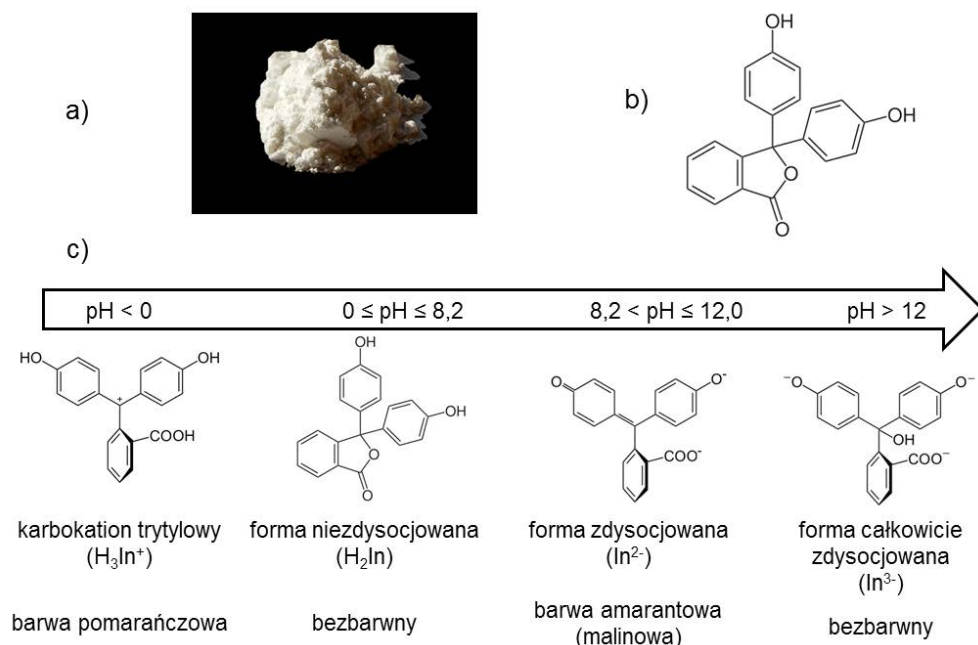
Tóth 2002; Telke, 2010), oznaczanie kwasu mlekowego w pożywkach (medium hodowlanym) (Seesuriyachan, 2007).

Papierki fenoloftaleinowe

Papierki fenoloftaleinowe stanowią papierki bibuły nasączone fenoloftaleiną (dihydroftalofenolem), której nazwa systematyczna to 3,3-bis(4-hydroksyfenylo)izobenzofuran-1(3H)-on. Wskaźnik ten to związek organiczny (C₂₀H₁₄O₄), który jest białą krystaliczną substancją, nierozpuszczalną w wodzie, ale rozpuszczalną w alkoholach (Chodkowski, 1982). Przedstawiono go na ryc. 6a, zaś wzór formy niezdysojowanej widnieje na ryc. 6b).

Wskaźnik ten wykazuje zakres zmiany pH: 8,3–10,0 (Chmielewski, 2001). Z chemicznego punktu widzenia, fenoloftaleina stanowi słaby kwas, stąd w środowisku kwasowym występuje w postaci bezbarwnych niezjonizowanych cząsteczek, a w środowisku zasadowym w postaci anionów o barwie amarantowej (popularnie malinowej) (Grębosz, 2003). W skrajnych wartościach pH można zaobserwować nietypowe zmiany zabarwienia – w roztworach silnie kwasowych (pH < 0) wskaźnik ten przybiera pomarańczowo-czerwoną barwę na skutek przejścia w formę karbokationu trytylowego (Berger, 1981), z kolei w środowisku silnie zasadowym (pH > 12) roztwór staje się bezbarwny (Berger, 1981). Warto podkreślić, że barwa roztworu jest związana z dysocjacją elektrolityczną grup fenolowych (Chmielewski, 2001). Podsumowanie barw i form chemicznych fenoloftaleiny przedstawiono na ryc. 6c.

Obecnie dostępne są białe papierki fenoloftaleinowe (ryc. 7a), które zmieniają kolor na amarantowy (malinowy), kiedy wartość pH przekroczy 8,3 (ryc. 7b). Papierki te nie są dość często stosowane, ale najczęściej używane są w przypadku szybkiej identyfikacji produktów reakcji, posiadających pH w zakresie: 8,3–10,0.



Ryc. 6. Fenoloftaleina

a) zdjęcie substancji,

b) wzór formy niezdysojowanej, c) barwy i formy chemiczne w zależności od wartości pH

Autorzy zdjęć:

K. Jurowski, A. Jurowska.

Papierki wskaźnikowe, służące do identyfikacji (wykrycia) ściśle określonych substancji

Jak już wcześniej wspomniano, papierki wskaźnikowe mogą służyć nie tylko do określania odczynu roztworu lub szacowania jego pH, ale również do wykrywania lub identyfikacji ściśle określonych substancji. Są to papierki wykonane z bibuły nasyconej odpowiednimi substancjami, które w kontakcie z wykrywaną substancją dają charakterystyczne zabarwienie.

Poniżej przedstawiono najbardziej popularne papierki wskaźnikowe, służące do wykrycia wybranych substancji.

Papierki kobaltowe

Niebieskie papierki kobaltowe stanowią papierki bibuły nasączone bezwodnym roztworem soli kobaltu(II)



Ryc. 7. Papierki fenoloftaleinowe

- a) przykładowe opakowanie,
b) zabarwienie papierka fenoloftaleinowego pod wpływem zasady

Autorzy zdjęcia: K. Jurowski, A. Jurowska.

(Co^{2+}), np. chlorek kobaltu(II) rozpuszcza się w czystym alkoholu etylowym, tworząc niebieski roztwór (Lautenschläger, 2015). Bezwodne sole kobaltu(II) posiadają barwę niebieską, a pod wpływem wody kationy Co^{2+} są solwatowane – sześć cząsteczek wody tworzy z jednym jonem Co^{2+} kation heksaakwakobaltu(II), $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ o barwie różowej (Bielański, 2006; Kolditz, 1994). Właściwość ta chlorku kobaltu(II) wykorzystywana jest do identyfikacji wody w błękitnym silikażelu (Kolditz, 1994), tworzenia tzw. atramentu sympatycznego (Lautenschläger, 2015) oraz niebieskich papierków kobaltowych (ryc. 8a). Papierki takie są niebieskie, a w przypadku kontaktu z wodą zabarwiają się na różowo (ryc. 8b). Papierki kobaltowe znalazły niegdyś zastosowanie w identyfikacji śladowych ilości wody w produktach przeróbki ropy naftowej.



Ryc. 8. Papierki kobaltowe

- a) przykładowe opakowanie,
b) zabarwienie papierka kobaltowego pod wpływem kropli wody

Autorzy zdjęcia: K. Jurowski, A. Jurowska.

Papierki ołowiowe

Papierki ołowiowe (dawnej nazywane ołowiaowymi) stanowią papierki bibuły nasączone roztworem soli ołowiu(II), np. octanu ołowiu(II) (Sobczak, 1993; Chmielewski, 2001). Papierki ołowiane stosowane są do identyfikacji jonów siarczkowych (S^{2-}), dając charakterystyczne czarne zabarwienie – ryc. 9a), powstające na skutek reakcji: $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{PbS}(\downarrow)$. Papierki ołowiowe dostępne były kiedyś w postaci książeczki pasków – ryc. 9b), głównie do identyfikacji siarki (w postaci jonów siarczkowych) w próbkach biologicznych.

Papierki jodoskrobiowe

Papierki jodoskrobiowe, to paski bibuły filtracyjnej nasączone roztworem jonów jodkowych oraz skrobi. Papierki te służą do wykrywania utleniaczy w roz-



Ryc. 9. Papierki ołowiowe

- a) zabarwienie papierka ołowiowego w obecności jonów siarczkowych,
b) przykładowe opakowanie komercyjnie dostępnych papierków ołowiowych.

Autorzy zdjęcia: K. Jurowski, A. Jurowska.



tworze, zabarwiając się na kolor niebieski lub ciemno-granatowy. Idea działania papierków jodoskrobiowych polega na tym, że pod wpływem utleniaczy, jony jodkowe (I^-) utleniają się do pierwiastkowego jodu (I_2), który tworzy z jonami jodkowymi tzw. jony polijodkowe (I_3^-) – ryc. 10a). Warto zwrócić uwagę, że anion trijodkowy nie spełnia reguły oktetu. Z kolei tak powstały kompleks tworzy z amylozą oraz amylopektyną, zawartą w skrobi, kompleks (na sposób fizyczny) (Cesaro, 1986), w którym jony polijodkowe znajdują się wewnątrz helisy (Murakami, 1954) (ryc. 10b). Tak powstały kom-

pleks przyjmuje charakterystyczne granatowe zabarwienie (Vogel, 2006). Papierki jodoskrobiowe służą zatem do wykrywania obecności utleniaczy (ryc. 10c). Należy w tym miejscu zauważyć, że ten typ papierka wskaźnikowego nie może służyć do identyfikacji ściśle określonego odczynnika (w przeciwieństwie do np. papierka ołowiowego), ale umożliwia jedynie wykrycie utleniaczy¹.

¹ Warto zwrócić uwagę na różnicę między dwoma terminami, które często traktowane są jako synonimy (a nimi nie są): **wykrywanie** i **identyfikacja**.

Ryc. 10. Papierki jodoskrobiowe

a) równanie reakcji, dające jony polijodkowe i wzór Lewisa anionu trijodkowego;

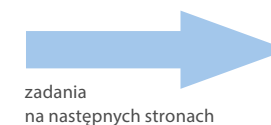
b) struktura kompleksu jonów polijodkowych ze skrobią,

c) zdjęcie papierków jodoskrobiowych

Autorzy zdjęcia: K. Jurowski, A. Jurowska.

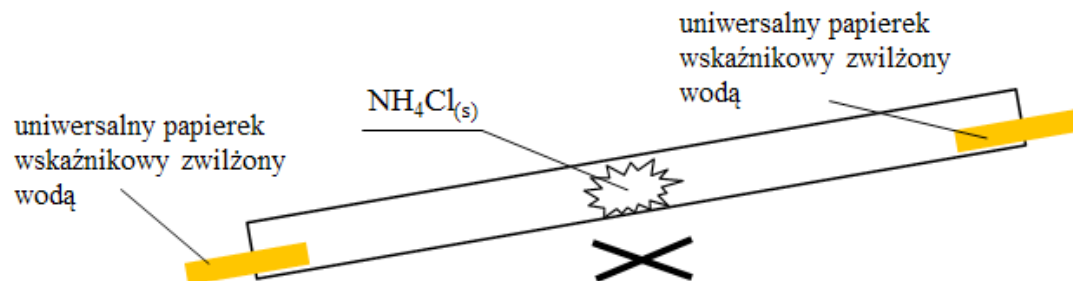
Przykłady zadań maturalnych z zastosowaniem różnych rodzajów papierków wskaźnikowych

Na egzaminie maturalnym z chemii od 2015 r., będą zadania, które sprawdzają przede wszystkim umiejętności złożone, w tym umiejętność myślenia naukowego, projektowania doświadczeń i analizy wyników (CKE, 2013). Stąd, podczas lekcji chemii w szkołach ponadgimnazjalnych, duży nacisk powinien być kładziony na projektowanie i analizę doświadczeń chemicznych – opis obserwacji i wyciąganie wniosków (MEN, 2012). Poniżej przedstawiono autorskie propozycje zadań maturalnych, dotyczących zastosowania różnych rodzajów papierków wskaźnikowych. Zadania te wpisują się w nowe wymagania wobec maturzystów tj. zostały zaprojektowane w taki sposób, aby reprezentowały różnorodne wymagania ogólne i szczegółowe z podstawy programowej, był zróżnicowane pod względem sprawdzanych wiadomości i umiejętności, poziomu trudności, a także sposobu udzielania odpowiedzi. Po każdej propozycji zadania maturalnego przedstawiono w jakie wymagania ogólne i szczegółowe wpisuje się dane zadanie, jak i również podano rozwiązania i schemat punktowania.



Zadanie 1. (0-4)

Wykonano doświadczenie, w którym w szklanej rurce umieszczono stały chlorek amonu, który następnie ogrzano palnikiem, a przy wylotach rurki umieszczono zwilżone uniwersalne papierki wskaźnikowe, co schematycznie przedstawiono na poniższym rysunku:



a) zapisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji, jaka zaszła podczas ogrzewania chlorku amonu:

.....

b) uzupełnij poniższą tabelę:

		przed ogrzaniem chlorku amonu	po ogrzaniu chlorku amonu
barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego	górnny wylot rurki		
	dolny wylot rurki		

c) wymień dwa zastosowania chlorku amonu:

.....

Wymagania podstawy programowej:

Wymagania ogólne:

II. (IV.PP). Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, sprawdza, weryfikuje, wnioskuje i uogólnia [...].

III. (IV.PP). Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń [...] projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne.

II. (IV.PR). Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń [...] opisuje właściwości najważniejszych pierwiastków i ich związków chemicznych; dostrzega zależność pomiędzy budową substancji a jej właściwościami fizycznymi i chemicznymi [...];

III. (IV.PR). Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń [...] projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne.

Wymagania szczegółowe:

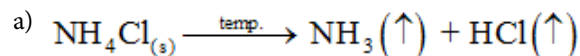
4.2) (III.). Uczeń: [...] podaje przykłady różnych typów reakcji i zapisuje odpowiednie równania; [...] obserwuje doświadczenia ilustrujące typy reakcji i formułuje wnioski;

6.6) (III.). Uczeń: wskazuje na zastosowania wskaźników (fenoloftaleiny, wskaźnika uniwersalnego) [...];

7.6) (III.). Uczeń: wymienia zastosowania najważniejszych soli: [...] chlorków;

3.7) (IV.PR). Uczeń: opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, wodorowe, metaliczne) na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych [...].

Rozwiązania:



b)

		przed ogrzaniem chlorku amonu	po ogrzaniu chlorku amonu
barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego	górnny wylot rurki	żółta (pomarańczowa)	zielono-niebieska
	dolny wylot rurki	żółta (pomarańczowa)	czerwona (różowa)

c) *środek spulchniający, konserwant*

Schemat punktowania:

a)

- 1 pkt – poprawne napisanie równania reakcji rozkładu termicznego chlorku amonu w formie cząsteczkowej
- 0 pkt – inna odpowiedź lub brak odpowiedzi

b)

- 2 pkt – poprawne uzupełnienie dwóch wierszy tabeli
- 1 pkt – poprawne uzupełnienie jednego wiersza tabeli
- 0 pkt – błędna odpowiedź lub brak odpowiedzi w danym wierszu tabeli

c)

- 1 pkt – poprawne napisanie dwóch zastosowań chlorku amonu
- 0 pkt – jedno zastosowanie chlorku amonu, jedna błędna odpowiedź lub brak odpowiedzi

Zadanie 2. (0-4)

W celu zidentyfikowania siarki w pewnej próbce organicznej, przeprowadzono doświadczenie, do którego wybrano jeden odczynnik i jeden papierek wskaźnikowy z podanej poniżej listy:

- 15-procentowy wodny roztwór kwasu azotowego(V)
- 10-procentowy wodny roztwór chlorku żelaza(III)
- 5-procentowy wodny roztwór zasady sodowej
- uniwersalny papierek wskaźnikowy
- papierek ołowiowy – pasek bibuły nasycony roztworem octanu ołowiu(II)
- papierek jodaskrobiowy – pasek bibuły nasycony roztworem jodku potasu i skrobi

Po dodaniu odczynnika i ogrzaniu próbki z wodnym roztworem badanej substancji organicznej, w badanym roztworze umieszczono wybrany papierek wskaźnikowy. Po krótkiej chwili zaobserwowano czarne zabarwienie użytego papierka.

a) uzupełnij schemat doświadczenia, wpisując wzór sumaryczny użytego odczynnika oraz nazwę papierka wskaźnikowego, jakie użyte były w doświadczeniu, wpisując je w wykropkowane pola.

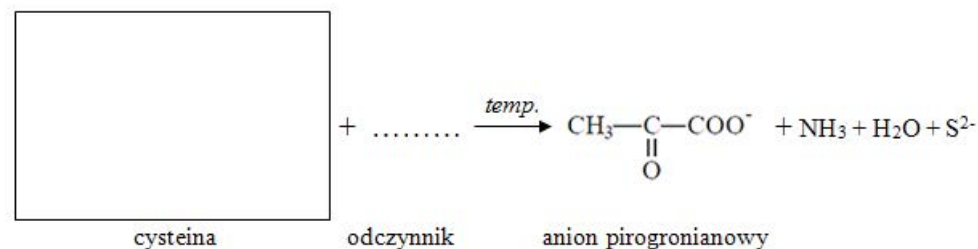
Schemat doświadczenia:

Odczynnik

Papierek

roztwór badanej próbki

b) wiedząc, że badaną próbkę stanowił wodny roztwór cysteiny, uzupełnij poniższe równanie reakcji przedstawione w formie jonowej-skróconej, jaka zachodzi w próbce po dodaniu wybranego przez Ciebie odczynnika. Dla związku organicznego uwzględnij wzór półstrukturalny (grupowy), dla substancji nieorganicznej, uwzględnij odpowiedni zapis w postaci jonowej.



c) zapisz jonowe równanie reakcji (tzw. zapis skrócony-jonowy), dla reakcji przebiegającej na powierzchni zanurzonego papierka.

Równanie reakcji zachodzącej na powierzchni papierka:

.....

Wymagania podstawy programowej:

Wymagania ogólne:

II. (IV.PP). Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, sprawdza, weryfikuje, wnioskuje i uogólnia [...].

III. (IV.PP). Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń [...] projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne.

II. (IV.PR). Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń [...] dostrzega zależność pomiędzy budową substancji a jej właściwościami fizycznymi i chemicznymi [...].

III. (IV.PR). Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń [...] projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne.

Wymagania szczegółowe:

3.7) (IV.PR). Uczeń: opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, wodorowe, metaliczne) na właściwości fizyczne substancji [...] organicznych.

14.10) (IV.PR). Uczeń: zapisuje wzór ogólny -aminokwasów, w postaci $RCH(NH_2)COOH$;

14.11) (IV.PR). Uczeń: opisuje właściwości kwasowo-zasadowe aminokwasów [...].

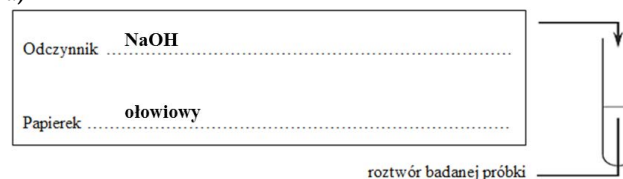
14.16) (IV.PR). Uczeń: opisuje przebieg hydrolizy peptydów.

15.2) (IV.PR). Uczeń: [...] tłumaczy znaczenie trzeciorzędowej struktury białek i wyjaśnia stabilizację tej struktury przez grupy R-, zawarte w resztach aminokwasów (wiązania jonowe, mostki disiarczkowe, wiązania wodorowe i oddziaływania van der Waalsa);

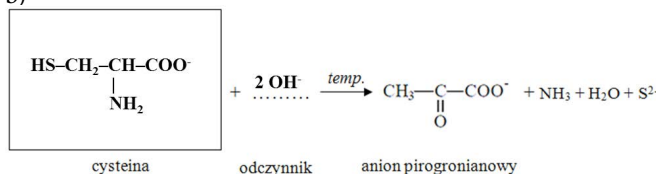
15.3) (IV.PR). Uczeń: [...] projektuje i wykonuje doświadczenie pozwalające wykazać wpływ różnych substancji i ogrzewania na strukturę cząsteczek białek;

Rozwiązania:

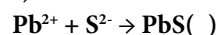
a)



b)



c)



Schemat punktowania:

a)

- 1 pkt – poprawne napisanie wzoru sumarycznego odczynnika oraz nazwy użytego papierka
- 0 pkt – inna odpowiedź lub brak odpowiedzi

b)

- 1 pkt – poprawne uzupełnienie obu luk w równaniu reakcji

- 0 pkt – jedna poprawnie uzupełniona luka w równaniu, błędna odpowiedź lub brak odpowiedzi

c)

- 1 pkt – poprawne napisanie równania reakcji strącania siarczku ołowiu(II) w formie jonowej skróconej
- 0 pkt – błędny zapis równania reakcji lub brak odpowiedzi

Informacja do zadań 3.–4.

Do wykrycia skrobi służy jodyna – jod rozpuszczony w alkoholowym roztworze jodku potasu. Jod rozpuszcza się w jodku potasu na skutek reakcji, w której powstają tzw. jony trijodkowe: $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_3^-$. Tak powstałe jony trijodkowe tworzą ze skrobią kompleks (tzw. skrobia jodowana), który charakteryzuje się intensywnie granatową barwą. Same jony jodkowe nie reagują ze skrobią.

Papierki jodoskrobiowe to paski bibuły filtracyjnej nasączone roztworem jonów jodkowych oraz roztworem skrobi. Papierki te służą do wykrywania utlenia-czy w badanym roztworze. Zasada działania papierków jodoskrobiowych polega na tym, że obecny w próbce utleniacz, utlenia zawarte w pasku bibuły jony jodkowe do jodu elementarnego (I_2), który natychmiast tworzy z nadmiarem jonów jodkowych jony trijodkowe. Obecna w papierkach jodoskrobiowych skrobia, powoduje wówczas granatowe zabarwienie papierka, na skutek tworzenia granatowego kompleksu z jonami trijodkowymi.

J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2015, str. 168;

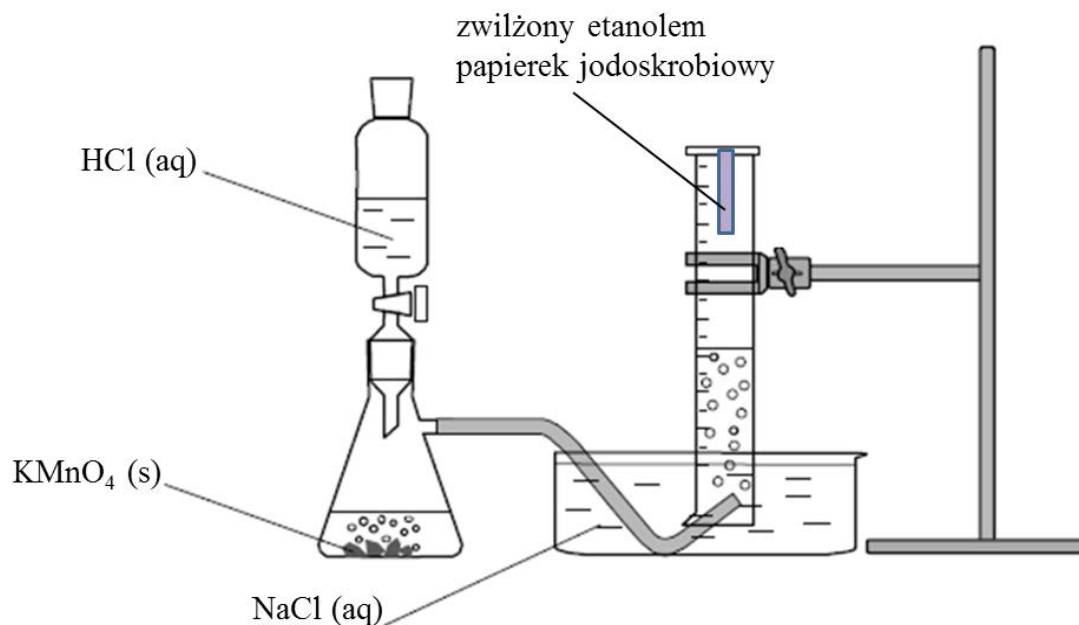
A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej 2*, Warszawa 2006, str. 563;

K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2015, str. 495;

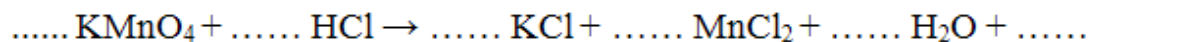
A. Vogel, *Preparatyka organiczna*, Warszawa 2006, str. 886.

Zadanie 3. (0-4)

Przeprowadzono doświadczenie zilustrowane poniższym rysunkiem:



a) uzupełnij poniższe równanie reakcji wpisując brakujący produkt oraz odpowiednie współczynniki stechiometryczne



b) uzasadnij swoją odpowiedź z punktu a), pisząc w formie jonowej, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów redukcji i utleniania, zachodzących podczas tej przemiany.

Równanie procesu redukcji:

.....

Równanie procesu utleniania:

.....

c) zapisz w formie jonowej-skróconej równanie reakcji z udziałem utleniacza, jaka zaszła na powierzchni papierka jodaskrobiowego w przedstawionym doświadczeniu, która poprzedza utworzenie barwnego kompleksu.

.....
.....

Wymagania podstawy programowej:

Wymagania ogólne:

II. (IV.PP). Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, sprawdza, weryfikuje, wnioskuje i uogólnia [...].

III. (IV.PP). Uczeń bezpiecznie posługuje się prostym sprzętem laboratoryjnym i podstawowymi odczynnikami chemicznymi; projektuje i przeprowadza proste doświadczenia chemiczne.

II. (IV.PR). Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń [...] dostrzega zależność pomiędzy budową substancji a jej właściwościami fizycznymi i chemicznymi [...].

III. (IV.PR). Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi; projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne.

Wymagania szczegółowe:

3.2) (III). Uczeń: [...]dobiera współczynniki w równaniach reakcji chemicznych; obserwuje doświadczenia ilustrujące typy reakcji i formułuje wnioski;

9.17) (III). Uczeń: [...] wykrywa obecność skrobi w różnych produktach spożywczych.

6.1) (IV.PR). Uczeń: wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja;

6.2) (IV.PR). Uczeń: oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku

nieorganicznego i organicznego;

6.5) (IV.PR). Uczeń: stosuje zasady bilansu elektronowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w równaniach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej).

8.4) (IV.PR). Uczeń: planuje i opisuje doświadczenie, którego przebieg wykaże, że np. brom jest pierwiastkiem bardziej aktywnym niż jod, a mniej aktywnym niż chlor;

16.10) (IV.PR). Uczeń: planuje i wykonuje doświadczenie pozwalające stwierdzić obecność skrobi w artykułach spożywczych;

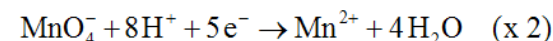
Rozwiązania:

a)

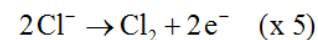


b)

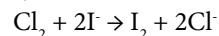
Równanie procesu redukcji:



Równanie procesu utleniania:



c)



Schemat punktowania:

a)

- 1 pkt – poprawne uzupełnienie równania reakcji o produkt i współczynniki stechiometryczne
- 0 pkt – brak uzupełnienia produktu, błędne dobranie współczynników stechiometrycznych, brak odpowiedzi

b)

- 2 pkt – poprawne napisanie dwóch równań reakcji w formie jonowo-elektronowej.
- 1 pkt – poprawne napisanie jednego równania reakcji.
- 0 pkt – za błędne napisanie obu równań reakcji lub błędne przyporządkowanie równań albo brak odpowiedzi.

c)

- 1 pkt – poprawne napisanie równania reakcji chloru z jonami jodkowymi w formie jonowej skróconej
- 0 pkt – błędny zapis równania reakcji lub brak odpowiedzi

5. Podsumowanie

Papierki wskaźnikowe uważane są powszechnie w chemii jako paski bibuły filtracyjnej, nasączone odpowiednim/i wskaźnikiem/ami, które umożliwiają oszacowanie odczynu roztworu lub określenie pH z dokładnością zależną od danego typu papierków. Niewątpliwie duże znaczenie mają również inne papierki wskaźnikowe, które służyc mogą do wykrycia/identyfikacji substancji (np. papierki kobaltowe, papierki jodoskrobiowe, papierki ołowiowe). Niestety jednak w dydaktyce chemii trudno znaleźć źródła literaturowe, które w jakikolwiek sposób akcentowałyby również możliwości tych drugich, można wręcz dojść do wniosku, że są one marginalizowane. Panujący trend, polegający na rutynowym traktowaniu papierków wskaźnikowych, jako uniwersalnych papierków wskaźnikowych, oraz stopniowe odchodzenie od papierków lakmusowych i zaniechanie wprowadzania na lekcjach chemii papierków służących do wykrywania/identyfikacji, powoduje wytworzenie w chemicznym światopoglądzie uczniów mylnego znaczenia terminu „papierek wskaźnikowy”.

Warto więc rozważyć możliwość klasyfikacji papierków wskaźnikowych, przedstawionych w niniejszej publikacji, co ma w odczuciu autorów duże znaczenie dydaktyczne. W artykule omówiono wybrane papierki wskaźnikowe, które są lub były stosowane w praktyce. Właściwości papierków wskaźnikowych, które omówiono w publikacji podsumowano w Tabeli 2.

	przykład	idea działania	zastosowanie
określanie odczynu/pH roztworu	uniwersalny papierek wskaźnikowy	papierki bibuły filtracyjnej nasączone mieszaniną różnych wskaźników; przyjmują zabarwienie w zależności od odczynu roztworu: kwasowy – czerwony (różowy), obojętny – żółty (pomarańczowy), zasadowy – niebieskozielony.	określanie odczynu roztworu, szacowanie pH
	papierki lifanowe	papierki bibuły filtracyjnej nasączone mieszaniną różnych wskaźników; kroplę badanego roztworu umieszcza się na środku papierka, pH określa się na podstawie skali barw umieszczonej na tym samym papierku.	określanie odczynu roztworu, szacowanie pH
	papierki lakmusowe	papierki bibuły filtracyjnej nasączone lakmusem; niebieskie służą do wykrywania kwasów, różowe służą do wykrywania zasad.	określanie odczynu roztworu
	papierki kongo	papierki bibuły filtracyjnej nasączone czerwienią kongo; przyjmują zabarwienie w zależności od odczynu roztworu: kwasowy – niebieskie, zasadowy – czerwony (różowy)	określanie odczynu roztworu
	papierki fenoloftaleinowe	papierki bibuły filtracyjnej nasączone fenoloftaleiną; występują w postaci białych papierków, w roztworach o odczynie zasadowym przyjmują zabarwienie amarantowe (malinowe)	wykrywanie roztworów zasadowych
identyfikacja/wykrywanie substancji	papierki kobaltowe	papierki bibuły filtracyjnej nasączone bezwodnym roztworem soli kobaltu(II); występują w postaci niebieskich papierków, które pod wpływem wody barwią się na różowo na skutek solwatowania jonów Co^{2+} .	identyfikacja wody w produktach prze-róbki ropy naftowej
	papierki ołowiowe	papierki bibuły filtracyjnej nasączone najczęściej octanem ołowiu(II); występują w postaci białych papierków, które w obecności jonów siarczkowych barwią się na czarno na skutek tworzenia czarnego osadu siarczku ołowiu(II).	identyfikacja jonów siarczkowych (S^{2-})
	papierki jodokrobie	papierki bibuły filtracyjnej nasączone roztworem jodku potasu i skrobii; występują w postaci białych papierków, które w obecności utleniaczy zabarwiają się na intensywnie granatowy kolor na skutek tworzenia kompleksu jonów trijodkowych ze skrobią (utleniacz utlenia jony jodkowe do jodu, który reaguje z nadmiarem jonów jodkowych).	wykrywanie utleniaczy

Tabela 2. Podsumowanie wiadomości na temat papierków wskaźnikowych omówionych w publikacji.

Źródło: oprac. własne.

Należy również zwrócić uwagę, że pomimo panującego przekonania, że papierki wskaźnikowe są rzadko stosowane (np. lakmusowe), różnorodne formy papierków są oferowane współcześnie przez wielu producentów, gdyż mają znaczenie jako szybkie testy analityczne w wielu gałęziach nauki, przemysłu i diagnostyki.

Podziękowania

Praca ta została zrealizowana dzięki wsparciu finansowemu w ramach stypendium Anny Jurowskiej przyznanego przez Konsorcjum im. Mariana Smoluchowskiego „Materia-Energia-Przyszłość” działającego jako Krajowy Narodowy Ośrodek Wiodący (KNOW) w Krakowie (<http://www.smoluchowski.fis.agh.edu.pl/>).

Literatura

- Bieleński A. (2006). *Podstawy chemii nieorganicznej t. 2*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Bishop E. (2013). *Indicators*, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Braunschweig.
- Cesaro A., Benegas J., Ripoll D. (1986). Molecular model of the cooperative amylose-iodine-triiodide complex. *The Journal of Physical Chemistry*, 90(12): 2787-2791.
- Chmielewski P., Jezierski A. (2001). *Słownik encyklopedyczny Chemia*, Wydawnictwo Europa, Wrocław.
- Chodkowski J. (1982). *Słownik chemiczny*, Wydawnictwo Wiedza Powszechna, Warszawa.
- CKE (2013). *Informator o egzaminie maturalnym z chemii od roku szkolnego 2014/2015*, Warszawa.
- Grębosz M., Zapotoczny Sz. (2003). *Szkolny słownik Chemia*, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków.
- Haas A. (1919). Colorimetric determination of the hydrogen ion concentration in small quantities of solution. *Journal of Biological Chemistry*, 38(1), 49-55.
- Hassa R., Mrzigod J., Nowakowski J. (2004). *Podręczny słownik chemiczny*, Wydawnictwo Videograf II, Katowice.
- Khurana R., Uversky, V., Nielsen L., Fink A. (2001). Is Congo red an amyloid-specific dye? *Journal of Biological Chemistry*, 276(25): 22715-22721.
- Kocjan R. (2002). *Chemia analityczna – podręcznik dla studentów (analiza jakościowa, analiza ilościowa klasyczna), t.1*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.

- Kolditz L. (1994). *Chemia nieorganiczna t. 2*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krzeczowska M., Loch J. (2008). *Szkolny przewodnik Chemia*, Wydawnictwo ParkEdukacja, Warszawa-Bielsko Biała.
- Lautenschläger K.-H., Schröter W., Wanninger, A. (2015). *Nowoczesne kompendium chemii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Matsuoka H., Yang H.-C., Homma, T., Nemoto Y., Yamada S., Sumita O., Takatori K., Kurata H. (1995). Use of Congo red as a microscopic fluorescence indicator of hyphal growth. *Applied microbiology and biotechnology*, 43(1): 102-108.
- MEN (2012). *Podstawa programowa z komentarzami – 5. Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjalnej i liceum (przyroda, geografia, biologia, chemia, fizyka)*.
- Minczewski J., Marczenko Z. (2015). *Chemia analityczna – podstawy teoretyczne i analiza jakościowa, t. 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- More D., Boutagy J., Shenfield G. (1983). pH testing paper for measurement of intragastric acidity: an assessment. *Anaesthesia and intensive care*, 11(2), 147-150.
- Murakami, H. (1954). Electronic Structure of the Amylose-Iodine Complex. *The Journal of Chemical Physics*, 22(3): 367-374.
- Nakajima H., Munakata A., Sasaki Y., Yoshida Y. (1993). pH profile of esophagus in patients with inlet patch of heterotopic gastric mucosa after tetragastrin stimulation. *Digestive diseases and sciences*, 38(10): 1915-1919.
- Paško J. (2012). Błędy popełniane przez autorów podręczników i nauczycieli w procesie kształcenia chemicznego. W: *Błędy w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, pod. red. J. Paško. Kraków: Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, Uniwersytet Pedagogiczny, im. Komisji Edukacji Narodowej.
- Rehfuss M. (1914). A new method of gastric testing, with a description of a method for the fractional testing of the gastric juice. *The American Journal of the Medical Sciences*. 147(6): 848-854.
- Reineccius G. (1994). *Source book of flavors*, Springer-Science+Business Media, Dordrecht.
- Rice E. (1912). Laboratory Preparation of Litmus Paper. *Industrial & Engineering Chemistry*, 4(3): 229.
- Sawicka J., Janich-Kilian A., Cejner-Mania W., Urbańczyk G. (2015). *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Podkova, Gdańsk.
- Scheitz P. (1910). Über Das Azolitmin Des Handels, *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*, 49(12): 735-736.
- Seesuriyachan P., Takenaka S., Kuntiya A., Klayraung S., Murakami S., Aoki K. (2007). Metabolism of azo dyes by *Lactobacillus casei* TISTR 1500 and effects of various factors on decolorization. *Water research*, 41(5): 985-992.
- Smith P. (2006). Implementing the change–Litmus paper to pH paper. *Journal of Neonatal Nursing*, 12(3), 86-90.
- Sobczak J., Pazdro K., Dobkowska Z. (1993). *Słownik szkolny Chemia*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Steensma D. (2001). “Congo” red: out of Africa? *Archives of pathology & laboratory medicine*, 125(2): 250.
- Szmal Z., Lipiec T. (1997). *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Teather R., Wood P. (1982). Use of Congo red-polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen. *Applied and environmental microbiology*, 43(4): 777-780.
- Telke A., Joshi S., Jadhav S., Tamboli D., Govindwar S. (2010). Decolorization and detoxification of Congo red and textile industry effluent by an isolated bacterium *Pseudomonas* sp. SU-EBT. *Bio-degradation*, 21(2): 283-296.
- Tóth R., Sjölund K., Thorsson O., Thorlacius H. (2002). Evaluation of gastric acid secretion at endoscopy with a modified Congo red test. *Gastrointestinal endoscopy*, 56(2): 254-259.
- Vogel A. (2006). *Preparatyka organiczna*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.

Various faces of indicator papers an archaism or undervalued opportunities

Kamil Jurowski, Anna Jurowska

Universal indicator paper is a basic term through chemical education (3rd and 4th stage of science education). In professional literature related to chemical didactics it is possible to find articles with examples of application of indicators or universal indicator papers in different situations. However, there is a lack of article about comprehensive overview of applied indicator papers, their properties and uses. This is a pioneer work connected with didactics aspects of different kinds of indicator papers. In this article we presented proposition of examples of Matura Exam tasks in Poland (Matura Exam since 2015), which contain application of different kinds of indicator papers (universal indicator papers, starch-iodide papers, lead acetate test papers).

Key words: pH-indicator strip, litmus paper, universal indicator paper, starch-iodide paper, cobalt paper, lead acetate test paper

O dydaktyce szkoły wyższej z zastosowaniem metody naukowej

Joanna Lilpop, Marcin M. Chrzanowski

Streszczenie:

W maju 2015 roku dla uczestników I roku studiów doktoranckich Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego przeprowadzono warsztaty zatytułowane „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej”. Zajęcia odbywały się jako część obowiązkowego przedmiotu „Metodyka prowadzenia zajęć dydaktycznych w szkole wyższej”. Niniejszy artykuł przedstawia najważniejsze założenia przeprowadzonych warsztatów, analizę ich realizacji, opinie i zapotrzebowania studentów zebrane w ewaluacji odroczonej po warsztatach, a także wnioski i rekomendacje dotyczące prowadzenia tego typu zajęć w obszarze kształcenia przyszłych naukowców i dydaktyków szkoły wyższej. Najważniejszym postulatem, który można sformułować po przeprowadzonej analizie tego studium przypadku jest otwarcie procesu dydaktycznego (od szkoły, aż po studia wyższe) na dociekanie naukowe, na kształcenie umiejętności prowadzenia badań naukowych. Szczególnym uzupełnieniem edukacji przyszłych naukowców powinno być wyposażenie ich w warsztaty i kompetencje związane z dobrą praktyką badań naukowych – od kontekstu, w jakim należy umieszczać własne badania, przez zasady prezentacji i publikacji, aż po problematykę związaną z wiarygodnością nauki czy zasadami funkcjonowania nauki w Polsce i Europie.

Słowa kluczowe: metoda naukowa, IBSE, dydaktyka, dobre praktyki badań naukowych, dydaktyka szkoły wyższej

otrzymano: 4.02.2016; przyjęto: 19.05.2016; opublikowano: 30.06.2016

Wprowadzenie

Metody heurystyczne w uczeniu się są grupą różnorodnych metod bazujących na wspólnym trzonie samodzielnego dochodzenia do wiedzy. Do tej grupy należą takie metody, jak dyskusja, uczenie się przez rozwiązywanie problemów oraz uczenie się poprzez badanie (Bereźnicki, 2015). Badania oraz raporty, które formułują postulaty dotyczące zmiany metod nauczania-uczenia się przedmiotów przyrodniczych w szkołach w całej Europie, rekomendują przede wszystkim uczenie w oparciu o dociekanie naukowe (IBSE – ang. *Inquiry Based Science Education*) oraz uczenie poprzez kontekst i w kontekście prawdziwych badań naukowych (Gao, 2004; Rocard, 2007; Osborne, 2008). Dostrzeganie metod heurystycznych jako bardzo efektywnych w procesie nauczania-uczenia się nie jest nowe. Również w polskiej dydaktyce badania i publikacje dowodzą skuteczności nauczania przez badanie (Palka, 1977; 1984; Bernard i wsp., 2013b). Jednak praktyka szkolna oraz akademicka w małym stopniu korzysta z tych metod, co wiemy z własnych doświadczeń edukacyjnych niezależnie od rocznika ani regionu Polski, z którego pochodzimy.



mgr Joanna Lilpop: Pracownia Dydaktyki Biologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski



dr Marcin M. Chrzanowski: Pracownia Dydaktyki Biologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

Treści zaprezentowane w artykule zostają przedstawione na II Ogólnopolskiej Konferencji Dydaktyków Szkół Wyższych Wydziałów Przyrodniczych (Warszawa, 19–20 listopada 2015 roku).

„Metodyka prowadzenia zajęć dydaktycznych w szkole wyższej” jest przedmiotem obowiązkowym dla studentów pierwszego roku studiów doktoranckich (studiów III stopnia). W 2015 roku na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego w ramach tego przedmiotu zrealizowano m.in. eksperymentalny moduł warsztatów „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej”, poświęcony metodzie naukowej i uczeniu się przez odkrywanie. Warsztaty trwały 8 godzin dydaktycznych, wzięło w nich udział 16 doktorantów Wydziału Biologii UW. Celem przeprowadzenia tych warsztatów było omówienie zagadnień związanych z dobrymi praktykami pracy naukowej oraz przedstawienie i przećwiczenie metod nauczania-uczenia się w oparciu o dociekanie naukowe, czyli metod związanych z IBSE. Podczas zajęć zastosowano różnorodne metody nauczania, takie jak: pokaz doświadczenia, pokaz filmu, krótkie wykłady, pogadanka, burza mózgów, praca indywidualna z materiałami źródłowymi, dyskusje, a także metoda laboratoryjna poświęcona projektowaniu i przeprowadzaniu doświadczeń wraz z omówieniem. Zastosowanie różnorodnych form i metod pracy służyło zaprezentowaniu „w pigułce” wachlarza możliwości i przykładów konkretnych działań, jakie można stosować w podejściu aktywizującym do procesu nauczania-uczenia się. Ograniczony czas warsztatów nie pozwalał na systematyczne ćwiczenie i wdrażanie studentów w dydaktykę opartą na dociekanii naukowym. Dawał za to możliwość „otwarcia umysłów” uczestników na dalsze, samodzielne poszukiwania nowoczesnych rozwiązań dydaktycznych. Badanie opinii i potrzeb edukacyjnych uczestników zajęć, przeprowadzone 5 miesięcy po zakończeniu warsztatów, pozwoliło zebrać informację zwrotną po warsztatach. Dało również obraz praktyk dydaktycznych na Wydziale oraz możliwość zasygnalizowania potrzeb studentów względem kompleksowego ujęcia nowych treści i metod dotyczących specyfiki pracy naukowej

w naukach przyrodniczych, które w ich opinii powinny znaleźć się w toku studiów. Zagadnień wskazanych przez doktorantów było na tyle dużo, że mogłyby one stanowić odrębny przedmiot w czasie studiów. Roboczo grupę tych brakujących zagadnień zebrano pod wspólnym tytułem „Jak działa nauka?”. Niniejszy artykuł ma więc także na celu zaprezentowanie zebranych pomysłów wzbogacenia oferty edukacyjnej uczelni o tematy ważne w kształceniu przyszłej kadry naukowej.

Opis przebiegu zajęć

Warsztaty składały się z dwóch czterogodzinnych bloków – w pierwszym skupiono się na usystematyzowaniu wiedzy o metodzie naukowej, która stanowi, a na pewno powinna stanowić solidną bazę wiadomości i umiejętności młodych naukowców; drugi blok warsztatów skupiał się na dydaktyce opartej na dociekaniu naukowym, wykorzystującej elementy rozumowania naukowego i metody naukowej. Postawiono sobie dwa ogólne cele realizacji zajęć:

1. Poznanie dobrych praktyk związanych z pracą naukową;
2. Przekazanie zasad stosowania metody IBSE – jak uczyć w oparciu o dociekanie naukowe. Cele te zostały przedstawione uczestnikom na początku zajęć. Graficzne uproszczenie przebiegu zajęć przedstawiono na schemacie 1. Poniżej krótko opisano oba bloki zajęciowe.

Blok 1. zajęć

Elementem otwierającym zajęcia był pokaz popularnego doświadczenia ze świeczką, podczas którego woda znajdująca się na dnie pojemnika ze świeczką po zgaszeniu świeczki zostaje wciągnięta do wnętrza naczynia zakrywającego świeczkę (Krnal i Glazar, 2001). Uczestnicy mieli zaproponować wyjaśnienia zaobserwowane-

go zjawiska, a następnie wspólnie zaprojektować i przeprowadzić test zaproponowanej hipotezy. Tematem warsztatów była dydaktyka metody naukowej, a zatem ten początkowy pokaz pełnił trzy funkcje:

- **Funkcja pierwsza** – efektowne otwarcie zajęć: pokaz i praca grupowa stanowiły punkt skupiający uwagę słuchaczy, wzbudzający ich zainteresowanie i emocje. W metodach opartych na IBSE efektowne rozpoczęcie zajęć jest kluczem dla zbudowania zaciekawienia, prowokowania do zadawania pytań i nawiązania do wcześniejszej wiedzy posiadanej przez uczących się (przedwiedzy). Zaangażowanie (ang. *engage*) stanowi pierwsze ogniwo lekcji wg modelu 5E (Bernard i wsp., 2013a).
- **Funkcja druga** – aktywizacja uczestników, sprowokowanie do zadawania pytań, dyskusowania, poszukiwania odpowiedzi i ich testowania, a więc stosowania metody naukowej w praktyce, także nawiązanie relacji w grupie poprzez wspólne poszukiwanie rozwiązania problemu.
- **Funkcja trzecia** – wprowadzenie do tematyki zajęć o metodzie naukowej, zobrazowanie, jaka jest funkcja hipotezy w rozumowaniu naukowym. Obserwacja zjawiska zwykle nasuwa obserwatorom dwa alternatywne wy tłumaczenia, a zatem zmusza uczestników do proponowania adekwatnych testów obalających lub potwierdzających każdą ze sformułowanych hipotez.

Druga część zajęć bloku 1. poświęcona była wspólnemu stworzeniu schematu procesu naukowego za pomocą burzy mózgów i dyskusji. Miała na celu zebranie przedwiedzy uczestników oraz usystematyzowanie myślenia o metodzie naukowej jako procesie, jego poszczególnych elementach i narzędziach. Choć uczestnicy zajęć, jako młodzi naukowcy, mieli duży zasób wiedzy praktycznej dotyczącej projektowania doświadczeń biologicznych, to przyznali, że nigdy nie analizowali ca-

łego procesu w sposób systematyczny i nie wymagano od nich w toku edukacji rzetelnej wiedzy na ten temat. Pewną trudność stanowiło sformułowanie spójnej definicji próby kontrolnej, a pojęcie zmiennych – niezależnej, zależnej, kontrolowanych – było nowością dla wszystkich, poza osobami po programie matury międzynarodowej.

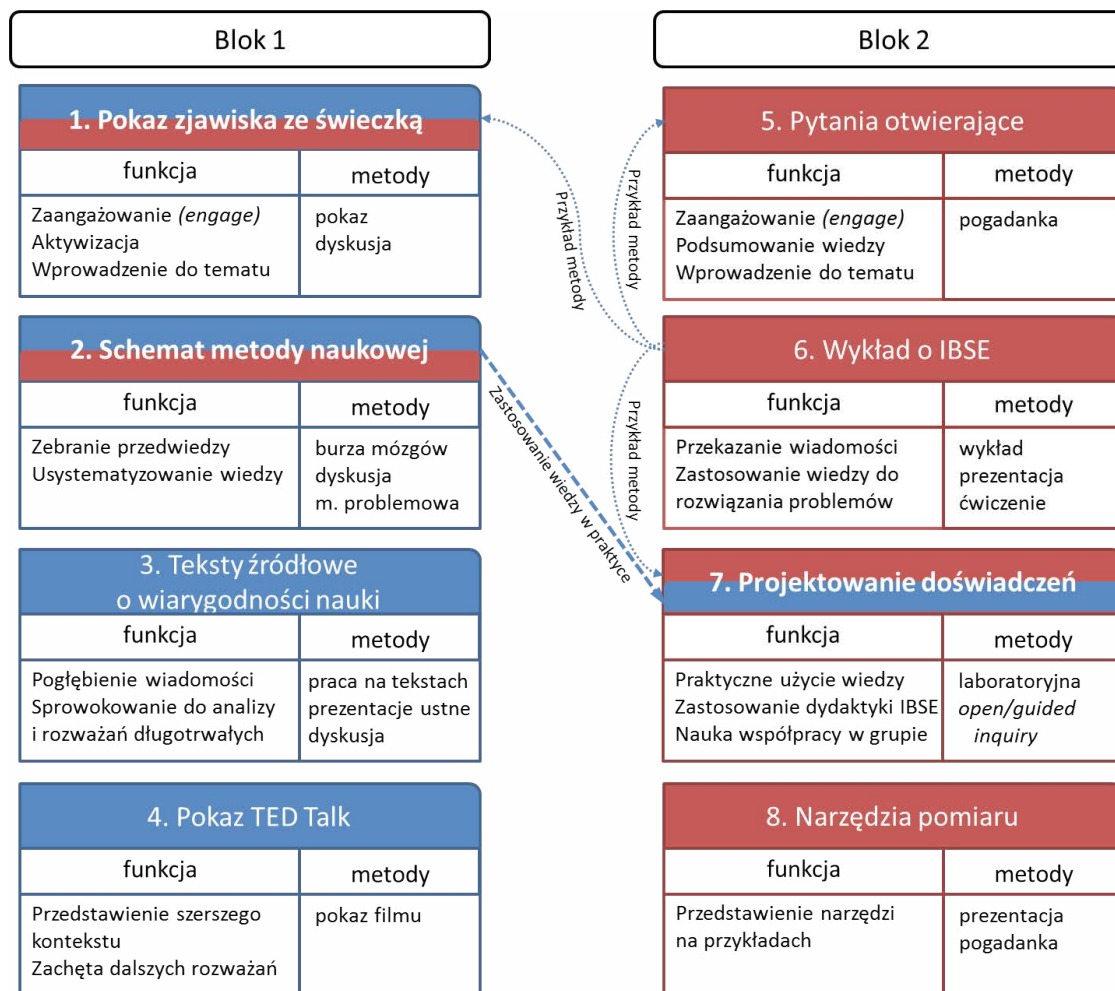
Następna część zajęć miała na celu pogłębienie wiadomości na temat dobrych praktyk pracy naukowej, jej narzędzi i ograniczeń, a także sprowokować uczestników do rozważań na temat wiarygodności nauk przyrodniczych. Zaproponowano indywidualną formę pracy na tekstach źródłowych. Wybrano różnorodne teksty źródłowe, takie jak: artykuł *Fair test: A do-it-yourself guide* (Berkeley); artykuł *How science goes wrong* (The Economist, 2013); obszernie fragmenty książki „*Bad Science*” autorstwa Bena Goldacre (Goldacre, 2010), dotyczące: ślepej próby, metaanalizy badań, dla czego negatywne wyniki badań przepadają, zjawiska selektywności publikacji, *wybijania rodzynek z ciasta* literatury naukowej, błędów i nieczystych zagrań w analizie statystycznej danych itp. Po zapoznaniu się z tekstami uczestnicy referowali całej grupie treść materiałów i dyskutowali na temat istotności poruszanych zagadnień i jakości współczesnej nauki. Dla większości uczestników były to zagadnienia nowe i przyznawali, że choć niektórzy z nich publikowali już swoje prace badawcze, nie rozważali problemów związanych z weryfikowalnością i wiarygodnością wyników badań przyrodniczych. Zakończeniem tej części zajęć był pokaz wykładu z serii TED2010 Talk pt. „Marshmallow Challenge” (Wujec, 2010), mający zachęcić uczestników do myślenia o procesie naukowym w jeszcze szerszym kontekście – co jest ważne dla efektywnego rozwiązywania problemów, na czym polega specyfika pracy zespołowej, interdyscyplinarności nauk czy działania w warunkach rywalizacji i oczekiwania nagrody.

Blok 2. zajęć

Drugi blok warsztatów skupiał się na dydaktyce opartej na dociekaniu naukowym, wykorzystującej elementy rozumowania naukowego. Uczestnikom zadawano pytania otwierające, takie jak: *Czy uczenie metody naukowej jest ważne? Na jakim etapie edukacji powinno być ono wprowadzane? Czy lepiej poznawać ją „przy okazji”, czy powinny być dedykowane jej zajęcia i przedmioty? Czy na zajęciach prowadzonych na uczelni doktoranci wymagają od studentów samodzielnego opracowania wszystkich elementów badania, począwszy od zaprojektowania go? Czy uczenie o tym jak działa nauka jest ważne? Jeśli tak, to na jakim etapie i dlaczego?*

Następnie przedstawiono wykład dotyczący założeń metod dydaktycznych opartych na dociekaniu (IBSE), omówiono badania pedagogiczne dotyczące skuteczności tych metod oraz zadano pracę indywidualną polegającą na analizie materiałów źródłowych opisujących przykłady lekcji opartych o różne metody i identyfikowaniu poszczególnych elementów IBSE.

Kolejnym etapem zajęć była praca w grupach, polegająca na zaprojektowaniu i przeprowadzeniu prostych doświadczeń dotyczących badania aktywności enzymów. Poszczególne grupy robocze studentów otrzymały instrukcje typu *Guided-inquiry* lub *Open-inquiry* (Bernard i wsp., 2013a), na podstawie których mieli w stosunkowo krótkim czasie wypracować plan badania, procedurę doświadczenia, przeprowadzić je i przedstawić wszystkim wyniki. Celem przeprowadzenia takiego ćwiczenia było praktyczne zastosowanie wiedzy o projektowaniu doświadczeń oraz zidentyfikowanie słabych punktów swojej wiedzy. Dało ono także możliwość przeżycia dydaktyki opartej o dociekanie naukowe „na własnej skórze”, innej niż dotychczas znana praktyka laboratoryjna; nie podano gotowych pytań badawczych, procedur i schematu doświadczeń. Uczestnicy na podstawie swojej wiedzy, praktyki



Schemat 1. Graficzne przedstawienie przebiegu zajęć „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej”

- kolor niebieski określa etapy zajęć służące realizacji pierwszego celu ogólnego zajęć – poznanie dobrych praktyk związanych z pracą naukową;
- kolor czerwony określa etapy zajęć, które służyły realizacji drugiego celu ogólnego – przekazanie zasad stosowania metody IBSE, jak uczyć w oparciu o dociekanie naukowe. Strzałki określają związki logiczne pomiędzy poszczególnymi elementami zajęć:
- - - strzałka linią przerywaną oznacza kontynuację tematu metody naukowej w aspekcie dydaktycznym.
- ⋯ strzałki linią kropkowaną wskazują, które etapy zajęć stanowią przykład zastosowania elementów IBSE w praktyce.

Źródło: oprac. własne.

oraz kreatywności musieli samodzielnie wypracować rozwiązanie praktycznego zadania. Kluczowa była sprawna praca w grupie, inwencja jej członków oraz dostosowanie rozwiązań do ograniczonych zasobów – czasu, odczynników i materiałów. Na zakończenie zajęć przedstawiono i przedyskutowano przykładowe narzędzia pomiaru służące ocenie umiejętności związanych ze stosowaniem metody naukowej oraz pomiarowi rozumowania naukowego.

Badanie oceny zajęć i potrzeb edukacyjnych studentów – metody

Ankiety mającą na celu odroczoną ocenę realizacji zajęć przeprowadzono pięć miesięcy po warsztatach. Respondentami byli uczestnicy warsztatów, którzy udzielali odpowiedzi w anonimowym arkuszu internetowym złożonym z 25 pytań (17 zamkniętych, 8 otwartych) dotyczących dydaktyki z zastosowaniem metody naukowej. Określono następujące cele szczegółowe badania:

- Poznanie opinii i poziomu satysfakcji z warsztatów „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej” w 5 miesięcy po zakończeniu zajęć.
- Określenie, jakie są potrzeby edukacyjne uczestników studiów doktoranckich z zakresu dydaktyki opartej na dociekaniu naukowym.
- Zdiagnozowanie, na jakim etapie edukacji badani mieli możliwość uczyć się projektować i prowadzić doświadczenia.
- Analiza potrzeby prowadzenia na Uczelni zajęć o tematyce „Jak działa nauka?”.

W ankiecie (załącznik 1.) pytano o to, które zagadnienia poruszane na zajęciach utkwily najbardziej w pamięci uczestników, jak wartościują oni i oceniają realizację celów oraz jakich elementów brakowało podczas zajęć, a jakie należałoby zmienić lub usunąć. Proszono

także o określenie, na ile wartościowe i na ile znane wcześniej były poszczególne wyodrębnione fragmenty zajęć (realizacja celu 1. i 2. badania). Osobnym działem ankiety (realizacja celu 3.) były pytania o doświadczenia edukacyjne respondentów dotyczące samodzielnego projektowania i wykonywania doświadczeń – projektowanie doświadczeń zdefiniowano nie tylko jako przeprowadzenie doświadczenia według otrzymanej od prowadzącego instrukcji, ale także konieczność samodzielnego wymyślenia jak dane zjawisko zbadać. Pytano zarówno o etap szkolny jak i etap studiów. Pogłębiono tematykę dydaktyki metody naukowej na uczelni zbierając dane dotyczące tego, czy na studiach wymagano od respondentów, aby podczas ćwiczeń laboratoryjnych i pracowni licencjackich lub magisterskich:

- poszukiwać literaturę przedmiotu,
- sformułować pytanie badawcze lub temat badania,
- postawić weryfikowalną hipotezę,
- wybrać procedurę laboratoryjną,
- zaprojektować układ badawczy (w tym: określenie zmiennych, rodzaju prób badanych i kontrolnych, warunki, czas, sposób pomiaru itp.),
- przeprowadzić procedurę doświadczalną wg podanego przepisu,
- zebrać wyniki,
- opracować wyniki, w tym pod względem statystycznym,
- zaprezentować wyniki i wnioski z badań albo przygotować publikację lub plakat.

Pytano także, czy uczenie o tym, jak działa nauka (rozumiane jako szeroko pojęte zasady metody naukowej i pracy naukowca), powinno znaleźć się jako przedmiot w toku studiów I lub II stopnia, a następnie (jeżeli odpowiedź była pozytywna) pogłębiano temat o preferowane formy zajęć oraz konkretną tematykę i zakres (realizacja celu 4. badania). Przeprowadzone badania były źródłem interesujących wyników. Należy mieć

na uwadze, że wyniki te nie powinny być analizowane w kategoriach ilościowych, jako że nie można ich traktować w kategorii efektów badania reprezentatywnego. Interpretując je należy pamiętać, że badanie było dobrowolne i nie reprezentuje całej populacji studentów Wydziału Biologii UW ani uczelni. Wyniki pragniemy przedstawić jako interesujące studium przypadku, które daje podstawowe informacje do przeprowadzenia pogłębionej analizy i zastanowienia się nad zmianami praktyki dydaktycznej prowadzonej na uczelni.

Wyniki

Opinie, poziom satysfakcji z warsztatów oraz potrzeby edukacyjne doktorantów z zakresu dydaktyki opartej na dociekaniu naukowym

Po upływie pięciu miesięcy od zakończenia warsztatów uczestnicy poproszeni o wymienienie zagadnień poruszanych na zajęciach, które najbardziej zapadły w pamięci, byli w stanie przytoczyć główne omawiane tematy. Równie często wspominali tematykę IBSE, co sposoby aktywizowania odbiorcy. Oto niektóre z podanych odpowiedzi:

- *Część poświęcona nauczaniu przez dociekanie/badanie;*
- *Jak zaktywizować odbiorcę, czyli uczyć nie przez podawanie informacji, ale skłanianie ucznia do samodzielnego wyciągania wniosków;*
- *Jak zadawać pytania, aby skłaniać odbiorcę do szukania alternatywnych wyjaśnień np. odnośnie do przeprowadzonego eksperymentu.*

Części osób zapadła także w pamięć tematyka związana z wiarygodnością nauki, przede wszystkim w kontekście omawianego problemu niepublikowania negatywnych wyników prac i tego konsekwencji dla rozwoju nauki, np.:

- *Publikowanie negatywnych wyników, dlaczego warto to robić i jakie jest znaczenie takich wyników (...);*
- *dyskusja dotycząca publikacji wyników badań (w tym wyników negatywnych).*

Cele realizacji zajęć zostały określone przez respondentów jako: wartościowe, ciekawe, niosące nowe treści, przydatne w pracy na uczelni (podano w kolejności wg najczęściej wymienianych). Oba cele, zdefiniowane jako: 1. Poznanie dobrych praktyk związanych z pracą naukową; 2. Przekazanie zasad stosowania metody IBSE – jak uczyć w oparciu o dociekanie naukowe, zostały w opinii respondentów spełnione. Z zagadnień, o które powinno się uzupełnić część poświęconą dydaktyce, to według doktorantów:

- *Jak zaciekać studentów Wydziału Biologii UW uczęszczających na obowiązkowe przedmioty studiów;*
- *Formułowanie pytań sprawdzających wiedzę;*
- *Więcej pozytywnych przykładów (...) jak wybrnąć (z problemów natury dydaktycznej) kiedy już pojawią się podczas prowadzenia zajęć;*
- *Omówić więcej przykładów tak aby poćwiczyć umiejętność zastosowania metody IBSE.*

W pytaniu o to, który temat warsztatów był wartościowy pod względem poznawczym (w pytaniu podano cztery główne elementy zajęć), jako najbardziej wartościowy został określony fragment dotyczący wiarygodności nauki i dobrych praktyk pracy naukowej. Niewiele mniej wartościowe okazały się dla studentów III stopnia przekazane informacje o IBSE, a jako *trochę wartościowe* wskazywano dwa pozostałe badane fragmenty – omówienie metody naukowej i projektowanie własnego doświadczenia. Dodatkowo dla trzech powyższych zagadnień (metoda naukowa, wiarygodność nauki i IBSE) respondenci określali, na ile były znane im wcześniej. Informacje o metodach IBSE okazały się dla większości studentów zupełnie nowe. Z kolei o za-

Zagadnienie zajęć	Na ile było wartościowe pod względem poznawczym?	Na ile było znane wcześniej?
Omówienie zagadnień związanych z wiarygodnością nauki i dobrymi praktykami pracy naukowej	Bardzo wartościowe	Dobrze znane i stosuję lub Kiedyś słyszałem, ale nigdy nie stosowałem
Informacje o IBSE (Inquiry Based Science Education)	Bardzo wartościowe	Było to dla mnie nowe
Omówienie metody naukowej i zaprojektowanie własnego doświadczenia	Trochę wartościowe	Dobrze znane i stosuję

Tabela 1. Najczęściej udzielane odpowiedzi na pytania dotyczące wartości poznawczych poszczególnych zagadnień omawianych na zajęciach w zestawieniu z tym, na ile zagadnienia te były wcześniej znane dla studentów

Źródło: oprac. własne.

gadnieniach związanych z podstawami metody naukowej zdecydowana większość respondentów zaznaczała *Dobrze znane i stosuję*. Podsumowanie odpowiedzi przedstawia tabela 1.

Kiedy badani mieli możliwość uczyć się projektować i prowadzić doświadczenia?

Ankieta dotycząca nauki projektowania doświadczeń w procesie edukacji określała projektowanie doświadczeń nie tylko jako przeprowadzenie doświadczenia według instrukcji, ale także samodzielne wymyślenie, jak daną rzecz zbadać. Na pytanie o to, czy w toku nauki szkolnej kiedykolwiek była okazja projektować tak zdefiniowane doświadczenie tylko jedna osoba odpowiedziała twierdząco. Z odpowiedzi na dalsze pytania wynika, że było to dla tej osoby zdarzenie jednorazowe – w liceum na wyjeździe przyrodniczym i dotyczyło przedmiotu biologii. Z kolei w toku studiów projektowaniem doświadczeń większość respondentów miała okazję zapoznać się dopiero na pracowni licencjackiej oraz magisterskiej.

Starano się określić, które elementy projektowania doświadczeń są wymagane od studentów podczas pro-

Jak często wymagano od Pana/Pani, aby:	Przeważający typ odpowiedzi respondentów:
sformułować pytanie badawcze lub temat badania	Rzadko lub nigdy
postawić weryfikowalną hipotezę	Rzadko lub nigdy
wybrać procedurę laboratoryjną	Rzadko lub nigdy
zaprojektować układ badawczy	Rzadko lub nigdy
przeprowadzić doświadczenie wg podanego przepisu	Często
zebrać wyniki	Często
opracować wyniki	Często
opracować wyniki statystycznie	Rzadko
zaprezentować wyniki albo przygotować publikację lub plakat	Często lub rzadko

Tabela 2. Odpowiedzi na pytanie „W czasie toku studiów I i II stopnia na ćwiczeniach laboratoryjnych z różnych przedmiotów wykonywał/a Pan/Pani procedury doświadczalne. Proszę określić, jak często wymagano od Pana/Pani, aby:”

Źródło: oprac. własne.

wadzonych na studiach przedmiotowych ćwiczeń laboratoryjnych. Zadano pytanie o to, jak często wymaga się na ćwiczeniach laboratoryjnych wykonania przez studentów poszczególnych składowych metody naukowej. Wyniki przedstawia tabela 2.

Z analizy informacji zamieszczonych w tabeli 2. można stwierdzić, że o ile prowadzenie doświadczenia wg podanego przepisu oraz zbieranie i podstawowe opracowanie wyników są częstą praktyką wymaganą na ćwiczeniach, to pozostałe elementy wymagane są rzadko lub nawet nigdy. Szczególnie niepokojący jest fakt, że wybranie procedury laboratoryjnej oraz projektowanie układu badawczego rzadko leży po stronie studentów, a więc najczęściej jest narzucone z góry przez prowadzących ćwiczenia lub zawarte w skryptach. Na uwagę zasługuje także fakt, że o ile często wymagano od studentów opracowania wyników doświadczenia, to **statystyczne** opracowanie wyników wymagane było rzadko. Dopiero na pracowni licencjackiej lub magisterskiej studenci mieli okazję przynajmniej raz samodzielnie wykonać wszystkie etapy procesu naukowego – od poszukiwania literatury przedmiotu i sformułowania pytań badawczych, aż po analizę statystyczną danych i prezentację wyników.

Warto zauważyć, że jedna osoba spośród respondentów miała wyraźnie inny schemat odpowiedzi niż ten przedstawiony w tabeli 2. – ta osoba na ćwiczeniach często miała okazję formułować pytanie badawcze i hipotezę, często wymagano od niej analizy statystycznej danych, a samodzielnie projektować doświadczenie miała jedynie na studiach I stopnia. Wyjaśnieniem tych różnic jest być może fakt, że ta osoba jako jedyna zaznaczyła, że odbywała studia I i II stopnia na innej uczelni bądź wydziale niż Wydział Biologii UW. Wszyscy pozostali respondenci cały cykl studiów odbyli na Wydziale Biologii UW.

O potrzebach doktorantów w zakresie umiejętności związanych z pracą naukowca

Na pytanie, czy uważa Pan/Pani, że uczenie o tym jak działa nauka (rozumiane jako szeroko pojęte zasady metody naukowej i pracy naukowca) powinno znaleźć się jako przedmiot w toku studiów, studenci zgodnie zaznaczali odpowiedź twierdzącą wybierając formę 45-godzinnego wykładu konwersatoryjnego lub stałego elementu pracowni licencjackiej i magisterskiej. Zebrane propozycje własne studentów (jako odpowiedzi na pytanie otwarte, a nie wskazanie z listy), określające, jakie zagadnienia powinny być poruszane bardziej kompleksowo w toku studiów, obejmują następujące zagadnienia:

- *Dobra praktyka naukowa – jak dobrze zaplanować badanie, aby jego wyniki były wartościowe i wiarygodne (...);*
- *Dlaczego wyniki negatywne są ważne i dlaczego warto je publikować i uwzględnić w ogólnej ocenie wyników badania;*
- *Szerzej omówić kwestię jakie badania naukowe są wartościowe i dlaczego, czyli jaki wpływ ma ocena założeń pracy na wartość wyników;*
- *Jaką pozycję na „rynku” mają obecnie badania podstawowe, a jaką stosowane (...);*
- *Selektywny versus kompleksowy przegląd literatury, kontekst w jakim trzeba obsadzić własne badania;*
- *Jak przedstawiać swoje wyniki atrakcyjnie, ale też skrupulatnie, zgodnie z prawdą;*
- *Warsztaty z zagadnień o prezentacji naukowej - jak dobrze wygłaszać prelekcje, wystąpienia ustne na konferencji;*
- *Jak pisać artykuły;*
- *Cechy dobrego plakatu;*
- *Zasady funkcjonowania nauki w Polsce;*
- *Procedury od pomysłu do grantu (...);*

- *Obsługa i funkcjonowanie baz danych; Bazy danych naukowych jak PDB (Protein Data Bank) (...).*

Oprócz pytania otwartego, zbierającego sugestie własne respondentów, zapytano także o opinię, które z listy zaproponowanych zagadnień powinny znaleźć się w sylabusie takiego hipotetycznego przedmiotu. Opinie doktorantów przedstawia tabela 3. Wyniki te wskazują, że potrzeby edukacyjne studentów w zakresie pogłębiania warsztatu pracy naukowej są istotne i dobrze zdefiniowane.

Czy zagadnienie powinno być poruszane na przedmiocie JAK DZIAŁA NAUKA?	
Zasady metody naukowej	Zdecydowanie tak
Jak poszukiwać danych literaturowych	
Zasady przygotowania publikacji i prezentacji	
Dobre praktyki pracy naukowej	
Jak upowszechniać wyniki badań naukowych	
Pisanie projektów naukowych i pozyskiwanie funduszy na badania	
Wiarygodność nauki	Zdecydowanie tak lub Raczej tak
Etyka pracy naukowej	
Popularyzacja nauki	Zdania podzielone pomiędzy Zdecydowanie tak lub Nie
Nauka otwarta i obywatelska	Zdania podzielone pomiędzy Zdecydowanie tak lub Nie
Podstawy epistemologii i filozofii nauki	Nie

Tabela 3. Najczęściej udzielane odpowiedzi na pytanie: które zagadnienia, Pana/Pani zdaniem, powinny być poruszane na przedmiocie „Jak działa nauka” rozumiane jako szeroko pojęte zasady metody naukowej i pracy naukowca

Źródło: oprac. własne.

Wnioski i rekomendacje

Eksperymentalne pod względem formy oraz treści zajęcia pt. „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej” stanowiły krótki element przedmiotu „Metodyka prowadzenia zajęć dydaktycznych w szkole wyższej” i skierowane były do uczestników studiów doktoranckich I roku kierunków biologicznych. Poziom zadowolenia z zajęć był wysoki, a zaplanowane cele oraz sposób i ich realizacji okazały się dobrze odebrane przez uczestników zajęć. Ewaluacja odroczonej o 5 miesięcy w stosunku do terminu zajęć wykazała, że uczestnicy nawet po długim czasie byli w stanie trafnie przytoczyć najważniejsze elementy zajęć, takie jak: nauczanie przez dociekanie/badanie, jak zaktywizować odbiorcę, jak zadawać pytania, aby skłaniać odbiorcę do szukania alternatywnych wyjaśnień. Informacje i przykłady przedstawiające metody oparte o IBSE (*Inquiry Based Science Education*) okazały się bardzo wartościowe dla osób biorących w zajęciach, ponieważ nie znali oni wcześniej tych metod. Wykazano, że w przyszłości zajęcia należałoby uzupełnić o blok tematyczny związany z omówieniem i ćwiczeniem konkretnych rozwiązań i przykładów stosowania metod IBSE na zajęciach ze studentami na uczelni wyższej, aby nauczyciele akademicy i doktoranci wiedzieli jak skutecznie aktywizować i zaciekawiać studentów pierwszych lat. Postuluje się zatem wprowadzanie elementów IBSE do praktyki dydaktycznej szkoły wyższej. Na obowiązkowych przedmiotach dotyczących metodyki prowadzenia zajęć dydaktycznych w szkole wyższej doktoranci chcą ćwiczyć podejście heurystyczne do procesu nauczania – uczenia się. Proszą o więcej pozytywnych przykładów metod aktywizujących, narzędzi pomocnych w ciekawszym i bardziej skoncentrowanym na odbiorcy procesie uczenia.

Drugi element warsztatów, czyli omówienie zagadnień związanych z wiarygodnością nauki i dobrymi praktykami pracy naukowej został uznany przez

uczestników jako najbardziej wartościowy element całych warsztatów. Część studentów III stopnia określała tę tematykę jako dobrze im znaną i stosowaną, a część jako znaną raczej ze słyszenia, a nigdy nie stosowaną. Problematyka związana z publikacją wyników badań, w tym wyników negatywnych, wspominana była kilkukrotnie przez studentów jako ta, którą najlepiej zapamiętali z całych zajęć, musiała więc wzbudzić w nich dużo emocji. Doktoranci zdają sobie sprawę, że zasady działania współczesnych nauk przyrodniczych i problemy związane z ich wiarygodnością są istotnymi zagadnieniami w ich pracy i powinny stanowić integralną część kształcenia przyszłych naukowców. Przedstawione wyniki reprezentują pewien niewielki wycinek rzeczywistości, pochodząc od niedużej grupy doktorantów, jednak wskazują na ciekawy problem. Duże zainteresowanie zagadnieniami związanymi z praktyką pracy naukowej idzie w parze z brakiem samodzielnego prowadzenia badań w toku edukacji szkolnej i uniwersyteckiej. Szczególnie dotkliwa wydaje się w toku studiów rzadkość ćwiczeń wymagających od studentów samodzielnego wybrania procedury laboratoryjnej, zaprojektowania układu badawczego oraz statystycznej analizy danych. Zatem podczas zajęć laboratoryjnych – czy to prowadzonych w szkole, czy na uczelniach, powinno się dawać szansę studentom na samodzielne dochodzenie do wiedzy przez badanie i odkrywanie (*Open-Inquiry*). Postuluje się, aby podczas procesu kształcenia przyszłych naukowców wyposażać ich za pomocą właśnie takich metod w warsztat i kompetencje ważne dla naukowców. Po przeprowadzeniu tego wstępnego badania mamy wrażenie, że dotknęliśmy jedynie „czubka góry lodowej”. Doktoranci doskonale zdają sobie sprawę jakich kompetencji i wiadomości im brakuje w zakresie dobrych praktyk naukowych i przekonują, że uczelnia daje im za małe wsparcie w tej dziedzinie. A zatem proponowane jest wprowadzenie na poziomie studiów I lub II stopnia nowego przedmiotu tutaj

roboczo nazwanego „Jak działa nauka”, rozumianego jako szeroko pojęte praktyki metody naukowej i pracy naukowca. Pomogłoby to znacznie wzmocnić pewność zawodową młodych naukowców i jest pożądanym elementem edukacji na uczelni wyższej.

Literatura

- Bereźnicki F (2015). *Dydaktyka szkolna dla kandydatów na nauczycieli*. Wydawnictwo Impuls, Kraków.
- Berkeley, Fair tests: A do-it-yourself guide. URL: http://undsci.berkeley.edu/article/0_0_0/fair_tests_01 Dostęp 01.02.2016
- Bernard i wsp. (2013a). *Podstawy metodologii IBSE. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów - część 1*. Uniwersytet Jagielloński.
- Bernard P, Maciejowska I, Odrowąż E, Dudek K, Geoghegan R (2013b) *Introduction of Inquiry Based Science Education to Polish science curriculum – general findings of teachers' attitude*. Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology. Volume 17, Issue 1-2, Pages 49–59, ISSN (Print) 2084-4506.
- Gao JM (2004). *Europe Needs more Scientists. Report on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*. European Commission.
- Goldacre B (2011). *Lekarze, naukowcy, szarlatani. Od przerażonego pacjenta do świadomego konsumenta*. Wydawnictwo Septem.
- Krnel D, Glazar SA (2001) *Experiment with a Candle” without a Candle*. J. Chem. Educ., 2001, 78 (7), p 914
- Osborne J, Dillon J (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. King's College London.
- Palka S (1977). *Praca badawcza uczniów w procesie kształcenia*. Kraków nakł. Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Palka S (1984). *Kształcenie przez badanie w praktyce szkolnej*. U. Jagielloński (Ed.). UJ.
- Rocard M i wsp. (2007). *Science education NOW. A renewed pedagogy for the Future of Europe*. European Commission.
- The Economist (2013). *Problems with scientific research. How science goes wrong*. URL: <http://www.economist.com/news/leaders/21588069-scientific-research-has-changed-world-now-it-needs-change-itself-how-science-goes-wrong> Dostęp 01.02.2016
- Wujec T (2010). TED2010. Tom Wujec: Zbuduj wieżę, zbuduj zespół. https://www.ted.com/talks/tom_wujec_build_a_tower?language=pl Dostęp 01.02.2016

Załącznik: Ankieta ewaluacji odroczonej dla uczestników warsztatów „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej”

Ankieta dotycząca dydaktyki z zastosowaniem metody naukowej

Szanowni Doktoranci,

Pozytywny odbiór zajęć pt.: „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej” prowadzonych przez Joannę Lilpop w ramach Szkoły Letniej oraz splot przypadków sprawił, że będziemy mieli okazję i szansę prowadzić wspólnie w Pracowni Dydaktyki Biologii podobne zajęcia w kolejnych latach. Zajęcia w ramach Szkoły Letniej prowadziliśmy z założeniem jednorazowego wydarzenia, dlatego dopiero teraz zwracamy się do Państwa z prośbą o poświęcenie około 20 minut czasu i wypełnienie ankiety dotyczącej badania wartości i skuteczności tych zajęć. Jest to rodzaj ewaluacji odroczonej zajęć, diagnozującej również, które elementy zapadły Państwu najbardziej w pamięci i dlaczego. A także element badania potrzeb edukacyjnych na Wydziale Biologii. Pozwoli to udoskonalić zajęcia, rozszerzać treści zajęć o elementy najbardziej wartościowe dla Studentów, a także być może rozszerzyć ofertę edukacyjną Wydziału.

Bardzo liczymy na Państwa pomoc i szczerze odpowiedzi!
Ankieta jest anonimowa.

Pozdrawiamy
Joanna Lilpop
Marcin Chrzanowski
Pracownia Dydaktyki Biologii

*Wymagane

Opinie o zajęciach "Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej"

1. Co zostało w pamięci? *

Które zagadnienie poruszane na zajęciach Szkoły Letniej pt.: „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej” prowadzonych przez Joannę Lilpop utkwiło Panu/Pani najbardziej w pamięci (proszę podać minimum 1 maksymalnie 3 zagadnienia bądź fragmenty, w kolejności od najbardziej zapamiętane)

.....

2. Opinie o celach zajęć.

Realizacja zajęć miała dwa cele określone jako: • Poznanie dobrych praktyk związanych z pracą naukową; • Przekazanie zasad stosowania metody Inquiry Based Science Education [IBSE] – jak uczyć w oparciu o dociekanie naukowe. Proszę wybrać te określenia, które odzwierciedlają Pana/Pani opinie o tych celach.

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- Nieznaczej wartości
 Niosące nowe treści
 Nieprzydatne w pracy na uczelni
 Obojętne
 Ciekawe
 Przydatne w pracy na uczelni
 Wartościowe
 Niosące znane / oklepane treści
 Inne: _____

3. Realizacja Celu 1. zajęć. *

Czy zakładany cel 1. zajęć został według Pana/Pani zrealizowany? • Cel 1.: Poznanie dobrych praktyk związanych z pracą naukową
Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Tak *Przejdź do pytania 4.*
 Nie *Przejdź do pytania 5.*

JEŚLI realizacja celu 1. TAK

4. Jak poszerzyć tematykę?

Zaproponuj o jakie treści można poszerzyć tematykę zajęć, alby lepiej realizowała cel: Poznanie dobrych praktyk związanych z pracą naukową.

.....

Przejdź do pytania 6.

JEŚLI realizacja Celu 1. NIE

5. Czego brakowało?

Jakich elementów/tematów zabrakło podczas zajęć aby można było uznać, że został zrealizowany cel: Poznanie dobrych praktyk związanych z pracą naukową.

.....

Opinie o zajęciach "Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej" c.d.

6. Realizacja Celu 2. zajęć. *

Czy zakładany cel 2. zajęć został według Pana/Pani zrealizowany? • Cel 2.: Przekazanie zasad stosowania metody IBSE (Inquiry Based Science Education) – jak uczyć w oparciu o dociekanie naukowe.

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Tak *Przejdź do pytania 7.*
 Nie *Przejdź do pytania 8.*

Przejdź do pytania 9.

JEŚLI realizacja Celu 2. TAK

7. Jak poszerzyć tematykę?

Zaproponuj o jakie treści można poszerzyć tematykę zajęć, alby lepiej realizowała cel: Przekazanie zasad stosowania metody IBSE (Inquiry Based Science Education) – jak uczyć w oparciu o dociekanie naukowe.

.....

Przejdź do pytania 9.

JEŚLI realizacja Celu 2. NIE

8. Czego brakowało?

Jakich elementów/tematów zabrakło podczas zajęć aby można było uznać, że został zrealizowany cel: Przekazanie zasad stosowania metody IBSE (Inquiry Based Science Education) – jak uczyć w oparciu o dociekanie naukowe.

.....

Analiza elementów zajęć „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej”

9. Który fragment zajęć był wartościowy? *

Dla każdego opisanego fragmentu zajęć „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej” proszę zaznaczyć na ile był on dla Pana/Pani wartościowy pod względem poznawczym. Zaznacz tylko jedną odpowiedź w rzędzie.

	Barczo wartościowy	Trochę wartościowy	Mają wartościowy	Bez wartości
Omówienie metody naukowej - w tym jaka powinna być hipoteza, czym jest próba kontrolna, co to zmienne itp.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analiza doświadczeń z podręczników szkolnych	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Omówienie zagadnień związanych z wiarygodnością nauki i dobrymi praktykami pracy naukowej	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zaprojektowanie i wykonanie w grupach własnego prostego doświadczenia z omówieniem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Informacje o IBSE (Inquiry Based Science Education)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Który fragment zajęć był nowy? *

Dla każdego podanego zagadnienia zajęć „Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej” proszę określić na ile było ono dla Pana/Pani znanne wcześniej. Zaznacz tylko jedną odpowiedź w rzędzie.

	Było to dla mnie nowe	Kiedyś o tym słyszałem/am, ale nigdy nie stosowałem/am	Dobrze znane, ale rzadko stosuję	Dobrze znane i stosuję
Omówienie procedury badawczej - w tym jaka powinna być hipoteza, co to jest próba kontrolna, co to zmienne itp.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Omówienie zagadnień związanych z wiarygodnością nauki i dobrymi praktykami pracy naukowej	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Informacje o IBSE (Inquiry Based Science Education)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Zmiany w zajęciach

Co Pana/Pani zdaniem należałoby zmodyfikować lub poprawić w toku zajęć “Dydaktyka z zastosowaniem metody naukowej” oraz zakresie materiału? Proszę o przedstawienie swoich uwag do zajęć.

Próba kontrolna

12. Próba kontrolna *

Proszę sformułować własnymi słowami definicję próby kontrolnej w doświadczeniu.

Przedmiot Jak działa nauka

13. Nowy przedmiot - Jak działa nauka? *

Czy uważa Pan/Pani, że uczenie o tym JAK DZIAŁA NAUKA (rozumiane jako szeroko pojęte zasady metody naukowej i pracy naukowca) powinno znaleźć się jako przedmiot w toku studiów I lub II stopnia?

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Tak *Przejdź do pytania 14.*
 Nie *Przejdź do pytania 18.*

Jak Działa Nauka CD TAK

14. Jaki rodzaj przedmiotu *

Jakim przedmiotem powinno być JAK DZIAŁA NAUKA? Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Wykład monograficzny (15 godzin zajęć)
 Stały element seminarium licencjackiego/magisterskiego
 Wykład kursowy (45 godzin zajęć)
 Konwersatorium (45 godzin zajęć)
 Inne: _____

15. Jakie inne zagadnienia powinny zawierać przedmiot?

Proszę wpisać jakie inne zagadnienia powinny być Pana/Pani zdaniem poruszane na przedmiocie JAK DZIAŁA NAUKA

16. Dydaktyka Biologii a Jak działa nauka *

Czy zajęcia prowadzone przez Pracownię Dydaktyki Biologii są odpowiednim miejscem na wprowadzenie tematu/przedmiotu JAK DZIAŁA NAUKA? Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Tak
 Nie

17. Jakie zagadnienia powinny zawierać przedmiot? *

Proszę wskazać, które zagadnienia Pana/Pani zdaniem, powinny być poruszane na przedmiocie JAK DZIAŁA NAUKA Zaznacz tylko jedną odpowiedź w rzędzie.

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Nie
Zasady metody naukowej	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wiarygodność nauki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dobre praktyki pracy naukowej	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etyka pracy naukowej	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak poszukiwać danych literaturowych	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zasady przygotowania publikacji i prezentacji	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nauka otwarta i obywatelska	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Popularyzacja nauki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak upowszechniać wyniki badań naukowych	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Podstawy epistemologii i filozofii nauki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pisanie projektów naukowych i pozyskiwanie funduszy na badania	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Doświadczenia w procesie edukacji

18. Doświadczenia w szkole *

Czy w toku nauki szkolnej kiedykolwiek sam/sama miał/a Pan/Pani okazję projektować doświadczenie? Przez projektowanie doświadczenia rozumiemy nie tylko przeprowadzenie doświadczenia wg. instrukcji, ale także samodzielne wymyślenie JAK daną rzecz zbadać. Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Tak *Przejdź do pytania 19.*
 Nie *Przejdź do pytania 22.*

Doświadczenia w szkole. Jeśli TAK

19. Doświadczenia w szkole - etap edukacyjny *

Na którym etapie edukacyjnym miał/a Pan/Pani okazję projektować doświadczenie?
Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- I etap edukacyjny (edukacja wczesnoszkolna)
 II etap edukacyjny (klasy IV-VI)
 III etap edukacyjny (gimnazjum)
 IV etap edukacyjny (liceum)

20. Doświadczenia w szkole - przedmiot

Na którym przedmiocie miał/a Pan/Pani okazję sam/a projektować doświadczenie?
Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- biologia
 chemia
 fizyka
 geografia
 przyroda
 wychowanie wczesnoszkolne
 świetlica
 Inne: _____

21. Doświadczenia poza programem szkoły

Jeśli poza programem szkolnym miał Pan/Pani okazję samodzielnie projektować doświadczenie, proszę zaznaczyć gdzie:
Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- olimpiada przedmiotowa
 inny konkurs
 klasa z programem IB
 uczyłem/am się w innym kraju
 własne zainteresowania
 koła zainteresowań / pałac młodzieży / inne zajęcia pozalekcyjne
 Inne: _____

Doświadczenia w toku studiów

22. Doświadczenia na studiach - etap *

Proszę zaznaczyć etap studiów, na którym Pan/Pani miał/a okazję samodzielnie projektować doświadczenie?
Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- Studia I stopnia
 Pracownia licencjacka
 Studia II stopnia
 Pracownia magisterska
 Studia III stopnia
 Nie projektowałem/am

23. Miejsce studiowania *

Czy cały tok studiów (I i II stopień) odbywał/a Pan/Pani na Wydziale Biologii UW?
Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- Tak
 Nie

Elementy metody naukowej na studiach

24. Elementy doświadczenia na przedmiotach uniwersyteckich *

W czasie toku studiów I i II stopnia na ćwiczeniach laboratoryjnych z różnych przedmiotów wykonywał/a Pan/Pani procedury doświadczenia. Proszę określić jak często wymagano od Pana/Pani, aby:
Zaznacz tylko jedną odpowiedź w rzędzie.

	Często	Rzadko	Nigdy
sformułować pytanie badawcze lub temat badania	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
postawić weryfikowalną hipotezę	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wybrać procedurę laboratoryjną	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zaprojektować układ badawczy (w tym: określenie zmiennych, rodzaj prób badanych i kontrolnych, warunki, czas, sposób pomiaru itp.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
przeprowadzić procedurę doświadczenia wg. podanego przepisu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zebrać wyniki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
opracować wyniki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
opracować wyniki statystycznie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zaprezentować wyniki albo przygotować publikację lub plakat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. Elementy doświadczenia na pracowni licencjackiej/magisterskiej *

Czy podczas pracowni licencjackiej lub magisterskiej wymagano od Pana/Pani przynajmniej raz, aby samodzielnie:
Zaznacz tylko jedną odpowiedź w rzędzie.

	Tak	Nie
poszukiwać literaturę przedmiotu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sformułować pytanie badawcze lub temat badania	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
postawić weryfikowalną hipotezę	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wybrać procedurę laboratoryjną	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zaprojektować układ badawczy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
przeprowadzić doświadczenia wg. podanego przepisu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zebrać wyniki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
opracować wyniki statystycznie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zaprezentować wyniki / brać czynny udział w przygotowaniu publikacji / plakatu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

On didactics within higher education with the use of scientific method

Joanna Lilpop, Marcin M. Chrzanowski

Workshops entitled „Didactics With the Use of Scientific Method” were conducted in May 2015 for the early years PhD students of the Faculty of Biology, University of Warsaw. The workshops were the part of the compulsory subject „Methods of Teaching in Further Education”. Presented paper describes the main foundations of the workshops, analyses workshops’ realization, presents students’ opinions and calls in the area of training of future scientists and educators. Conclusions and recommendations have been formulated for the future range of topics for such a subject. The analysis of this case study formulates the demand for opening the learning process on the scientific inquiry and development of deep scientific skills. This demand concerns school education levels as well as higher education level. Young scientists should be also equipped with skills and competencies related to good practice in research, such as own research contexts, publications, credibility of science or the science supporting systems in Poland and in Europe.

Key words: scientific method, IBSE, teaching, best practices research, teaching high school

Edukacyjno-wychowawczy wymiar kontaktu uczniów z przyrodą

Magdalena Kołodziejska

Streszczenie:

Lekcje przedmiotów przyrodniczych mogą być dla uczniów ciekawą przygodą, jeśli pozwolimy im na aktywny w nich udział. Wymagają od uczestników zaangażowania się w czynności dydaktyczne, co może przełożyć się na większą ilość i lepszą jakość przyswajanych wiadomości oraz wyższy poziom kształtowanych umiejętności. Zajęcia w terenie dają możliwość integracji międzyprzedmiotowej, tak istotnej w nowoczesnym nauczaniu – w terenie treści z zakresu różnych przedmiotów wzajemnie się uzupełniają. Podczas takich zajęć uczeń nie zdobywa wyłącznie wiedzy teoretycznej, ale kompleksową – rozumnie poznaje otaczający świat, procesy zachodzące w środowisku naturalnym i społecznym. W terenie można realizować pojedyncze jednostki lekcyjne lub tworzyć bloki edukacyjne. Zajęcia mogą odbywać się w najbliż-

szym otoczeniu szkoły, np. szkolny ogródek jak i również w terenie bardziej odległym. Tak zorganizowany proces edukacyjny angażują wszystkie dzieci, nie tylko najzdolniejsze. Umożliwia bezpośredni kontakt ze środowiskiem, zapewnia możliwość ruchu na świeżym powietrzu, zaangażowanie wszystkich zmysłów i dzięki temu zajęcia terenowe uznawane są przez uczniów, niezależnie od ich wieku, za najbardziej atrakcyjną formę zajęć. Treść prezentowanego artykułu oparta została zarówno na założeniach teoretycznych, wynikach dostępnych badań oraz na obserwacjach nauczyciela przeprowadzającego zajęcia terenowe w dwóch różnych grupach wiekowych, uczniów I i IV etapu edukacyjnego.

Słowa kluczowe: przyroda, nauczanie przyrody, edukacja przyrodnicza, edukacja w terenie

otrzymano: 15.04.2016; przyjęto: 18.05.2016; opublikowano: 30.06.2016



mgr Magdalena Kołodziejska: Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

Wprowadzenie

W wyniku przemian cywilizacyjnych zachodzących w obszarze społecznym, kulturowym i gospodarczym, życie człowieka w ostatnich dziesięcioleciach uległo ogromnej zmianie. Postęp technologiczny z jednej strony zdecydowanie ułatwił człowiekowi funkcjonowanie w wielu dziedzinach życia, ale z drugiej zatrzymał go w zaciszu własnego mieszkania przed ekranem telewizora, komputera, tabletu czy smartfonu. Zmianie uległa relacja człowieka ze środowiskiem naturalnym, a w literaturze zachodniej pojawił się nowy termin – *autyzm*

kulturowy, oznaczający zanik zmysłów oraz rosnące poczucie izolacji i odcięcia od realnego świata (Louv, 2014, s. 87–88). Zjawisko to jest dobrze znane w Stanach Zjednoczonych i stanowi przedmiot licznych badań. Natomiast w Polsce coraz częściej wśród dzieci i młodzieży można obserwować występowanie zjawiska biofobii (strach przed wszystkim co żyje). Poważnym problemem społecznym jest również kryzys empatii.

Współcześni uczniowie mają świadomość zagrożeń dla środowiska naturalnego przy jednoczesnym braku fizycznego kontaktu i bliskiej relacji z przyrodą. Tymczasem zerwanie tej relacji może grozić wystąpieniem zespołu deficytu natury, który nie odnosi się do jednostki medycznej, lecz rosnącej przepaści między dziećmi a przyrodą, co w konsekwencji prowadzi do poważnych zmian w psychice i do kłopotów zdrowotnych (Louv, 2014).

Przyroda pomaga człowiekowi w kształtowaniu właściwych relacji z otaczającym światem. Uczy wrażliwości na jego piękno, otwartości na drugiego człowieka i wszelkie formy życia, a wielozmysłowy odbiór otaczającej rzeczywistości stwarza uczniom przestrzeń do wszechstronnego rozwoju. Bogactwo zjawisk występujących w przyrodzie umożliwia uczniom odkrywanie swojej tożsamości, poprzez zmysły, w konfrontacji ze zmiennymi warunkami atmosferycznymi, nierównym podłożem, wielorakością faktur, zapachów, smaków, kolorów (Nowak i Matusiak, 2016).

Poglądy pedagogiczne na edukację w kontakcie z naturą

W przeszłości wielu wybitnych pedagogów (m.in. Pestalozzi, Dewey, Freinet, Decroly, Frobel, Piaget) wskazywało na wartość edukacyjną i wychowawczą kontaktu z otaczającym dziecko „żywym środowiskiem” przyrodniczym i społecznym. Ich poglądy

wywodziły się m.in. z pedagogiki naturalistycznej, za której ojca uznaje się Jana Jakuba Rousseau. Głosił on prawo dziecka do aktywności oraz do swobodnego rozwoju. Uważał, że powinno ono spędzać czas na swobodnych zabawach i ćwiczeniach na świeżym powietrzu. Taki tryb życia miał zapewnić dziecku należyty rozwój zmysłów, umożliwiając późniejsze *rozsmakowanie się w nauce, ukształtowanie jasnych pojęć i umysłowe zdolności* (Okoń, 1995, s. 38) oraz rozwój sił fizycznych. Filozofia Rousseau nawiązywała do kontaktu z naturą i odrzucała kulturę i cywilizację, bowiem uznawała je jako czynniki wpływające destrukcyjnie na człowieka. Echa jego poglądów wywarły wpływ na rozwój dydaktyki.

Pod ich wpływem znalazł się Jan Henryk Pestalozzi, twórca teorii nauczania początkowego, który za Rousseau podkreślał znaczenie aktywności i samodzielności dziecka w poznawaniu otaczającego świata. Za jego przyczyną, formy aktywności takie jak: obserwowanie otaczających zjawisk, dokonywanie pomiarów, rysowanie, wytwarzanie przedmiotów, na stałe wpisały się do metodyki nauczania początkowego. Teorii nauczania początkowego Pestalozzkiego zarzuca się jednak brak jakichkolwiek elementów wiedzy naukowej.

Elementy metody naukowej pojawiły się natomiast w poglądach głoszonych przez Johna Deweya, który był zwolennikiem przyrodniczego empiryzmu. Jako pierwszy połączył poznanie z działaniem, bowiem dostrzegał ich znaczenie w rozwiązywaniu problemów w codziennych doświadczeniach dzieci (Okoń, 1995, s. 44). Wyodrębnił on 5 etapów procesu rozwiązywania problemu:

- odczucie trudności,
- wykrycie jej i określenie,
- nasuwanie się możliwego rozwiązania,
- wyprowadzenie przez rozumowanie wniosków z przypuszczalnego rozwiązania,
- dalsze obserwacje i eksperymenty prowadzące do przyjęcia lub odrzucenia przypuszczenia, czyli do

wniosku zawierającego przeświadczenie pozytywne lub negatywne (Dewey, 1957, s. 557).

Dewey był twórcą szkoły eksperymentalnej, w której uczniowie mieli stworzone warunki, aby uczyć się przez działanie praktyczne (ang. *learning by doing*). Uważał bowiem, że w ten sposób pobudzane zostają wrodzone zdolności dzieci, rozwijane ich zainteresowania, wzbogacane doświadczenia, a wiedza jest zdobywana niejako przy okazji. W trakcie działań w środowisku społeczno-przyrodniczym uwidoczniają się zainteresowania, spostrzeżenia i umiejętności ucznia. Ponadto dzieci działając, tworząc coś, ukazują swój indywidualizm, stają się odrębnymi istotami, które mają bardzo bogate wnętrze. Poprzez zajęcia praktyczne dziecko nie tylko rozwija swą wyobraźnię i zręczność, ale uczy się bardzo istotnych rzeczy i przyswaja potrzebne mu w życiu wiadomości. Środowisko jako przestrzeń życiowa człowieka implikuje całokształt czynników biologicznych, społecznych i materialnych.

Wartość środowiska przyrodniczego dla wielostronnej, swobodnej aktywności dziecka dostrzegał również już w latach dwudziestych XX wieku Celestyn Frainet, twórca nowych technik w nauczaniu. Uważał, że dzieci uczą się poprzez poznawanie i przeżywanie środowiska oraz jego przetwarzanie na miarę swoich sił i możliwości (Okoń, 1995, s. 47). Środowisko edukacyjno-wychowawcze powinno więc umożliwiać uczniowi dokonywanie badań, poszukiwanie rozwiązań problemów (metodą prób i błędów), a tym samym samodzielnie kreować swą przyszłość. Freinet sprzeciwiał się stosowaniu podczas zajęć szkolnych metod podających, które jego zdaniem hamują aktywność wychowanków i uniemożliwiają zdobycie podstawowych umiejętności przydatnych w życiu.

Poglądy Fraineta były bliskie Owidiuszowi Decroly, który głosił dewizę wychowania do życia przez życie. On również postulował zerwanie z werbalnymi meto-

dami nauczania, gdyż jego zdaniem, kluczem rozwoju jest aktywność człowieka. Według niego, nauczanie/uczenie powinno odbywać się w sposób integralny, bez podziału na poszczególne przedmioty. Zalecał stosowanie metody obserwacji, szczególnie zjawisk przyrodniczych i zastąpienie podręczników przez dzienniczki obserwacji z wiadomościami. Stworzona przez Decroly szkoła życia stanowiła odpowiedź na potrzebę aktywności dziecka, jego działalności opartej na swobodzie działania. Zapewniała przygotowanie do warunków życia społecznego. Uczyla odpowiedzialność zbiorowej, budowania relacji w grupie przy jednoczesnym rozwijaniu pewności siebie. Umożliwiała obudzenie w dziecku zrozumienia dla tego co wykonuje i wdrażanie do kierowania samym sobą. Jej jednym z celów było zapewnienie każdej jednostce szansy na odniesienie sukcesu w życiu.

Kolejnym pedagogiem, który dostrzegał wartość środowiska przyrodniczego dla edukacji i wychowania dzieci był Friedrich Wilhelm Fröbel, twórca pierwszego systemu wychowania przedszkolnego zwanego fröbilmem. Stworzył tzw. „ogrody dziecięce”, umożliwiające aktywność pedagogiczną dzieci. Porównywał dzieci do roślin, które ogrodnik powinien z troską pielęgnować. W „ogródkach dziecięcych” funkcję ogrodnika miał pełnić wychowawca. W koncepcji wychowania Fröbla ogrodnictwo odgrywało istotną rolę. Dzieci, w różnych porach roku, uprawiały i hodowały rośliny. Uczyły się samodzielności myślenia oraz umiejętności współżycia z ludźmi.

Koncepcja zajmowania się ogrodnictwem – chęć uprawy warzyw i owoców przyczyniła się do zakładania ogrodów przyszkolnych w Europie początków XX wieku. Doceniano ich walory przyrodnicze i edukacyjne. W Polsce orędownikiem i inicjatorem tej idei był wybitny przyrodnik prof. Władysław Szafer, który w książce pt. „Ogrody szkolne” przedstawiał szerokie możliwo-

ści ich wykorzystania w nauczaniu przyrody i biologii (Batorczak, 2014). Niestety współcześnie niewiele szkół może pochwalić się posiadaniem ogrodu, który byłby wykorzystywany na realizację potrzeb edukacyjno-wychowawczych dzieci i młodzieży, szczególnie mieszkających w dużych miastach.

Na podstawie przytoczonych powyżej poglądów wybranych, wybitnych pedagogów, można stwierdzić, że przyroda nie jest celem lecz środkiem, za pomocą którego można kształtować relacje człowieka z otoczeniem oraz z samym sobą, natomiast celem kształcenia przyrodniczego w przyrodzie staje się młody człowiek, który potrafi wybiegać w przyszłość, przewidywać skutki swoich działań i przyjmować za nie całkowitą odpowiedzialność.

Edukacja przyrodnicza w świetle wartości Delorsa oraz w koncepcji Piageta

W myśl zapisów raportu dla UNESCO *Edukacja: jest w niej ukryty skarb* (1998) edukacja jest podstawowym prawem człowieka oraz uniwersalną wartością. Powinna podejmować działania wspierające pełny rozwój człowieka, które przygotowują go do nieustannego działania, zwiększają jego zdolność do autonomii oraz osobistej odpowiedzialności. Człowiek XXI wieku powinien wykorzystywać wszystkie możliwe okazje do aktualizowania, pogłębiania i wzbogacania swojej podstawowej wiedzy i dostosowywać się do zmieniającego się świata. Dlatego też zdaniem J. Delorsa (1998, s. 100-102) działania edukacyjne należy oprzeć na czterech filarach, aspektach kształcenia, które powinny stanowić podstawę nowych zakresów edukacji powszechnej, pozaszkolnej i edukacji dorosłych. Te filary to:

- uczyć się, aby wiedzieć – aspekt poznawczy; należy wyposażyć uczniów w narzędzia rozumienia rzeczywistości; nauczyć ich samodzielnego zdobywa-

nia wiedzy, aby mogli korzystać z możliwości, jakie stwarza edukacja przez całe życie,

- **uczyć się, aby działać** – aspekt praktyczny; wyposażyć uczniów w umiejętność oddziaływania na swoje środowisko,
- **uczyć się, aby żyć wspólnie** – aspekt społeczny; nauczyć uczniów współpracy z innymi na różnych płaszczyznach działalności ludzkiej,
- **uczyć się, aby być** – aspekt indywidualny; uczenie się powinno umożliwiać wszechstronny rozwój jednostki.

Dwa pierwsze filary mają wymiar edukacyjny, natomiast dwa kolejne wpisują się w aspekt wychowawczy. Pomimo że każdy z filarów jest inny i samodzielny, to wszystkie wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Tak zorganizowana edukacja pozwala na kształtowanie i rozwój m.in. takich wartości jak wiedza, współpraca, integracja, kreatywność i empatia.

Należałoby zatem skupić się na edukacji postrzeganej w sposób integralny poprzez spełnienie jednostki na różnych płaszczyznach życia. Aby to osiągnąć, każde dziecko powinno mieć stworzone warunki do odkrywania, pobudzania i wzmocnienia własnego potencjału. Znając swoje mocne i słabe strony będzie gotowe stać się częścią zespołu dążącego do osiągnięcia wspólnego celu.

Wymienione powyżej filary edukacji bez problemu mogą stanowić podstawę edukacji przyrodniczej. Podczas aktywnego kontaktu z przyrodą, uczeń zdobywa nie tylko wiedzę przyrodniczą, ale również uczy się kreatywności, empatii, pokonywania ryzyka, samodzielności, a także bycia i działania we wspólnocie (Palmer-Kabacińska i Leśny, 2012). Nauczyciel powinien umieć dostrzec i docenić potencjał środowiska przyrodniczego w kształtowaniu dla wartości konstruktywistycznych, humanizmu, demokracji i pragmatyzmu.

Zdaniem Jeana Piageta nauczanie poprzez działanie, w sytuacji kiedy uczeń sam może odkrywać swoje otoczenie, jest niezwykle istotne dla rozwoju dziecka-człowieka (2006). Młody człowiek poprzez działanie w świecie zewnętrznym samodzielnie konstruuje, w swój własny sposób, subiektywne jego rozumienie, dochodząc tym samym do wiedzy o sposobach i prawidłowościach funkcjonowania świata. Jest to możliwe dzięki współdziałaniu ze sobą dwóch procesów: asymilacji i akomodacji. W procesie asymilacji dziecko przystosowuje nowe informacje pochodzące ze świata zewnętrznego do posiadanej już wiedzy. Dzięki temu następuje rozwój myślenia i inteligencji. Natomiast akomodacja polega na przystosowaniu posiadanej przez dziecko wiedzy do nowych informacji. Powstają nowe schematy myślowe i rozwija się inteligencja dziecka. Między akomodacją i asymilacją zachodzi pewnego rodzaju rywalizacja oparta na porównywaniu, co stanowi istotną bazę dla rozwoju operacji umysłowych. Dlatego też zdaniem Piageta, rozwój dziecka zależy przede wszystkim od niego samego i podejmowanych przezeń działań w odkrywaniu otoczenia (PEDAG, 2015).

Zgodnie z teorią Piageta rozwój poznawczy człowieka zachodzi w czterech oddzielnych, następujących po sobie, fazach (Dumont i wsp., 2013):

- Sensoryczno-motorycznej (0–2 lata), kiedy małe, egocentryczne dziecko doświadcza świata fizycznego dzięki zaangażowaniu wszystkich swoich zmysłów, a proces ten zachodzi bez udziału myślenia charakterystycznego dla dorosłych,
- Przedoperacyjnej (2–7 lat), kiedy dziecko wraz z rozwojem mowy staje się zdolne do myślenia symbolicznego, potrafi odróżnić rzeczy realne od nierealnych, lecz jego możliwości intelektualne są nadal zdominowane przez spostrzeżenia, a nie myślenie i operowanie pojęciami. Na tym etapie ciągle dominuje u dziecka myślenie egocentrycz-

ne, co uniemożliwia zrozumienia punktu widzenia innych ludzi,

- Operacji konkretnych (7–11 lat), kiedy dziecko zaczyna rozumieć związki przyczynowo-skutkowe, stara się rozwiązywać problemy logicznie i wyzbywa się egocentryzmu;
- Operacji formalnych (11–14 lat), kiedy dziecko nabyla zdolność do rozumowania abstrakcyjnego i jego myślenie jest coraz bardziej podobne do sposobu myślenia człowieka dorosłego.

W kontekście wymienionych powyżej etapów rozwoju można stwierdzić, że sukcesy edukacyjne w dużej mierze zależą od tego, jak mądrze uda się dorosłemu zorganizować środowisko społeczne uczenia się adekwatne do możliwości intelektualnych człowieka. Należy pamiętać o tym, że zmysły (w tym dotyk) są ważnym elementem poznania. Testowanie i doświadczanie jest częścią codzienności człowieka. Ludzie komunikują się ze sobą zarówno w sposób werbalny, jak i niewerbalny, ale zdecydowaną większość komunikatów przekazują sobie niewerbalnie. Dlatego w kształceniu ważne jest pokazywanie. Zасыpywanie słowami dzieci, szczególnie tych najmłodszych, jest błędem, bowiem większości słów one nie rozumieją. Nauczyciel powinien tak modelować zajęcia, aby dziecko samo było w stanie odkryć pewne prawidłowości i je zrozumieć.

Jest to zgodne z ideą Piageta, który uważa, że język nie wywiera jakiegokolwiek wpływu na struktury myślenia, natomiast myślenie wywodzi się z działania. Twierdzi on również, że jedynie samodzielna nauka i poznawanie daje zamierzony skutek. To uczeń powinien podejmować aktywność badawczą, wykonywać doświadczenia i prowadzić obserwacje, a tym samym stawiać sobie pytania dotyczące świata, szukać znaczeń i rozwiązań. Tymczasem dorosły (nauczyciel, człowiek z pasją) ma za zadanie być jedynie wsparciem w poszukiwaniu wiedzy, jej przetwarzaniu i porządkowaniu.

Jego rolą jest zapewnienie odpowiedniego środowiska rozwoju sprzyjającego podejmowaniu aktywności badawczych.

Zajęcia terenowe a podstawa programowa

W myśl zapisów zawartych w podstawie programowej dotyczącej edukacji przyrodniczej w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum, zajęcia terenowe powinny stanowić integralną część procesu edukacyjnego szczególnie na takich przedmiotach jak: przyroda, geografia i biologia (Podstawa programowa z komentarzami T.5., 2009). Również na lekcjach chemii ustawodawca mówi o konieczności wygospodarowania przez nauczyciela czasu na wycieczki dydaktyczne, które mogą być realizowane do ośrodków przyrodniczej edukacji pozaformalnej – instytutów badawczych, ogrodów zoologicznych i botanicznych, centrów nauki (Musialik i wsp., 2014, s. 250). W podstawie programowej brakuje zapisów dotyczących zaleceń odnośnie zajęć terenowych w ramach lekcji fizyki, co nie wyklucza realizacji pewnych treści z tego przedmiotu w terenie.

Bezpośredni kontakt z przyrodą powinny mieć już najmłodsze dzieci, bowiem w myśl przysłowia „od poznania do przyjaźni droga niedaleka”, to one dzięki nawiązaniu bliskiej relacji z przyrodą będą w przyszłości gotowe stawać w jej obronie. Stąd w treści podstawy programowej edukacji przyrodniczej dla I etapu, dotyczącej zalecanych warunków sposobów jej realizacji, pojawia się następujący zapis: „Wiedza przyrodnicza nie może być kształtowana wyłącznie na podstawie pakietów edukacyjnych, informacji z Internetu oraz innych tego typu źródeł. Edukacja przyrodnicza powinna być realizowana także w naturalnym środowisku poza szkołą (...)” (Podstawa programowa z komentarzami T.5., 2009, s. 27).

Na etapie szkoły podstawowej zaleca się przede wszystkim koncentrację na rozbudzaniu u uczniów ciekawości świata przyrody i zainteresowaniu ich nauką przedmiotów przyrodniczych (Grajkowski i wsp., 2014). Dla dziecka ważny jest aktywny kontakt z przyrodą, bo tylko wtedy może przeżyć i doświadczyć jej wszystkimi zmysłami, w sposób zindywidualizowany i osobisty.

Czy środkiem do osiągnięcia tego celu mogą być zajęcia terenowe? Odpowiedź wydaje się twierdząca. Taki wniosek można wysunąć między innymi na podstawie ankiety przeprowadzonej przez autorkę artykułu w lutym 2015 roku wśród uczniów drugiego etapu edukacyjnego z Warszawy oraz Łodzi. Celem ankiety było zebranie opinii uczniów na temat preferowanych form zajęć przyrodniczych. Wśród przebadanych 93 uczniów szkół podstawowych, najczęściej wymieniane były zajęcia terenowe (Kołodziejka i Tuszyńska, 2015, s. 53).

Podczas zajęć w terenie uczniowie mogą obserwować i badać zarówno elementy przyrody żywej jak i nieżywej w ich naturalnym środowisku występowania. Pozwala to na rozwijanie zainteresowania światem, jego różnorodnością, bogactwem i pięknem. Uczniowie doskonalą zdolność rozumienia zależności istniejących w środowisku przyrodniczym, poznają współzależności człowieka i środowiska co jest niezwykle istotne i pomocne w kształtowaniu postaw prośrodowiskowych będących podstawą zrównoważonego rozwoju.

Realizacja zajęć terenowych może wspomagać również rozwijanie kompetencji kluczowych, takich jak:

- zdolność myślenia analitycznego i syntetycznego,
- komunikowanie się w różnych sytuacjach, prezentacja własnego punktu widzenia,
- umiejętność pracy zespołowej, ukierunkowana na uwzględnianie mocnych i słabych stron innych ludzi oraz szanowanie ich poglądów.

Odbywa się to w sposób naturalny poprzez stworzenie uczniom korzystnych warunków edukacyjnych,

a tym samym umożliwienie im dochodzenia do zrozumienia, a nie tylko do pamięciowego opanowania przekazywanych treści, rozwijania zdolności dostrzegania różnego rodzaju związków i zależności występujących w świecie przyrody, motywowania uczniów do prezentowania postawy obywatelskiej w kwestii podejmowania działań na rzecz ochrony najbliższego środowiska przyrodniczego. Zajęcia terenowe są formą zajęć, która zgodnie z oczekiwaniami wynikającymi z realizacji programów nauczania pozwala kształtować refleksyjną postawę wobec człowieka, jego natury, powinności moralnych oraz wobec różnych sytuacji życiowych, a także lokalnego środowiska przyrodniczego.

Stosowne zapisy podstawy programowej dające prawną podstawę do prowadzenia zajęć terenowych w ramach edukacji szkolnej to tylko jeden z elementów warunkujących takie działanie. Ponadto aby zajęcia zostały właściwie przygotowane i przeprowadzone, nauczyciel musi być odpowiednio do tego przygotowany zarówno merytorycznie jak i metodycznie. Nie oznacza to wcale, że ma z góry znać wszystkie odpowiedzi na potencjalne pytania uczniów. Może pokazać, że każdy człowiek ma prawo do niewiedzy i wskazać drogę, którą można podążać w poszukiwaniu interesujących człowieka informacji. Do przeprowadzenia zajęć terenowych często potrzebny jest dodatkowy sprzęt. W polskiej szkole dużym problemem jest pozyskiwanie funduszy na zakup dodatkowych pomocy edukacyjnych. Taki wniosek nasuwa się na podstawie wypowiedzi nauczycieli biorących udział w spotkaniach opiekunów Klubów Młodego Odkrywcy (KMO) organizowanych co roku przez Centrum Nauki Kopernik, którzy najczęściej samodzielnie kupują wszelkie pomoce potrzebne do prowadzenia zajęć pozalekcyjnych w ramach KMO. Warto jednak zastanowić się, czy do realizacji celów zajęć terenowych nie można byłoby wykorzystać tego, co zazwyczaj znajduje się w domu każdego ucznia,

np. plastikowych łyżeczek jako szpatulek do pobierania próbek, opakowań po sałatkach jako pojemników na znalezione skarby przyrody itp. Jeżeli nauczyciel dostrzeże wartość zajęć terenowych w procesie edukacyjnym, to na pewno znajdzie sposób rozwiązania napotkanych problemów.

Zajęcia terenowe w codzienności szkolnej

Z badań przeprowadzonych przez Ośrodek Rozwoju Edukacji wynika, że nauczyciele przyrodnicy rzadko prowadzą zajęcia terenowe (Musialik i wsp., 2014, s. 251). Niechęć do prowadzenia takich zajęć zaobserwowano na wszystkich przedmiotach przyrodniczych (geografia, chemia, fizyka i biologia), chociaż wśród biologów ponad 20% zadeklarowało, że realizuje zajęcia w terenie przynajmniej jeden raz w miesiącu. Według autorów przytaczanego raportu w dużej mierze jest to podyktowane faktem, że wyjście z uczniami poza szkołę zaburza pracę na innych przedmiotach i utrudnia obowiązek realizacji podstawy programowej z tych przedmiotów. Jednym z rozwiązań tego problemu może być połączenie treści kształcenia w interdyscyplinarną całość i ich realizacja w trakcie wspólnych zajęć w terenie.

Kolejną przeszkodę stanowi często czas potrzebny na zaplanowanie zajęć. Nauczyciel powinien wcześniej zapoznać się z terenem, w którym zamierza prowadzić zajęcia oraz przygotować komplet materiałów i pomocy potrzebnych do ich realizacji. Jest to dla niego ogromny wysiłek. Bardzo często boryka się on również z brakiem odpowiedniego przygotowania merytorycznego i metodycznego do tego typu zajęć. Na szczęście w ofercie ośrodków doskonalenia nauczycieli można odnaleźć odpowiednie szkolenia, które pozwalają na podniesienie kompetencji w tym zakresie.

Brak środków finansowych na zakup sprzętu potrzebnego uczniom do prowadzenia badań w terenie to

też jeden z powodów, dla którego nauczyciele rezygnują z tego typu zajęć. Często jednak wymieniane przez nauczycieli liczne przeszkody stanowią jedynie usprawiedliwienie dla bierności w tym zakresie. Można zatem wnioskować, że stopień wypełniania zaleceń podstawy programowej w zakresie realizacji zajęć terenowych jest niedostateczny (Musialik i wsp., 2014, s. 253).

Zajęcia terenowe w opinii uczniów

Wiosną 2015 roku przeprowadzono zajęcia terenowe z dwiema, istotnie różniącymi się wiekowo, grupami. Pierwszą z nich stanowili uczniowie klasy trzeciej I etapu edukacyjnego, natomiast drugą uczniowie klasy pierwszej IV etapu edukacji. Liczebność grup nieznacznie się różniła. Grupa młodszych dzieci liczyła 16 osób, natomiast nastolatków było 20.

Tematyka i cele zajęć:

- Klasa III szkoły podstawowej, 3 godziny lekcyjne, temat zajęć: *Życie w ogrodzie*
 - Cel zajęć: Rozpoznawanie i opisywanie różnych gatunków roślin i zwierząt występujących w ogrodzie.
 - Środki dydaktyczne: pojemniki do chwytania owadów, szkła powiększające, przewodniki o roślinach, owadach i ptakach, tablety.
- Klasa I szkoły ponadgimnazjalnej, 3 godziny lekcyjne, temat zajęć: *Dzikość w sercu miasta*
 - Cel zajęć: Rozpoznawanie i opisywanie różnych gatunków roślin i zwierząt żyjących nad Wisłą oraz badanie czystości wody wiślanej.
 - Środki dydaktyczne: karta pracy, pojemniki na wodę, bibuła filtracyjna, węgiel aktywny, gleba, piasek, smartfony.

Zakres wspomaganie procesu nauczania o przyrodzie w wyniku zajęć terenowych zbadano metodą

obserwacji oraz wykorzystując ankietę ewaluacyjną przeprowadzoną wśród uczniów. Pozyskane dane przeanalizowano pod kątem samooceny stopnia poszerzenia wiedzy i zdobycia nowych umiejętności, aktywności, oceny atrakcyjności zajęć oraz oceny stopnia zadowolenia uczniów z zajęć. Przeanalizowano również odpowiedzi uczniów dotyczące sugerowanych zmian, które należałoby w przyszłości uwzględnić w przebiegu podobnych zajęć.

W trakcie lekcji w terenie można było zauważyć duże zaangażowanie wszystkich uczniów w wykonywanie postawionych zadań, co nie zawsze udaje się w sali lekcyjnej. Aktywni byli również uczniowie ze specyficznymi problemami w nauce. Natomiast uczniowie, którzy w trakcie szkolnych zajęć lekcyjnych postrzegani byli jako sprawiający problemy wychowawcze, w terenie byli zupełnie odmienieni, całkowicie skoncentrowani na zadaniu. Zmianie uległy relacje uczeń-nauczyciel, co szczególnie było widoczne podczas zajęć z młodzieżą. Nauczyciel stał się współtowarzyszem odkrywania przyrody.

Po przeanalizowaniu odpowiedzi wszystkich uczestników zajęć można stwierdzić, że były one dla nich atrakcyjne. Zostały bardzo wysoko ocenione zarówno przez uczniów szkoły podstawowej jak i ponadgimnazjalnej. Uczniowie bez względu na poziom edukacyjny stwierdzili, że dużo się nauczyli oraz docenili możliwość kontaktu z przyrodą.

Wśród młodszych dzieci dużo emocji wzbudziło włączenie tabletek jako środka dydaktycznego wspomagającego realizację zadań. Uczniowie fotografowali wybrane rośliny i zwierzęta, a następnie przygotowywali krótką prezentację. Możliwość samodzielnego przygotowania prezentacji (w większości przypadków po raz pierwszy w życiu) i jej zaprezentowanie to kolejny element, który w opinii uczniów I etapu edukacyjnego wpłynął na atrakcyjność zajęć. Jeden z uczniów zapyta-

ny o to, czego nauczył się podczas zajęć, odpowiedział: „(...) nauczyłem się, że tabletki mogą być przydatne”. Wykorzystanie narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnej (TIK), budzące tyle emocji u młodszych uczniów, pozostało niezauważone przez uczniów starszych. Fakt, iż mogli dokumentować swoje działania wykorzystując smartfony, był dla nich oczywisty.

Uczniowie, zostali zapytani o propozycję zmian, jakie należy wprowadzić na podobnych lekcjach w przyszłości. W grupie uczniów starszych ponad połowa uczestników nie chciałaby wprowadzania żadnych zmian. W ankietach ewaluacyjnych pojawiły się nie liczne propozycje nowych rozwiązań i dotyczyły one głównie kwestii organizacyjnych związanych z wydłużeniem czasu zajęć i zaplanowaniem przerw na posiłki. Można zatem wnioskować, że zastosowane w tym przypadku przez nauczyciela metody i formy pracy zostały odpowiednio dobrane do potrzeb uczniów. Z kolei propozycje uczniów młodszych zawierały sugestie odnoszące się m.in. do wydłużenia czasu zajęć, zwiększenia ogólnej liczby tego typu zajęć, które mogłyby również odbywać się w innych miejscach w pobliżu szkoły, wprowadzenia gier edukacyjnych i nauki przez zabawę. Dzieci chciałyby także częściej wykorzystywać narzędzia TIK do robienia zdjęć, kręcenia filmów, a następnie przygotowywania prezentacji. W tym przypadku, warto byłoby rozważyć wzbogacenie metod i form pracy poprzez wdrożenie propozycji uczniów.

Podsumowanie

Analizując przeprowadzone obserwacje lekcji przyrody i arkusze ewaluacji zajęć można stwierdzić, że zajęcia terenowe umożliwiają kształtowanie u uczniów takich kompetencji jak:

- współpraca w grupie,
- skuteczne komunikowanie,

- umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji,
 - planowanie, organizowanie i ocenianie własnego uczenia,
 - sprawne posługiwanie się tabletem i smartfonem.
- Z przeprowadzonych badań wynika również, że zajęcia terenowe przyczyniają się do:
- zwiększenia atrakcyjności procesu edukacyjnego,
 - wzrostu motywacji uczniów do nauki,
 - uaktywnienia uczniów z problemami w nauce oraz problemami wychowawczymi,
 - zwiększenia poziomu współpracy między uczniami,
 - poprawy relacji uczeń – nauczyciel,
 - wzrostu odpowiedzialności za otaczającą przyrodę.

Prowadzenie zajęć przyrodniczych w terenie znacząco wpływa na kształtowanie kompetencji społecznych, czyli *umiejętności, które przyczyniają się do skutecznej interakcji z otoczeniem* (Czarnota, 2015). Zajęcia te przygotowują do dorosłości, współpracy i działania poprzez stwarzanie licznych okazji do rozmów, otwarcia się na innych, budowanie zaufania i podejmowanie ryzyka.

Konkluzja

Temat podjęty w artykule ma istotny wymiar zarówno edukacyjny, jak i społeczny. Rodzice-opiekunowie coraz częściej, bezwiednie uczą dzieci unikania bezpośredniego kontaktu z przyrodą poprzez chociażby wypełnianie czasu wolnego zorganizowanymi zajęciami dodatkowymi. Przestrzeń miejska charakteryzująca się coraz gęstszą zabudową również przyczynia się do ograniczenia kontaktu człowieka z przyrodą. W otoczeniu szkół i miejsc zamieszkania uczniów kurczą się tereny zielone. Większą część dnia uczniowie spędzają w budynku przedszkola, szkoły a następnie w mieszka-

niu lub domu. Dlatego tak ważne jest, aby czas przeznaczony na edukację szkolną był właściwie wykorzystany i uzupełniał deficyty uczniów w zakresie aktywnego kontaktu z naturą. Brak tego kontaktu może stanowić nie tylko zagrożenie dla człowieka, jako jednostki społecznej, ale również dla naszej planety – Ziemi, gdyż ludzie chronią tylko to, co kochają; a kochają tylko to, co znają (Mikołuszko, 2015).

Aktywność w środowisku przyrodniczym może pomóc w dostrzeżeniu bogactw, jakimi obdarowuje nas naturalne środowisko, i dokonać zwrotu w kierunku ponownego połączenia człowieka z przyrodą. Dobrze zaplanowane i prowadzone regularnie zajęcia terenowe mogą okazać się lekarstwem na wspomniany we wstępie autyzm kulturowy i przeciwdziałać występowaniu przejawów zespołu deficytu natury. Nawyk przebywania w naturze pozwala na rozwinięcie zmysłu obserwacji, uczenia się od przyrody (Tuszyńska, 2015) oraz ma znaczenie terapeutyczne (Olechnowicz, 1999).

Literatura

- Batorczyk A (2014). *Zielone podwórka – szkolne pomysły dla zrównoważonego rozwoju*. <http://ucbs.uw.edu.pl/wp-content/uploads/Batorczak-Zielone-podw%C3%B3rka-ogrody-szkolne1.pdf> [data dostępu: 10.05.2015].
- Christ M (2012). *Edukacja przygodą w pracy z dziećmi oraz studentami pedagogiki*. W: Palmer-Kabacińska E., Leśny, A. (red.). *Edukacja przygodą. Outdoor i Adventure Education w Polsce: teoria, przykłady, konteksty*. Warszawa: Fundacja Pracownia Nauki i Przygody.
- Czarnota M (2015). *Kompetencje społeczne podstawą potencjału zawodowego*. <http://www.infor.pl/prawo/praca/rekrutacja/226062,Kompetencje-spoeczne-podstawa-potencjalu-zawodowego.html> [data dostępu: 22.03.2015].
- Delors J (red.). (1998). *Edukacja jest w niej ukryty skarb*. Raport Międzynarodowej Komisji do spraw edukacji dla XXI wieku UNESCO, Warszawa.
- Dewey J (1957). *Jak myślimy*. Warszawa: Książka i Wiedza.
- Dumont H, Istance D, Benavides F (red.). (2013). *Istota uczenia się. Wykorzystanie wyników badań w praktyce*. Tłum. Z. Janowska.

- Warszawa: Wydawnictwo Wolters Kluwer Polska SA.
- Grajkowski W, Ostrowska B, Poziomek U (2014). *Podstawy programowe w zakresie przedmiotów przyrodniczych w wybranych krajach*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Kołodziejka M, Tuszyńska L (2015). *Kształtowanie kompetencji kluczowych na lekcjach przyrody w oparciu o nowoczesne technologie*. W: Turło, J. (red.). *Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych*. Toruń: Polskie Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych.
- Louv R (2014). *Ostatnie dziecko lasu*. Tłum. A. Rogozińska. Warszawa: Grupa Wydawnicza Relacja Sp. z o.o.
- Mikołuszko W (2015). *W domach z betonu ludzie chcą dziczeć*. <http://wyborcza.pl/1,145452,18433793,w-domach-z-betonu-ludzie-chca-dziczec.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 10.03.2016].
- Musialik M, Ostrowska B, Poziomek U (2014). *Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych*. W: Federowicz M, Choińska-Mika J, Walczak D (red.). *Liczą się nauczyciele. Raport o stanie edukacji 2013*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych, s. 241-272.
- Nowak D, Matusiak D (2016). *Ścieżka Tęczowych Wojowników*. W: Bożek, G. (red.). *Dziki życie*. Bystra: Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot.
- Okoń W (1995). *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*. Warszawa: Wydawnictwo „ŻAK”.
- Olechnowicz H (1999). *Jaskiniowcy zagubieni w XXI wieku. Praca terapeutyczna z małymi dziećmi*. Warszawa: WSiP.
- Palmer-Kabacińska E, Leśny A (red.). (2012). *Edukacja przygodą. Outdoor i Adventure Education w Polsce: teoria, przykłady, konteksty*. Warszawa: Fundacja Pracownia Nauki i Przygody.
- Podstawa programowa wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego z komentarzami. Tom 5. Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum: przyroda, geografia, biologia, chemia, fizyka*. http://men.gov.pl/wp-content/uploads/2011/02/podstawa_programowa_2012.pdf, [data dostępu: 10.03.2016].
- PEDAG (2012). *Rozwój dziecka i jego konteksty w świetle współczesnych koncepcji psychologicznych*. <http://pedag.blox.pl/2012/06/ROZWJ-DZIECKA-I-JEGO-KONTEKSTY-W-WIETLE.html> [data dostępu: 14.11.2015].
- Piaget J (2006). *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, Warszawa: Wydawnictwo PWN.
- Tuszyńska L, Korwin-Szymanowska A, Lewandowska E (2015). *Edukacja środowiskowa w kształceniu nauczycieli w perspektywie praktycznej*. Warszawa: Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej.

An educational dimension of students contact with nature

Magdalena Kołodziejka

Natural sciences lessons can be an interesting adventure for students, if we allow them for active participation. They require to engage from students in learning activities, but also provide better quality and assimilation of knowledge and higher skills level. Outdoor activities can offer the possibility of cross-lessons integration so essential in modern teaching – outside the classroom the content from different subjects complement each other. During these classes the student gets not only theoretical knowledge but also comprehensive, intelligently learns the surrounding world and processes occurring in the natural environment and cultural heritage.

Outside the classroom single lessons can be carried out or can combine them together. Classes can take place in the immediate vicinity of the school, eg. school garden or in a more remote area. These activities engage all children, not only the most talented, enabling direct contact with the environment, offer the possibility of outdoor activity, to involve all the senses and thus are considered by students, regardless of their age, the most attractive.

The content of presented report are based on both theoretical assumptions, the results of the available studies and teacher observations independently conducting the outdoor activities in two different age groups: students of 1st and 4th stage of education.

Key words: nature, nature teaching, environmental education, outdoor education

Gatunki inwazyjne i etyka

– pomysł na zajęcia

Sebastian Pilichowski, Krzysztof Kolenda

Temat zajęć: Gatunki inwazyjne i etyka

Zalecany termin: maj – październik

Charakter i czas trwania zajęć z biologii:

Wyjście w teren (park lub las)*. Czas: 45 minut. Dyskusja na podstawie niniejszego materiału. Czas: 45 minut. * warunkiem jest obecność roślin wymienionych w tekście

Grupa docelowa: uczniowie szkół ponadgimnazjalnych, liceów i techników, szczególnie o profilu przyrodniczym.

Cel ogólny: Konsekwencje wprowadzania gatunków obcych do rodzimej przyrody.



mgr Sebastian Pilichowski: Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Zielonogórski; Żywa Edukacja – Sebastian Pilichowski, edukator



mgr Krzysztof Kolenda: Zakład Biologii Ewolucyjnej i Ochrony Kręgowców, Uniwersytet Wrocławski

Cele kształcenia: uczniowie:

- „Uczeń odbiera, analizuje i ocenia informacje pochodzące z różnych źródeł, ze szczególnym uwzględnieniem prasy, mediów i Internetu.” (Zakres podstawowy)
- „Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski, ocenia i wyraża opinie na temat omawianych zagadnień współczesnej biologii, zagadnień ekologicznych i środowiskowych.” (Zakres podstawowy)
- „Uczeń rozumie znaczenie i konieczność ochrony przyrody; prezentuje postawę szacunku wobec siebie i wszystkich istot żywych; opisuje postawę i zachowanie człowieka odpowiedzialnie korzystającego z dóbr przyrody” (Zakres podstawowy).

Treści nauczania; uczniowie:

- „podaje przykłady znaczenia roślin w życiu człowieka (np. rośliny, jadalne, trujące, przemysłowe, lecznicze)” (Zakres rozszerzony)
- „przedstawia źródło konkurencji międzygatunkowej, jakim jest korzystanie przez różne organizmy z tych samych zasobów środowiska” (Zakres rozszerzony)
- „przedstawia skutki konkurencji międzygatunkowej w postaci zawężenia się nisz ekologicznych konkurentów lub wypierania jednego gatunku z części jego areału przez drugi” (Zakres rozszerzony)
- „przedstawia podobieństwa i różnice między drapieżnictwem, roślinożernością i pasożytnictwem” (Zakres rozszerzony)

Środki dydaktyczne:

- Załącznik 1. Materiał dydaktyczny dla nauczyciela.
- Załącznik 2. Przykładowy przebieg zajęć.

Materiały pomocnicze:

- leksykon/przewodnik do oznaczania drzew Polski,
- ołówki,
- notes.

Tok zajęć

- I. Uczniowie w ramach przygotowania do zajęć otrzymują Załącznik 1. i Załącznik 3. Na podstawie Załącznika 1. opracowują Załącznik 3.
- II. Nauczyciel identyfikuje w terenie (park, łąka, las, gruzowisko i inne) wybrane gatunki roślin inwazyjnych wg Załącznika 1., ewentualnie wzbogaca zajęcia o inne gatunki zdefiniowane jako inwazyjne w Polsce (np. na podstawie bazy danych IOP, patrz „Akty prawne i inne pomoce”).
- III. Wyjście w teren z uczniami. Nauczyciel pokazuje zdiagnozowane gatunki inwazyjne i w oparciu o Załącznik 1. przeprowadza krótką rozmowę na ich temat z uczniami. W tym czasie również odbywa się zbiór części roślin drzewiastych (pędy, liście, kwiaty, owoce, kora) lub całych roślin (jeśli to możliwe, tzn. zmieszczą się na arkuszu papieru, np. A4), dostępnych w danej porze roku.
- IV. W szkole lub w terenie nauczyciel otwiera dyskusję między uczniami. Zadaje pytania indukujące wymianę poglądów, prowadzącą do konkluzji o negatywnym wpływie gatunków obcych na rodzime (pomoc w Załączniku 2.).

Z racji trudności w spotkaniu zwierząt reprezentujących gatunki inwazyjne, wyjście w teren obejmować będzie łatwo dostępne gatunki roślin. Opcjonalnie zaś, warto zwrócić uwagę na wymienione zwierzęta gatunków inwazyjnych przy okazji wizyty w ogrodzie zoologicznym.

Wstęp

Niniejsze zajęcia mają na celu wzbudzenie ciekawości i analizy ewentualnych korzyści i strat wynikających z wprowadzania gatunków obcych do polskiej i europejskiej przyrody. Nie wszystkie obce organizmy stają się inwazyjnymi, jednakże jeśli do tego dojdzie, wymykają się spod kontroli. Przygotowany tekst stanowi jedynie skromny wycinek wiedzy na temat gatunków inwazyjnych, a lista gatunków uznanych w Polsce za inwazyjne dostępna jest w bazie o gatunkach inwazyjnych Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk i w materiałach Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska. Poszerzenie wiedzy w tym temacie dostarcza szeroka literatura, w tym cytowana w niniejszej pracy, która w większości jest ogólnodostępna w wersji online.

Zajęcia warto przeprowadzić w terenie. Jeżeli istnieje możliwość wzbogacenia ich o wiedzę terenową specjalistów znających się na tropieniu, to warto zaprosić ich do współpracy. Zdając sobie sprawę, że może to nastęrczać trudności, pozostaje oprzeć się na opisach i ilustracjach dostępnych w literaturze i Internecie. Co zaś tyczy się inwazyjnych drzew, należy przed zajęciami rozpoznać w terenie przynajmniej kilka gatunków inwazyjnych i przeprowadzić omówienie i dyskusję w ich sąsiedztwie. Sugerujemy również polecenie zbioru liści i gdy jest to możliwe kwiatów i owoców w ciągu roku, a następnie wykonanie mini zielnika, gazetki szkolnej lub klasowej kolekcji prezentującej inwazyjne gatunki roślin spotykane w Polsce.

Prowadzący zajęcia powinien chętnie dyskutować, nawet z trudnymi pytaniami natury etycznej, tak by stymulować słuchaczy do pogłębiania dyskusji, szczególnie między sobą. Przy tym powinien łagodzić emocjonalne spory, dalekie od wymiany poglądów, a zarazem prowokować argumentowanie za i przeciw w przypadku szczególnie kontrowersyjnych propozycji rozwiązania

problemu gatunków inwazyjnych. **Wnioskiem wynikającym z dyskusji powinno być stanowisko negatywne wobec wprowadzania gatunków obcych do środowiska naturalnego, nawet jeżeli istnieją potencjalne korzyści płynące z ich obecności (patrz np. robinia akacja, nawłocie).**

Załącznik 1. Materiał dydaktyczny dla nauczyciela

Gatunki inwazyjne to organizmy, które zostały wprowadzone przypadkiem lub celowo na tereny poza naturalnym zasięgiem ich występowania i zdołały założyć populacje zdolne do rozmnażania i dalszego rozprzestrzeniania się. Człowiek, w wyniku doskonalenia i intensyfikacji transportu wszelkimi możliwymi drogami, przyczynił się do zawleczenia mnóstwa gatunków, poczynając od mikroorganizmów, przez grzyby i rośliny, do zwierząt niższych i wyższych.

Skala problemu jest niewyobrażalna. Według europejskiej bazy danych o gatunkach obcych (DAISIE), na naszym kontynencie jest ich obecnie ponad 11 000, w tym w Polsce niespełna 1 300 gatunków. Równie drastycznym przykładem są Australia i rozmaite wyspy. Mają one to do siebie, że podlegają znacznej izolacji, co oznacza, że bardzo łatwo zaburzyć panującą na nich równowagę pomiędzy zjadanymi i zjadającymi oraz zajęć nieobsadzone nisze ekologiczne. Wspomniana równowaga powstawała często przez miliony lat, a trwająca ewolucja dała unikalny zestaw gatunków (endemity i relikt). Niestety, w wyniku zawleczenia, między innymi szczurów, wspomniana bioróżnorodność wysp, jak i wielu śródłądowych ekosystemów, drastycznie spadła. Ponieważ Australia dysponuje bardzo unikalnym składem gatunkowym ssaków, jak i innych grup zwierząt i roślin, nie dziwi rygorystyczna polityka Australijczyków surowo zakazująca wywozu reprezentantów fauny i flory krajowej, jak i przywozu gatunków obcych. Co-

dzienne zmagania z królikami, myszami, szczurami, ropuchami i innymi gośćmi po pierwszych i kolejnych osadnikach pochłaniają ogromne nakłady pieniędzy i pracy. Innym drastycznym przykładem ofiary introdukcji są Hawaje, wyspy niegdyś dysponujące niesamowitą różnorodnością gatunkową ślimaków, uważanych przez wielu ewolucjonistów za zwierzęta nadzwyczajnie łatwo poddające się specjacji, tj. procesowi tworzenia się nowych gatunków. Niestety, prócz niszczycielskiego kolekcjonerstwa muszli, przekształceń środowiska i zabiegów agrotechnicznych, i tu zawleczone gryzonie, świnie, ptaki przyczyniły się do spadku rodzimej bioróżnorodności tej grupy bezkręgowców. A jako gwóźdź do trumny tejże różnorodności, sprowadzono drapieżne ślimaki, by te z kolei zwalczały inwazyjne ślimaki z Afryki z rodzaju *Achatina*. Jak można się domyśleć, achatiny nie stanowiły ich głównego dania. Oczywiście ślimaki nie były jedynymi endemitami, które ucierpiały lub zniknęły z Wysp Hawajskich (Ward, 1995).

Niekiedy medialnym hasłem dotyczących gatunków inwazyjnych nie towarzyszą fakty i doniesienia o spadkach liczebności rodzimych gatunków i wymieraniach, będących rezultatem zawleceń. Rodzi to szereg pytań. Co robić? Polować na gatunki inwazyjne? Odławiać i umieszczać w specjalnych ośrodkach? Nie ingerować? Niezależnie od wyboru, wiąże się on z etyczną i indywidualną postawą właściwą każdemu człowiekowi. Jednakże opinia ta powinna powstać na fundamentach wiedzy o 1) lokalnej i krajowej różnorodności gatunków i ekosystemów, 2) wymaganiach ekologicznych gatunków rodzimych wchodzących w interakcje z gatunkami inwazyjnymi, 3) kosztach realizacji założonych zadań, wyrażonych w środkach finansowych, nakładzie pracy ludzkiej i kosztach środowiskowych. Z zagadnieniem gatunków inwazyjnych zaś nie należy mylić naturalnej ekspansji m.in. gatunków ciepłolubnych ku północy (np. tygrzyk paskowany (*Argiope bruennichi* Scop-

li 1772), szrotówek kasztanowcowiaczek (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić 1986)) związane ze zmianami klimatycznymi, zaś przy omawianiu ekologii gatunków inwazyjnych należy wspomnieć o ofiarach naiwnych. Hipoteza ofiary naiwnej (ang. *Naive Prey Hypothesis*) (Salo i wsp., 2007, Sih i wsp., 2010) w ogólnym ujęciu zakłada, że przedstawiciele fauny lokalnej mogą nie posiadać właściwych strategii obronnych i zachowań mogących uchronić je przed gatunkami inwazyjnymi. Co więcej, nie są też na tyle plastyczni, by wytworzyć takie strategie i zachowania w ciągu relatywnie krótkiego czasu. Taką szybką odpowiedzią mogą być zmiany w sposobie gniazdowania ptaków (np. mniej kolonii lęgowych, ale ich większe rozmiary), unikanie siedlisk zajętych przez gatunki inwazyjne (np. z dala od cieków i zbiorników wodnych – tak gryzonie mogą unikać norki amerykańskiej), czy współżycie w bliskim sąsiedztwie gatunków będących potencjalnymi ofiarami (skuteczniejsze ostrzeżenie się i odstraszenie napastników) (Zalewski i Brzeziński 2014).

Pojawienie się nowych gatunków należących do wybranych gildii ekologicznych wpływa również na konkurencję międzygatunkową. Z pewnością problematyczne jest postawienie jednoznacznej oceny, czy dany gatunek obcy oddziałuje negatywnie na populacje np. rodzimych ptaków, gdyż wiąże się to z badaniami i monitoringiem liczebności ich populacji sprzed i po wprowadzeniu, czy pojawieniu się gatunku inwazyjnego. Może bowiem zdarzyć się, że owszem przybysz konkuruje z rodzimymi drapieżnikami o ptactwo, jednakże zastępuje przy tym inne czynniki ograniczające liczebność ofiar i nie powoduje wobec tego spadku liczebności tychże ptaków bardziej niż przed swoim pojawieniem się. W rzeczywistości dysponujemy wynikami badań ekologicznych lokalnych populacji i ich odpowiedzi na pojaw gatunków obcych, co więcej z różnych krajów, ekosystemów, siedlisk itd. Wobec tego jedyne, co mo-

żemy uzyskać to dane szczątkowe pozwalające na snuć przypuszczeń co do możliwych zagrożeń płynących z obecności gatunku inwazyjnego X na interesującym nas terenie Y. Nie zmienia to zaś postaci rzeczy, że należy bezwzględnie unikać introdukcji obcych gatunków („Art. 120. 1. Zabrania się wprowadzania do środowiska przyrodniczego oraz przemieszczania w tym środowisku roślin, zwierząt lub grzybów gatunków obcych.”, Dz.U. 2004 Nr 92 poz. 880) i dbać o rodzimą bioróżnorodność, gdyż udokumentowano zarówno neutralny, jak i negatywny wpływ aktywności gatunków obcych na krajowe.

W Polsce do gatunków zwierząt inwazyjnych, o których najczęściej się mówi, należą żółw ozdobny (*Trachemys scripta* Schoepff 1792) i jego podgatunki, jenot (*Nyctereutes procyonoides* Gray 1834), szop pracz (*Procyon lotor* Linnaeus 1758), czy norka amerykańska (*Neovison vison* Schreber 1777). Z kolei spośród roślin warto wymienić pospolicie występujące w miastach, parkach, czy lasach drzewa: robinie akacjową, błędnie zwaną akacją (*Robinia pseudoacacia* L.), klon jesionolistny (*Acer negundo* L.), jesion pensylwański (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), świdośliwę kłosową (*Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch), czeremchę amerykańską (*Prunus serotina* Ehrh.), czy dąb czerwony (*Quercus rubra* L.) oraz byliny w tym np. rdestowce (*Reynoutria* spp.) czy nawłocie (*Solidago* spp.). Niniejsza lista jest o wiele dłuższa, zapoznanie się z nią jest możliwe w bazie o gatunkach inwazyjnych Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk (IOP PAN): (<http://www.iop.krakow.pl/ias/gatunki>) oraz Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska: (http://www.gdos.gov.pl/files/artykuly/5050/GDOS_IGO_str_1_2_www.pdf).

Zwierzęta inwazyjne

Dla europejskich gatunków żółwi ziemnowodnych, jak i innych mieszkańców wód śródlądowych zagro-

żenie stanowią północnoamerykańskie gatunki żółwi, szczególnie żółw ozdobny i jego podgatunki. Najpospolitszym podgatunkiem jest żółw czerwonolicy (*T. scripta elegans*), jednakże od czasu wprowadzenia restrykcji dotyczących importu i handlu, inne podgatunki spotykane są w hodowlach i sklepach zoologicznych, tj. żółw żółtolicy (*T. scripta troostii*) i żółtouchy (*T. scripta scripta*). W rzeczywistości zagrożenie płynące dla przyrody europejskiej jest identyczne ze strony każdego z podgatunków. Niestety największy ciężar działań, w tym prawnych, został skierowany przede wszystkim na żółwia czerwonolicego. Ma to jedynie uzasadnienie historyczne, gdy Europa była zalewana masowo nim jako zwierzęciem domowym w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku (Rawski, 2007), jedynie w latach 1994-1997 eksport z USA osiągnął 31 milionów żółwi, w tym do Polski trafiło przynajmniej 448 tysięcy osobników (Salzberg, 1998; Najbar, 2001). Problem związany z żółwiami polega na tym, że dopóki są niewielkie, w ogólnej ocenie urocze i mało problematyczne, nikomu w głowie, by je porzucać. Niemniej żółwie te dorastają nawet do ponad trzydziestu centymetrów długości ciała, co związane jest ze zwiększonymi potrzebami – karmieniem, suplementacją diety, czy utrzymywaniem czystości w akwarium/zbiorniku (a woda brudzona jest relatywnie szybko i należy często ją wymieniać, szczególnie dotyczy to dużych osobników). Właściciele pozbywają się więc problemów z chorym żółwiem lub przerastającymi ich możliwościami przez wypuszczenie do pobliskich wód. I tu zaczyna się historia inwazyjnego gatunku. Żółwie ozdobne są szybsze, większe i agresywniejsze od rodzimych żółwi (Rawski, 2007) (w Polsce jeden gatunek – żółw błotny *Emys orbicularis* Linnaeus, 1758). Ponadto dieta żółwi ozdobnych jest bardzo bogata, złożona z pokarmu mieszanego, aczkolwiek z chęcią pobierany jest pokarm zwierzęcy, szczególnie w fazach młodocianych. W związku z zajmowaniem ekosystemów wodnych, in-

wazyjne żółwie mogą stanowić zagrożenie w wyniku drapieżnictwa dla fauny i flory wód (Rawski, 2007, Martins i wsp., 2014). Choć nie do końca wiadomo, czy żółw ozdobny rozmnaża się w wodach Europy, to nie ulega wątpliwości, że odbywa sen zimowy, co nie dziwi, skoro w swej ojczyźnie zamieszkuje podobne warunki. Poza aspektami presji konkurencji poważne zdaje się zjawisko roznoszenia pasożytów, niebezpiecznych dla europejskich żółwi wodno-lądowych (Hidalgo-Vila i wsp., 2009, Meyer i wsp., 2015). Podczas realizacji monitoringu dotyczącego siedmiu gatunków płazów i żółwia błotnego w latach 2009-2011 odnotowano żółwie czerwonołice na ośmiu stanowiskach, choć gatunek ten nie był przedmiotem uwagi (Generalny Inspektorat Ochrony Środowiska, dokument pdf dostępny pod linkiem http://www.gios.gov.pl/siedliska/default.asp?nazwa=gatunki_obce&je=pl dostęp 13.09.2015). Najbar (2001) wskazał stanowiska występowania żółwi czerwonołiczych w województwie lubuskim, sygnalizując problem w czasach sprzed przystąpienia Polski do Unii Europejskiej. W Światowej Bazie Danych Gatunków Inwazyjnych żółw czerwonołiczy znalazł się wśród stu gatunków uznanych za najbardziej inwazyjne w skali globu (Invasive Species Specialist Group (ISSG); IUCN Species Survival Commission, <http://www.issg.org/database/species/search.asp?st=100ss&fr=1&str=&lang=EN> dostęp 22.11.2015). W rozmaitych czasopismach można odnaleźć liczne publikacje dotyczące „inwazyjnego żółwia czerwonołicowego”, również spoza Europy (m.in. Brazylia (Martins i wsp., 2014), Kalifornia, USA (Thomson i wsp., 2010), Tajwan (Chen, 2006)). Wszystkie te dane sprowadzają się do jednego wniosku – gatunek ten należy z odpowiednio dużym nakładem sił i kosztów usuwać ze środowiska naturalnego, jak również ze zbiorników wodnych obecnych w krajobrazie miejscowości, np. ze zbiorników retencyjnych, przeciwpożarowych itd. Ponadto wymagana jest odpowiednia i szero-

ko rozpowszechniona edukacja społeczeństwa. W bazie IOP PAN uwzględnione zostały tylko dwa podgatunki: żółw czerwonołiczy i żółtoliczy. Według danych są one kontrolowane w sposób ograniczony, zaś pierwszy wymieniony jest „potencjalnie inwazyjny”, z kolei zagrożenie mikrobiologiczne jest nieco zbagatelizowane. Jako przyczynę podaje się domniemane badania osobników wprowadzanych do hodowli i handlu w przeszłości. Owszem, może mieć to pewne uzasadnienie, jednakże gdy wziąć pod uwagę warunki (zatlóczenie), w jakich transportowane były żółwie do Europy, w jakiej kondycji docierały (osłabione, ewentualnie martwe) (Rawski, 2007) i fakt, że mogą one brać udział w rozprzestrzenianiu pasożytów naturalnie występujących w Europie (Hidalgo-Vila i wsp., 2007), nie ulega wątpliwości, że powyższy wpis w bazie powinien zostać skorygowany. Podsumowując, główną przyczyną introdukcji żółwi ozdobnych i innych do wód Europy była terrarystyka/akwarystyka, czy raczej moda na posiadanie żółwi, które z czasem wymagają wbrew pozorom innego poziomu zaangażowania i uwagi niż mały żółw, tzw. „kapsellek”. Duży „talerzyk” wprowadzony do przyrody zagraża w wyniku konkurencji i drapieżnictwa rodzimej bioróżnorodności i choć nie można potwierdzić, że się rozmnaża w Europie, to nie należy bagatelizować jego możliwości, gdyż o wiele wcześniej dojrzewa płciowo niż żółw błotny, a co za tym idzie, potencjał rozrodczy żółwi ozdobnych znacznie przewyższa żółwia błotnego.

Jenot to azjatycki gatunek ssaka należący do rodziny psowatych Canidae. Podobnie jak wiele innych „ssaczek najeźdźców” jest uciekinierem ferm futrzarskich i doskonale poradził sobie z zamieszkaniem europejskich lasów. Badania w Puszczy Białowieskiej (Jędrzejewska i Jędrzejewski, 2001) dowodzą, że w diecie jenota duży udział ma padlina zwierząt kopytnych, szczególnie w surowe zimy. W śnieżne zimy roślinożercom ciężko odnaleźć pożywienie i wiele z nich pada z głodu, zimna

i wycieńczenia. W takim ujęciu jenot, obok innych padlinożerców stanowi czyściciela i odgrywa w związku z tym pozytywną rolę. Z drugiej strony wchodzi w konkurencję o tę padlinę z innymi gatunkami, co rodzi pytanie – czy obniża w ten sposób sukces rodzimych padlinożerców? Pytanie to pozostaje otwarte, choć wpływ ten może być bardzo znikomy lub żaden, jeśli zauważyć, iż jenoty dużą część zimy przesypiają (jenot uważany jest za jedyne psowatego odbywającego sen zimowy). Poza padliną, jenoty również zjadają rozmaite rośliny i ich części, kręgowce oraz różne bezkręgowce, szczególnie owady i dżdżownice. Według bazy danych o gatunkach inwazyjnych, dostępnej na stronie internetowej Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, choć mały, jenot ma wpływ na cietrzewia (*Lyrurus tetrrix* Linnaeus 1758) oraz ptaki wodno-błotne. Spoza kraju istnieją doniesienia o wypieraniu lisów przez jenoty (Ekkehard, 2006). Co chyba gorsze, to szczególnie podatność jenotów na wściekliznę, co czyni z nich niebezpieczne wektory, uczestniczące w rozprzestrzenianiu tej choroby (Jędrzejewska i Jędrzejewski, 2001). Ponadto badania przeprowadzone w Finlandii nad stopniem zarobaczenia rysia mogą sugerować, że jenoty przyczyniają się do roznoszenia robaków z rodzaju *Trichinella* (Oksanen i wsp., 1998) (do tego rodzaju należy np. włosień kręty *T. spiralis*). Według obowiązującego w Polsce prawa, jenoty stanowią zwierzynę łowną, zaś IOP PAN sugeruje odstrzał jako formę zwalczania tego gatunku.

Kolejny uciekinier amerykańskiego pochodzenia to szop prac. Należący do rodziny szopowatych Procyonidae drapieżnik o wysokiej plastyczności. Poluje, zjada padlinę, bezkręgowce, nieduże kręgowce, jaja ptaków i żółwi, dietę zaś uzupełnia pokarmem roślinnym. Mimo wszechstronnej diety, ciężko, podobnie jak u jenota, jednoznacznie wnioskować o ich winie jako zwierząt prowadzących do spadku rodzimej bioróżnorod-

ności (Okarma i wsp., 2012). Albowiem zjada znaczną część gryzoni (nawet 34% składu pokarmu) na terenach, gdzie spodziewalibyśmy się większego udziału ptactwa w diecie (15%) (Okarma i wsp., 2012). A są to tereny podmokłe, tak istotne z punktu widzenia ochrony ostoi ptasich. Mimo tego, szop stwarza ryzyko nie tylko dla ptaków zakładających gniazda nisko, na ziemi, ale również dla tych gniazdujących na drzewach, gdyż umiejętnie wspina się po nich (Domagała i Jankow, 2014). Na działalność szopów szczególnie narażone są ekosystemy zachodniej Polski, gdyż to z zachodu Europy postępuje jego migracja. W Parku Narodowym „Ujście Warty” stosuje się odławianie szopów, gdzie udokumentowano także osobniki sięgające do ptasich budek lęgowych rozmieszczonych na drzewach (Domagała i Jankow, 2014). Ponadto szop, tak jak jenot, podatny jest na wściekliwość oraz roznosi nicienie z gatunku *Baylisascaris procyonis* (Stefański i Żarnowski, 1951) powodujące u zwierząt i ludzi poważne zaburzenia neurologiczne, atakując układ nerwowy (Piñero i wsp., 2012).

Następnym oportunistycznym gatunkiem inwazyjnym jest norka amerykańska. Reprezentuje rodzinę łasicowatych Mustelidae. Jest większa i wypiera rodzimą norkę europejską *Mustela lutreola* (Linnaeus 1761) (Zalewski i Brzeziński, 2014). Związana szczególnie z terenami podmokłymi, często obserwowana jest korzystająca z żeremi bobrów. Wśród zagrożonych gatunków ptaków warto wymienić łyskę, na którą norka amerykańska wywiera znaczną presję, podobnie jak na ptaki przybrzeży morskich, które w ucieczce przed norcą amerykańską uciekły na wyspy (różni autorzy za Zalewski i Brzeziński, 2014). IOP PAN podaje, że gatunek ten ma istotny wpływ na trzy gatunki ptaków wodnych w wyniku drapieżnictwa i na gronostaja *Mustela erminea* (Linnaeus 1758) w wyniku konkurencji. Ponadto wywiera średni wpływ na perkozy (które lepiej od łysek odpowiedziały na inwazję norki amerykańskiej (róż-

ni autorzy za Zalewski i Brzeziński, 2014)) oraz mały wpływ na szereg innych gatunków, w tym na kolejnych reprezentantów rodziny łasicowatych: łasicę *Mustela nivalis* (Linnaeus 1758) (wpływ mały) i wydrę *Lutra lutra* (Linnaeus 1758) (wpływ możliwy). Usuwanie norki amerykańskiej jest trudne, kosztowne i pracochłonne, jednakże daje pozytywne rezultaty, co widać po wzroście liczby gniazdujących par ptaków w licznych miejscach w Europie (różni autorzy za Zalewski i Brzeziński, 2014).

Rośliny inwazyjne.

W Polsce występuje ponad 300 obcych gatunków roślin. Najbardziej znane nam są drzewa, które możemy spotkać w zasadzie wszędzie, począwszy od lasów i parków, a kończąc na przydrożnych nasadzeniach.

Robinia akacja, popularnie nazywana akacją (choć błędnie), znana również pod nazwą grochodrzew biały to kuzynka grochu, fasoli i innych znanych nam często roślin codziennej konsumpcji i użytku. Pochodzi z Ameryki Północnej i została sprowadzona do Europy przypuszczalnie po raz pierwszy w roku 1600 pod postacią nasion. „Winowajca” nazywał się Jean Robin, stąd nazwa rodzajowa *Robinia*. Nie da się ukryć, że drzewo to ma spore walory dekoracyjne podczas kwitnienia, gdy na pędach pojawiają się bujne białe kwiatostany. Taki też był powód wprowadzenia robinii akacji do parków, alej i ogrodów prywatnych. Na dzień dzisiejszy robinia jako gatunek inwazyjny szczególnie poddana jest dyskusji, gdyż niezaprzecalnie ma też pewną wartość gospodarczą. Cenimy jej twarde, odporne na próchnienie drewno, a elementy robinii używane są jako dekoracje do terrariów, czy akwariów przez hobbystów, zaś pszczelarze uznają ją za pożytek pszczeli. Robinia reprezentując rodzinę bobowatych (Fabaceae) potrafi wiązać azot atmosferyczny, żyjąc w symbiozie z bakteriami brodawkowatymi. Zajmując piaszczyste tereny zapobiega erozji luźnych gleb. Z drugiej strony jest ona

bardzo ekspansywna, szczególnie na nasłonecznionych obszarach. W jej koronach nieszczególnie gniazdują ptaki, w twardym drewnie nie w sposób wykuć dziuplę, nasiona są niechętnie zjadane, zaś ekotypy krzewiące się i rozmnażające wegetatywnie z odrostów korzeniowych skutecznie zajmują niszę ekologiczną rodzimym roślinom. Intensywne przyrosty i niskie wymagania służą zubażaniu bioróżnorodności. Stąd też leśnicy zastanawiając się nad kontrolowaną hodowlą plantacyjną robinii dobierają odpowiednie tereny i ekotypy celem zminimalizowania potencjalnej inwazji i maksymalizacji przydatności. Na obszarach zarządzanych przez Regionalną Dyрекcyję Lasów Państwowych w Zielonej Górze króluje sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* L., stąd wprowadzenie robinii akacji uznano za cenne z uwagi na jej szybkie tempo wzrostu. W wyniku badań wyselekcjonowano ekotyp robinii o masztowym pokroju, niskiej produkcji nasion i wysokiej odporności na patogeny i szkodniki do hodowli plantacyjnej i za zgodą Generalnego Dyrektora LP powstały Wyłączone Drzewostany Nasienne (Banach i wsp., 2013). Jak zaznaczają pracownicy RDLP ZG „Zamierzeniem RDLP w Zielonej Górze jest kontrolowana produkcja drewna tego gatunku prowadzona na plantacjach, zakładanych jedynie na gruntach porolnych, nieużytkowanych rolniczo” (Banach i wsp., 2013). Nieużytki, hałdy kopalniane, wyrobiska, zwirownie i zapobieganie erozji zboczy - takie też propozycje były zgłaszane czterdzieści lat temu, gdy przydatność robinii dla leśnictwa owiana była jeszcze większą tajemnicą (z braku doświadczenia) (Bellon i wsp., 1977). Baza IOP PAN podaje istotny wpływ konkurencji robinii na florę lasów, stąd nie dziwią zarządzenia o aktywnym jej usuwaniu z terenów chronionych prawem. Tak jest między innymi w rezerwacie „Bukowa Góra” w gminie Otyń (lubuskie) - usuwanie robinii ma wspomóc naturalne odnowienie buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* L. i zachowanie charakteru

kwaśnej buczyny niżowej oraz świetlistej dąbrowy. Oba zbiorowiska bowiem są przedmiotem ochrony obszaru Natura 2000 (Zarządzenie 38/2013).

Na terenie tego samego rezerwatu zwalczaniu podlega również jesion pensylwański. Wprowadzany powszechnie wzdłuż dróg i ulic, rozprzestrzenił się w Europie, z dala od swej ojczyzny – Ameryki Północnej. Już blisko czterdzieści lat temu Bellon i wsp., (1977) pisali „(...) w przeciwieństwie do bezwartościowego dla leśnictwa (...) jesionu pensylwańskiego”. Baza IOP PAN właściwie poza posiadaniem rekordu, nie podaje żadnych danych na temat płynących zagrożeń dla rodzimej flory i zbiorowisk roślinnych. Gatunek polecany w architekturze krajobrazu, również z uwagi na ciekawą odmianę. „Przydatny jest do sadzenia w zadrzewieniach krajobrazowych oraz na osiedlach w miastach (...)” (Czekalski, 2004). Ogólnie rzecz ujmując, jesion pensylwański jest wytrzymały na niskie temperatury oraz odporny na choroby zakaźne, łatwo się rozmnaża i zazwyczaj ucieka z zieleni miejskiej i wiejskiej tworząc domieszkę na granicy pobliskich lasów. Choć może nie jest to drastyczny przypadek introdukcji w skali kraju, to jednak plany zwalczania go w obszarach chronionych są uzasadnione.

Kolejnym północnoamerykańskim gościem jest klon jesionolistny. Niesamowicie tolerancyjny gatunek na szereg czynników środowiska, od temperatury, przez wilgotność, skład gleby i jej chemizm. Z łatwością zajmuje zdegradowane lub zaburzone stanowiska, często towarzyszy robinii akacjowej (Danielewicz i Wiatrowska, 2014). Ponadto, gatunek ten może hamować wzrost rodzimych gatunków drzew i tym samym utrudniać naturalne procesy odtwarzania się lasów (Solarz i wsp., 2005). W bazie IOP PAN znajdziemy informację, że mimo możliwości kontroli, klon jesionolistny nie jest kontrolowany i posiada istotny wpływ na rośliny runa w wyniku konkurencji.

Obcym drzewem sadzonym między innymi w ramach zadrzewień śródpolnych i urozmaicenia borów sosnowych jest świdośliwa kłosowa. Ceniona z uwagi na kwitnienie i owoce, wykorzystywana była także w zieleni miejskiej (Danielewicz i Wiatrowska, 2012; Danielewicz i Wiatrowska, 2014). Dziś znanych jest około 200 stanowisk tego gatunku na terenie kraju (Danielewicz i Wiatrowska, 2014). Świdośliwa dynamicznie się rozszerzając uniemożliwia naturalne odnowienie, co szczególnie szkodzi tam, gdzie występują zbiorowiska rzadkie i chronione, ale również przysparza prac leśnikom, bowiem utrudnia pielęgnację i uprawę drzew na plantacjach (Tokarska-Guzik i wsp., 2012). W bazie IOP PAN nie znajdziemy żadnych informacji, niestety, na temat szkodliwości tego gatunku.

Bardzo pospolicie występującym gatunkiem drzewiastym jest również czeremcha amerykańska, krewniak naszej rodzimej czeremchy pospolitej (*Prunus padus* L.). Podobnie jak wiele innych gatunków obcych, wprowadzenie czeremchy amerykańskiej miało na celu podniesienie różnorodności, a zatem w konsekwencji jakości i odporności ubogich ekosystemów leśnych. I rzeczywiście sprawdza się ona, dostarczając licznych zalet, od stanowienia pokarmu dla zwierzyny (liście, pędy, owoce), po wzbogacanie ściółki i inne (Karetko, 2007; Danielewicz i Wiatrowska, 2012). Jak się okazuje może być pokarmem dla motyla namiotnika czeremszaczka (*Yponomeuta evonymellus* Linnaeus, 1758), którego jak dotąd traktowano jak monofaga, odżywiającego się jedynie na czeremsze pospolitej (Karolewski i wsp., 2014). Skoro tak, to szansa przeżycia tego gatunku wzrasta, przy założeniu jakiegoś negatywnego scenariusza, w którym wymiera czeremcha pospolita. Mimo licznych zalet nie ulega wątpliwości, że może skutecznie konkurować o stanowiska z przedstawicielami rodzimej flory, szczególnie, że na wczesnych etapach rozwoju jest światłołóżdga (Godefroid i wsp., 2005). Nie

należy również bagatelizować zagrożenia, że może wypierać rodzimą czeremchę (Falencka-Jabłońska, 2010). Podobnie więc jak inne gatunki obce i celowo wprowadzone, czeremcha amerykańska może mieć pozytywne właściwości na obszarach produkcji leśnej, podnosząc paradoksalnie lokalną bioróżnorodność, jednakże zgodnie z zaleceniami IOP PAN: „Gatunek powinien być stopniowo usuwany z obszarów chronionych w czasie prowadzenia przebudowy drzewostanów oraz innych działań ochronnych”, zaznaczając, iż czeremcha amerykańska to roślina o istotnym wpływie w wyniku konkurencji na florę lasów.

Ciekawostką jest także fakt, że tak pospolicie rosnący w naszych lasach dąb o ostro zakończonych kłapach liści to północnoamerykański gatunek – dąb czerwony. Tak w swojej ojczyźnie, jak i w Polsce zazwyczaj występuje jako składnik/domieszka drzewostanu w różnej proporcji udziału i wieku. W swojej ojczyźnie dąb czerwony boryka się z różnymi grzybami chorobotwórczymi i szkodnikami owadziemi. W Polsce problemy mogą mu stwarzać również wybrane grzyby i owady. Gdy spojrzymy jednak latem i jesienią na liście rodzimych gatunków dębów – szypułkowego i bezszypułkowego – dostrzeżemy, że nasze dęby mają liście bardzo często pokryte białym nalotem mączniaka, podczas gdy dąb czerwony liście ma „czyste”. W swej książce Bellon i wsp., (1977) wymieniają szereg cech świadczących o przydatności tego gatunku w leśnictwie i przemyśle, włącznie z korzyściami płynącymi z uprawy dębów czerwonych na glebę. I piszą z jednej strony „jest gatunkiem wartościowym ze względu na (...) funkcje biologiczne, jakie jest zdolny spełniać w naszych lasach”, a z drugiej zaznaczają „skłania do stwierdzenia, że gatunek wpływa lokalnie na zubożenie naszej flory leśnej”. Z kolei Danielewicz i Wiatrowska (2014) sugerują ostrożność, przy wyrokowaniu o inwazyjnym charakterze tego dębu, podczas gdy w bazie IOP PAN widnieje

status: inwazyjny gatunek o istotnym wpływie na drzewa w wyniku konkurencji, którego rozprzestrzenianie się nie jest kontrolowane.

W ostatnich latach coraz większą uwagę poświęca się inwazyjnym bylinom, których ekspansja stanowi zagrożenie nie tylko dla różnorodności biologicznej, lecz powoduje również straty ekonomiczne np. uszkodzenia infrastruktury powstałe w wyniku przerastania organów tych roślin przez fundamenty, ściany, chodniki itp., a także naruszenie stabilności brzegów rzek i zwiększanie ich podatności na erozję (np. Alberternst i Böhmer, 2015; Pyšek, 2006).

Z pewnością dobrze znane są wszystkim kwitnące latem i jesienią nawłocie. W Polsce naturalnie wstępuje nawłoc pospolita *Solidago virga-aurea* L. oraz alpejska *S. alpina* L. Natomiast obcymi geograficznie gatunkami są nawłoc kanadyjska *S. canadensis* L. i późna *S. gigantea* Aiton, a także coraz częściej obserwowana nawłoc trawolistna *S. graminifolia* (L). Choć ich ojczyzną jest Ameryka Północna to skutecznie opanowały już całą Europę, a także Azję i Australię (Weber, 2001, 2003; Dong i wsp., 2006). Preferencje siedliskowe nawłoci są bardzo szerokie. Zasadlają zarówno tereny antropogeniczne jak i pół- lub naturalne. Szczególnie często występują na terenach wilgotnych takich jak brzegi rzek, wilgotne łąki czy skraje lasów. Bardzo często występują w postaci zwartych agregacji, a dodatkowo potrafią wytwarzać substancje hamujące rozwój innych gatunków roślin, przez co zubożają lokalną różnorodność. Z drugiej strony nawłoc jest pożądaną rośliną miododajną oraz dzięki skutecznemu ograniczaniu rozwoju patogenów glebowych upatruje się w niej narzędzie do walki z mikroorganizmami (Jabłoński, 1992; Zhang i wsp., 2009).

Do najbardziej ekspansywnych i zarazem inwazyjnych gatunków w świecie roślin należą rdestowce. W Polsce występują dwa gatunki, rdestowiec ostrokoń-

czysty *Reynoutria japonica* Houtt. i sachalisjki *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai oraz ich mieszańce rdestowiec pośredni *R. xbohemica* Chrtek i Chrtkova. Oba gatunki pochodzą ze wschodu Azji, natomiast ich mieszańce po raz pierwszy został opisany w Czechach, stąd nazywa się go również rdestowcem czeskim. Rdestowce ze względu na swoje potężne gabaryty zostały wprowadzone do Europy jako rośliny ozdobne już w XVIII w. (Alberternst i Böhmer, 2015). Rośliny te preferują siedliska antropogeniczne, choć wydaje się, że szczególnie licznie występują wzdłuż brzegów rzek, którymi przenoszą się na znaczne odległości. Dorastają nawet do 4 m wysokości i w postaci zwartych płatów mogą rozciągać się na kilkadziesiąt metrów. W konsekwencji negatywnie wpływają na bioróżnorodność, eliminując występowanie rodzimych roślin oraz ograniczając występowanie bezkręgowców oraz dostęp do brzegów wód (Tokarska-Guzik i wsp., 2006; Gerber i wsp., 2008). Rdestowce, podobnie jak inne gatunki inwazyjne o znacznych rozmiarach (jak miskant olbrzymi czy słonecznik bulwiasty), należą do roślin energetycznych (Podlaski, Chołuj i Wiśniewski, 2010). Choć w ostatnich latach nastąpił znaczny wzrost zapotrzebowania na biomasę, jako źródło surowca do produkcji energii, to biorąc pod uwagę szereg zagrożeń jakie stwarzają, ich uprawa powinna być rozważniej realizowana.

Usuwanie inwazyjnych gatunków roślin nastęrcza wiele problemów. Szczególnie uciążliwe wydają się być właśnie rdestowce. Powszechnie stosowanymi metodami w ich usuwaniu jest połączenie działań mechanicznych, tj. koszenie, przekopywanie gruntu, wykopywanie kłaczy czy usuwanie ziemi do 2-3 m głębokości, oraz chemicznych, w tym głównie regularne opryskiwanie roślin herbicydami. Metody te są jednak niezwykle kosztowne, a ponadto używanie pestycydów może negatywnie oddziaływać także na rodzime gatunki. Podstawową zasadą zaś jest wspomniany już zakaz wpro-

wadzenia gatunków obcych do środowiska naturalnego, o czym niestety nie pamiętają lub nie wiedzą (bo nie znają konsekwencji) działkowcy i właściciele ogródków przydomowych, którzy zamiast niszczyć nadmiar niechcianych roślin, wyrzucają je do lasów, łąk itd.

Krótkie podsumowanie

Na przestrzeni lat poszukiwano organizmów przydatnych gospodarczo żyjących w podobnych strefach klimatycznych na różnych kontynentach. Skutki wprowadzenia obcych gatunków dostarczają cennych informacji, jak niewiele wciąż wiemy i potrafimy przewidzieć w oparciu o złożone zależności ekologiczne. Wraz ze zmianami klimatu zaś, możliwości prognozowania stają się jeszcze cięższe i nieobliczalne. Stąd tak bardzo istotna jest rozważa i kształcenie pro-przyrodnicze od najmłodszych lat. Zbyt wiele razy człowiek zignorował zjawisko introdukcji, mając to za materię niewartą uwagi. Niestety dzisiejsza błahostka staje się jutrzejszym problemem, długofalowym i uciążliwym. Nie ma jednoznacznej drogi prowadzącej do zadowalającego rozwiązania. Z jednej strony obrońcy praw zwierząt wciąż otaczają każde życie zwierzęcia (kręgowca, z rzadka bezkręgowca), co z pewnością należy pochwalić w świecie upadku pewnych wartości. Z drugiej zaś czeka zderzenie, gdzie należy wybrać – odłowić i uśpić dane zwierzę inwazyjne – czy pozwolić, by zubażał rodzimą bioróżnorodność. Dość powiedzieć, że występujący na danym terenie, w danym czasie zespół organizmów i zależności między nimi tworzy dany charakter miejsca. Wyjęcie jednego ogniwa w sieci zależności lub wprowadzenie kolejnego może w pewnej części przypadków nie zmienić tego charakteru. Niestety, w drugiej części dojdzie do jego zmiany. Inną kwestią jest – czy odławiać wobec tego np. szopy i umieszczać w specjalnych azylach? A może deportować do ojczyzny gatunku? Pierwsza propozycja z pewnością jest realniejsza od drugiej, jed-

nakże obie wiążą się z dużymi pieniędzmi. Szopy należy wówczas odłowić, co kosztuje czas i pieniądze, potencjalny azyl wybudować i wyposażać. Opłacić jego funkcjonowanie, w tym personel. Czy nie lepiej taką kwotę przeznaczyć na ochronę czynną polskiej przyrody (odławianie to oczywiście też forma ochrony)? Stworzenie azylu dla ptaków, które ucierpiały w wyniku wypadków, rekultywację lub zalesienie danego terenu, stworzenie budek lęgowych dla ptaków, hoteli dla owadów, skrzynek dla nietoperzy, przeciwdziałanie sukcesji lasu na obszarach z chronionymi zbiorowiskami nieleśnymi itd.? Jak zawsze są to otwarte pytania, na które odpowiadać musimy każdego dnia i dzisiejsi najmłodszy będą zmuszeni się z nimi zetrzeć w niedalekim jutrze.

Załącznik 2. Przykładowy przebieg zajęć

I. Część pierwsza – praca z tekstem

- Uczniowie pracują z Załącznikiem 1. w domu przed zajęciami dyskusyjnymi i przygotowują notatkę według Załącznika 3.

II. Część druga – rozmowa ogólna sprawdzająca zrozumienie tematu, wstęp do dyskusji

- Czym jest gatunek rodzimy, obcy i inwazyjny?
- Co sprzyja inwazyjności?
- Podaj przykłady gatunków inwazyjnych ze świata i ich wpływ na lokalną bioróżnorodność.
- Podaj przykłady gatunków inwazyjnych z Polski i ich wpływ na rodzimą bioróżnorodność?
- W jaki sposób gatunek inwazyjny może zagrażać lokalnej bioróżnorodności?
- Jakie są przyczyny wprowadzenia gatunków obcych poza zasięgiem ich występowania w naturze?

- Co sugeruje hipoteza ofiary naiwnej?
- Czy zawsze rodzimi przedstawiciele fauny skazani są na zagładę? Jakie możliwe rozwiązania mogą wytworzyć, by oprzeć się nowemu zagrożeniu?
- Gdzie można zapoznać się z listą gatunków inwazyjnych w Polsce?
- Czy dozwolone jest wypuszczanie do natury gatunków obcych? Co reguluje niniejsze pozwolenie/zakaz?
- W jaki sposób można zwalczać gatunki inwazyjne?

III. Część trzecia – dyskusja, wymiana argumentów

- Czy jest możliwe usunięcie gatunku inwazyjnego z obszaru jego nienaturalnego występowania?
- Czy angażować publiczne środki w taką formę ochrony przyrody?
- Kto powinien brać czynny udział w pierwszej kolejności w zwalczaniu gatunków inwazyjnych – samorząd terytorialny (działanie lokalne), czy Państwo?
- Czy powinno być zakazane ogrodnictwo, terrarystyka, akwarystyka i hodowla wszelkich gatunków obcych, potencjalnie inwazyjnych w skali kraju?
- Jak ograniczyć inwazję gatunków obcych pochodzących z hobbyistycznych hodowli i upraw?
- Czy świadomość społeczeństwa na temat przyrody i zagrożeń płynących z wprowadzania do niej gatunków obcych jest dostateczna? Na jakim jest poziomie?
- Co zrobić, by skuteczniej dotrzeć do opinii publicznej i zainteresować ją ochroną przyrody?
- Jaka kara powinna czekać tych, którzy wprowadzają do przyrody gatunki obce?

- Czy powinno się odławiać i usypiać zwierzęta uznane za gatunki obce, czy w zamian osadzać je w specjalnie stworzonych i prowadzonych azylach?
- Czy powinien być wprowadzony w szkołach różnego szczebla nakaz prowadzenia przynajmniej raz do roku obowiązkowych lekcji dotyczących ochrony przyrody, poza realizowaną podstawą programową?
- Czy pomysł, aby uczniowie szkół raz do roku szli z nauczycielem przyrody lub biologii w teren i usuwali rośliny inwazyjne z łąk i lasów ma rację realizacji?
- Czy pomysł, by zaakceptować obecność i działalność gatunków obcych jest słuszny?

IV. Część czwarta – podsumowanie przez prowadzącego.

Wnioski:

- „organizmy obce, które stały się inwazyjnymi na danym obszarze stanowią zagrożenie dla rodzimej bioróżnorodności i nawet, jeżeli oferują pewne korzyści, nie powinno to przemawiać za wprowadzaniem ich do środowiska”,
- „usuwanie gatunków inwazyjnych jest niezwykle trudne, czasochłonne i kosztowne. Nie oznacza to jednak, że niemożliwe jest minimalizowanie strat płynących z ich obecności, prowadząc świadomą uprawę roślin, czy hodowlę zwierząt. Jeżeli to możliwe, zazwyczaj lokalnie, można prowadzić akcje usuwania, odławiania intruzów,”
- „kluczem w walce z gatunkami obcymi jest zwiększenie świadomości przyrodniczej społeczeństwa. Wtenczas zostanie zrozumiana potrzeba ochrony przyrody i konsekwencji introdukcji gatunków obcych.”

Załącznik 3. Notatki ucznia do dyskusji

Zad. 1. Jeśli to możliwe wskaż korzyści płynące z wprowadzania obcych gatunków zwierząt.

Zad. 2. Scharakteryzuj wpływ gatunków obcych na rodzime przy użyciu nazw antagonistycznych zależności ekologicznych.

Zad. 3. Czy gatunki inwazyjne mogą podwyższać lokalną bioróżnorodność? Jeśli tak, to jak?

Zad. 4. O czym mówi hipoteza ofiary naiwnej?

Zad. 5. Czy gatunki rodzime są w stanie przystosować się do presji wywieranej przez gatunek inwazyjny? Podaj trzy lub więcej możliwych sposobów.

Zad. 6. Wymień po dziesięć gatunków zwierząt i roślin o statusie organizmów inwazyjnych w Polsce wzorując się na załączonym materiale i danych dostępnych w bazie danych o gatunkach inwazyjnych Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk (dostęp online). Wypisz nazwę polską i łacińską gatunku i rodziny, do której dany organizm należy.

Zad. 7. Jaka jest główna przyczyna rozprzestrzeniania się gatunków obcych po świecie?

Zad. 8. Czy każdy gatunek obcy staje się po wypuszczeniu gatunkiem inwazyjnym? Uzasadnij.

Zad. 9. Czy zawsze możliwe jest wydanie jednoznacznej opinii o szkodliwości gatunku inwazyjnego wobec rodzimej bioróżnorodności? Uzasadnij.

Zad. 10. Jaki dokument reguluje prawo dotyczące ochrony przyrody, w tym dotyczące wprowadzania gatunków obcych do przyrody, w Polsce?

Załącznik 4. Propozycja podsumowania zajęć

1. Propozycje prac do wykonania:

- Stworzenie zielnika lub kolekcji klasowej z roślinami inwazyjnymi.
 - Przygotowanie gazetki szkolnej mówiącej o wpływie gatunków obcych na rodzime.
 - Stworzenie dwóch wielkoformatowych prac typu kolaż zawierających wysuszone części roślin – 1) inwazyjnych i 2) rodzimych – ze stosownymi podpisami i hasłami, np. „Wspieraj polską bioróżnorodność”, „Pozwól swym dzieciom zobaczyć polski las” itd.
 - Wydrukowanie posteru lub ich serii dotyczących wybranych gatunków inwazyjnych na świecie i w Polsce, oraz ich wpływie na bioróżnorodność rodzimą.
2. Przeprowadzenie międzyklasowej debaty z udziałem na dwa zespoły – jeden za i jeden przeciw wprowadzaniu gatunków obcych do przyrody.
3. Ogłoszenie konkursu plastycznego na portret wybranego gatunku inwazyjnego w Polsce, np. pod tytułem „Poszukiwany, poszukiwana – Wanted”.

Literatura

- Alberternst B., Böhmer H.J. 2015. NOBANIS - Invasive Alien Species Fact Sheet – Fallopia japonica. Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species, NOBANIS. <http://nobanis.org>. Dostęp 03.12.2015.
- Banach L., Wiler M., Maciantowicz M. 2013. Występowanie robinii akacjowej na obszarze RDLP w Zielonej Górze. 7-21. W: Materiały konferencyjne. Robinia akacjowa w krajobrazie Ziemi Lubuskiej. 23.10.2013. 137 stron.
- Bellon S., Tumiłowicz J., Król S. 1977. Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym. PWRiL, Warszawa. 267 stron.
- Chen, T.-H., 2006. Distribution and status of the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Taiwan. 187-195. W: Koike F., Clout M. N., Kawamichi M., De Poorter M., Iwatsuki K. (red.). Assessment and Control of Biological Invasion Risks.

- Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland. <http://vegel.kan.ynu.ac.jp/isp/pdf/Chen.pdf>
- Czekalski M. 2004. Drzewo roku 2004 - jesień (cz. II). Gatunki i odmiany zagraniczne. Szkółkarstwo 4. <http://www.szkolkarstwo.pl/article.php?id=415>
- Danielewicz W., Wiatrowska B. 2012. Motywy, okoliczności i środowiskowe konsekwencje wprowadzania obcych gatunków drzew i krzewów do lasów. Studia i Materiały CEPL w Rogowie 4 (33), 26-43. http://cepl.sggw.waw.pl/sim/pdf/sim33_pdf/sim33_Danielewicz_Wiatrowska.pdf
- Danielewicz W., Wiatrowska B. 2014. Inwazyjne gatunki drzew i krzewów w lasach Polski. Peckiana 9, 59-67. http://www.senckenberg.de/files/content/forschung/publikationen/peckiana/volume_2014/6_9_04_danielwicz.pdf
- Domagała M., Jankow W. (red.). 2014. Ochrona ptaków wodnych i błotnych w pięciu parkach narodowych – odtwarzanie siedlisk i ograniczanie wpływu inwazyjnych gatunków Polskie Ostoje Ptaków. Drawieński Park Narodowy, Drawno. http://dpn.pl/filemanager/projekty/life%20folder/Ochrona_ptakow_internet_V2.pdf
- Dong M, Lu JZ, Zhang WJ, Chen JK, Li B (2006). Canada goldenrod (*Solidago canadensis*): an invasive alien weed rapidly in China. *Acta Phytotaxon Sin* 44:72-85.
- Ekkehard O. 2006. Zwierzęta łowne. Przekład: E. Stefańska. MUZA SA, Warszawa.
- Jędrzejewska B., Jędrzejewski W. 2001. Ekologia zwierząt drapieżnych Puszczy Białowieskiej. PWN, Warszawa.
- Gerber E, Krebs C, Murrell C, Moretti M, Rocklin R, Schaffner U (2007). Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* spp.) negatively affect native plant and vertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biol conserv* 41:646-654.
- Godefroid S., Phartyal S. S., Weyembergh G., Koedam N. 2005. Ecological factors controlling the abundance of non-native invasive black cherry (*Prunus serotina*) in deciduous forest understorey in Belgium. *Forest Ecology and Management* 210, 91-105. (streszczenie) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112705001118>
- Hidalgo-Vila J., Diaz-Paniagua C., Ribas A., Florencio M., Pérez-Santigosa N., Casanova J. C. 2009. Helminth communities of the exotic introduced turtle, *Trachemys scripta elegans* in southwestern Spain: Transmission from native turtles. *Research in Veterinary Science* 86 (3), 463-465. (streszczenie) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18799176>
- Jabłoński B (1992). Nawłoc – roślina o dużej wartości pszczelarstwiej. *Pszczelarstwo* 43:10-11
- Karolewski P., Jagodziński A. M., Giertych M. J., Łukowski A., Ba-

- raniak E., Oleksyn J. 2014. Invasive *Prunus serotina* - a new host for *Yponomeuta evonymellus* (Lepidoptera: Yponomeutidae)? European Journal of Entomology 111 (2), 227-236. <http://www.eje.cz/pdfs/eje/2014/02/10.pdf>
- Martins R. A., Assalim A. M., de Barros Molina F. 2014. The presence of the Red-eared slider, *Trachemys scripta elegans* (Wied, 1838) (Testudines, Emydidae), an invasive species, in the Paraibuna river basin, Southeastern Brazil. Herpetology Notes 7, 437-441. http://www.herpetologynotes.seh-herpetology.org/Volume7_PDFs/Martins_HerpetologyNotes_volume7_pp437-441.pdf
- Meyer L., Du Preez L., Bonneau E., Héritier L., Quintana M. F., Valdeón A., Sadaoui A., Kechemir-Issad N., Palacios C., Verneau O. 2015. Parasite host-switching from the invasive American red-eared slider, *Trachemys scripta elegans*, to the native Mediterranean pond turtle, *Mauremys leprosa*, in natural environments. Aquatic Invasions 10 (1), 79-91. http://www.aquaticinvasions.net/2015/AI_2015_Meyer_etal.pdf
- Najbar B. 2001. Żółw czterwonolicy *Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839) w województwie lubuskim (zachodnia Polska). Przegląd Zoologiczny 45 (1-2), 103-109.
- Okarma H., Zalewski A., Bartoszewicz M., Biedrzycka A., Jędrzejewska E. 2012. Szop prac *Procyon lotor* w Polsce – ekologia inwazji. Studia i Materiały CEPL w Rogowie 14 (33), 296-303. http://cepl.sggw.waw.pl/sim/pdf/sim33_pdf/sim33_Okarma_i_in.pdf
- Oksanen A., Lindgren E., Tunkkari P. 1998. Epidemiology of trichinellosis in lynx in Finland. Journal of Helminthology Journal of Helminthology 72 (1), 47-53. (streszczenie) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9639901>
- Piñero J., Lorenzo-Morales J., Martín-Navarro C., López-Arencibia A., Reyes-Batlle M., Valladares B. 2012. Zoonosis caused by *Baylisascaris procyonis*. 286-302, w: Lorenzo-Morales J. (red.). 2012. Zoonosis, 436 stron.
- Podlaski S., Chołuj D., Wiśniewski G. (2010). Produkcja biomasy z roślin energetycznych. Postepy Nauk Rolniczych 2:163-174. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/34776.pdf>
- Pyšek P. (2006). *Fallopia japonica*. In: DAISIE - Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe, DAISIE. <http://europealiens.org>. Dostęp: 03.12.2015.
- Rawski M. 2007. Kosmopolityczny wybraniec losu, czy ofiara człowieka? Żółw ozdobny *Trachemys scripta*. Draco Magazyn – magazyn herpetologiczny – terrarystyczny, 4 (1), 28 – 33.
- Salo P., Korpimäki E., Banks P. B., Nordström M., Dickman Ch. R. 2007. Alien predators are more dangerous than native predators to prey populations. Proceedings of the Royal Society B 274, 1237-1243. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1950296/pdf/rspb20060444.pdf>
- Salzberg A. 1998. Chelonian Conservation News. Chelonian Conservation and Biology 3 (1), 147-150.
- Sih A., Bolnick D. I., Luttbeg B., Orrock J. L., Peacor S. D., Pintor L. M., Preisser E., Rehage J. S., Vonesh J. R. 2010. Predator-prey naïveté, antipredator behavior, and the ecology of predator invasions. Oikos 119 (4), 610-621. (streszczenie) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0706.2009.18039.x/abstract>
- Thomson R. C., Spinks P. Q., Shaffer H. B. 2010. Distribution and Abundance of Invasive RedEared Sliders (*Trachemys scripta elegans*) in California's Sacramento River Basin and Possible Impacts on Native Western Pond Turtles (*Emys marmorata*). Chelonian Conservation and Biology 9 (2), 297-302. <https://www.eeb.ucla.edu/Faculty/Shaffer/pubs/ThomsonChel-ConsBio2010.pdf>
- Tokarska-Guzik B., Bzdęga K., Knapik D., Jenczała G. (2006). Changes in plant species richness in some riparian plant communities as a result of their colonization by taxa of *Reynoutria* (*Fallopia*). *Biodiv Res Conserv* 1-2:123-130.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński Cz. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa. http://www.wigry.org.pl/ros_obce_cz1a.pdf
- Ward P. 1995. Kres ewolucji. Dinozaury, wielkie wymierania i bioróżnorodność. Przekład: K. Sabath, M. Ryszkiewicz. Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Weber E. (2001). Current and potential ranges of three exotic goldenrods (*Solidago*) in Europe. *Cons biology* 15:122-128.
- Weber E. (2003). *Invasive plant species of the world. A reference guide to environmental weeds*. Wallingford: CABI Publishing.
- Zalewski A., Brzeziński M. 2014. Norka amerykańska. Biologia gatunku inwazyjnego. Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża.
- Zhang S., Jin Y, Tang J, Chen X (2009). The invasive plant *Solidago canadensis* L. suppresses local soil pathogen through allelopathy. *Appl Soil Ecology* 41:215-222.

Akty prawne i inne pomoce

- Baza danych o inwazyjnych gatunkach w Polsce Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk: <http://www.iop.krakow.pl/ias/>
- Baza gatunków inwazyjnych IUCN (Invasive Species Specialist Group (ISSG); IUCN Species Survival Commission), dostęp 22.11.2015: <http://www.issg.org/database/species/search.asp?st=100ss&fr=1&str=&lang=EN>
- Informacje prawne nt. gatunków inwazyjnych; Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska: <http://www.gdos.gov.pl/igo>
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Dz.U. 2004 Nr 92 poz. 880.

Zarządzenie nr 38/2013 Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Gorzowie Wielkopolskim z dnia 16 grudnia 2013 w sprawie ustanowienia planu ochrony dla rezerwatu przyrody „Bukowa Góra”. Dziennik Urzędowy Województwa Lubuskiego, Gorzów Wlkp., 20 grudnia 2013. Poz. 2798.

Recenzja książki

Schüler besser verstehen...

Wiesław Stawiński

Autorem tego oryginalnego i interesującego leksykonu jest wybitny niemiecki dydaktyk biologii prof. dr Ulrich Kattmann (ur. 1941 r.), od wielu lat związany z Uniwersytetem w Oldenburgu. Jego bogaty dorobek naukowy i naukowo-dydaktyczny obejmuje wiele książek i rozpraw naukowych i artykułów, w tym publikowanych także w Polsce np.: *Nauczanie biologii i dydaktyka biologii w Republice Federalnej Niemiec oraz innych krajach zachodnioeuropejskich* (1985), *Dydaktyczna rekonstrukcja sądów naukowych w nauczaniu biologii* (1986 – wydruk komputerowy), *On the diversity of humans – scientific and educational considerations* (2011). Znany jest w Polsce z bardzo aktywnego i żywego udziału w naszych konferencjach i seminariach biologiczno-dydaktycznych.

Światowy zasób wiedzy przyrodniczej, w tym biologicznej, lawinowo wzrasta. Nie towarzyszy temu jednak proporcjonalnie podwyższanie wiedzy i kultury biologicznej społeczeństw świata. Wiedza biologiczna funkcjonująca w umysłach ludzi daleko odbiega od poziomu światowego jej zasobu. Narasta bowiem dysproporcja między wiedzą naukową a społecznie funkcjonującą – potocznymi/codziennymi poglądami i osobistą wiedzą ludzi. Świadczą o tym badania prowadzone, m.in. przez A. Giordana i G. de Vecchi, a także U. Kattmanna i jego „szkoły”.

Prof. Kattmann od lat 80. ub. wieku prowadzi badania nad relacjami zachodzącymi w procesie nauczania i uczenia się między potoczną/codzienną wiedzą ucz-



Ulrich Kattmann

Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht

(Uczniów lepiej rozumieć. Potoczne sądy uczniów w nauczaniu biologii)

Aulis Verlag, Halbergmoos 2015

ss. 416

niów a naukową wiedzą biologiczną oraz ich wpływem na przebieg i efekty kształcenia. Wyniki tych badań – opartych na założeniach konstruktywizmu, a zwłaszcza na modelu dydaktycznej rekonstrukcji – wskazują na indywidualnie zróżnicowane dochodzenie osób edukowanych do rozumienia struktur, procesów i praw biologicznych.

Zdaniem prof. Kattmanna nieodzowne jest – na każdym poziomie kształcenia, zwłaszcza w momencie wprowadzania edukowanych osób w nowe dla nich obszary wiedzy (np. na początku lekcji czy wykładu uniwersyteckiego) – poznanie wyjściowej/potocznej wiedzy tych osób oraz ich poglądów. Ważne jest również wspomaganie uczniów/słuchaczy w konstruowaniu ich osobistej wiedzy biologicznej. W ten sposób dochodzi do włączania naukowych sądów w indywidualne lub społeczne relacje uczniów, do stopniowego zbliżania struktury wiedzy uczniów do struktury biologicznej wiedzy naukowej.

W recenzowanej książce poza *Wstępem* wyodrębniono dwa krótkie rozdziały: *Rozpoznawanie utrudnień i ogarnianie szans/możliwości. Jak postępować z pospolitymi wyobrażeniami w nauczaniu biologii* (s. 11–20) oraz *Jak posługiwać się leksykonem* (s. 21–24).

Następnie w alfabetycznej kolejności od A do Z scharakteryzowano (na 392 stronach) wybrane terminy i pojęcia biologiczne oraz problemy z ich kształtowaniem i opanowywaniem przez uczniów. W tekście dotyczącym treści każdego hasła wyróżniono;

- „Wegwaiser” – wprowadzenie informujące o głównym kierunku analizy danego zagadnienia;
- „Vom Wort zum Begriff” – od wyrażenia do pojęcia;
- „Alltagsvorstellungen” – codzienne/potoczne sądy/wyobrażenia (ilustracja wyników badań, analizy praktyki szkolnej);
- „Für Unterricht: Anschauung und Vertiefung” – propozycje dotyczące lekcji/nauczania, tabelarycznie ujęte ograniczenia i możliwości nauczania odwołującego się do potocznej wiedzy uczniów;
- odwołania do zdigitalizowanych tekstów – ukośne strzałki;
- odwołania do wykorzystanych źródeł i podstawowej literatury.

W leksykonie zamieszczono hasła związane z ważnymi obszarami biologii: ewolucją, ekologią, genetyką, biologią komórki, rozwojem i przemianą materii i energii – więc także z pojęciami istotnymi w nauczaniu i uczeniu się biologii.

W wyborze haseł – terminów naukowych – autor kierował się ich powiązaniem z potocznymi w społeczeństwie poglądami na dany temat oraz możliwościami wykorzystania tych relacji w nauczaniu biologii skierowanym na wspomaganie uczenia się uczniów. Oczywiście te same hasła w analogicznym polskim leksykonie umieszczane byłyby w innej alfabetycznej kolejności.

Tekst ilustrują i uzupełniają dobrze z nim korespondujące ryciny, schematy i tabele.

Warto za autorem leksykonu przytoczyć kilka potocznych sądów uczniów na temat procesów zachodzących w przyrodzie:

Pochodzenie małp (s. 30–35)

Trudności w zrozumieniu przebiegu ewolucji od małp do człowieka:

„Jeśli człowiek pochodzi od małp, to musiała kiedyś para małp mieć ludzkie dziecko.” (uczeń kl. 10)

„Początkowo człowiek był lekko zgięty i biegał na (wszystkich) kończynach. Następnie stawał się coraz to wyższy, biegał jednak nadal nieco pochylony, a w pewnym momencie zaczął chodzić całkiem wyprostowany, tak jak dzisiaj.” (Nils, BBS, 2 rok nauki)

Oddychanie (s. 51–57)

Przeanalizowane przykłady wykazały, że potoczne wyobrażenia o procesie oddychania wiążą się z ruchami oddechowymi – wdychaniem i wydychaniem gazów, a zwłaszcza pobieraniem

i rozprowadzaniem tlenu. Żadnego prawie znaczenia nie przypisuje się wydalaniu dwutlenku węgla:

„Oddychanie to wdychanie i wydychanie...”

„Oddychanie to wymiana gazów.”

„Rośliny oddychając pobierają dwutlenek węgla i wydzielają tlen.”

Fotosynteza (s. 140–149). Tlen (s. 288–289)

Stosunkowo powszechne jest mniemanie, że rośliny dostarczają ludziom i zwierzętom tlen niezbędny do oddychania. Fotosynteza ujmowana jest jako odwrotność procesu oddychania.:

„To co my wydychamy potrzebują rośliny do swego oddychania, (to) oczyszczają i następnie znowu wydają. Wytwarzają świeże powietrze, to które my potrzebujemy” (Lisa, klasa 5).

Niektórym uczniom znaczne trudności sprawia zrozumienie procesu fotosyntezy, a zwłaszcza przemiana substancji gazowych w stałe, takie jak glukoza i skrobia. Dość powszechne jest mniemanie, że rośliny pobierają pokarm z gleby.

Równowaga biologiczna (s. 70–76)

Równowaga często pojmowana jest jako stan idealny.

„Równowaga jest to, kiedy się nie wywracamy” (uczeń kl. 7.)

Uważa się także, że stan równowagi w przyrodzie osiągnąć jest samorzutnie, a zaburzenia w przyrodzie powodowane są zwykle przez oddziaływanie na nią człowieka. Człowiek jest wrogiem równowagi w przyrodzie. Przyroda niepoddana oddziaływaniu człowieka samorzutnie utrzymuje równowagę:

„Równowaga znaczy, że przyroda samodzielnie tworzy to czego potrzebuje do życia” (Claudia, klasa 12.)”

„Sądzę, że wszystkie organizmy tam gdzie żyją, żyją w równowadze. Tylko człowiek może ją zaburzyć. Kiedy dochodzi do katastrofy w przyrodzie, to spowodowana jest przez przyrodę. Przyroda sama to reguluje.” (Luk., klasa 12.)

Pragnę przy tej okazji przypomnieć o podobnym nachyleniu założeń związanych z edukacją dla zrównoważonego rozwoju. Nieraz można by jednak na ich podstawie wnioskować, że jej głównym celem jest osiągnięcie idealnej wprost równowagi procesów przyrodniczych i społeczno-gospodarczych. Taki długo trwający stan oznaczałby jednak wystąpienie zastoju, a nawet regresu. **Konieczne jest więc silniejsze akcentowanie dynamiki tych procesów.** Dlatego też autor leksykonu zwraca uwagę na współczesne przechodzenie od tradycyjnej ekologii równowagi do Ungleichgewichtsökologie – ekologii nierównowagi (s.75–76).

Ulrich Kattmann akcentuje nie tylko naukowe biologiczne i biologiczno-dydaktyczne problemy, lecz również związane z nimi – bezpośrednio lub pośrednio – zagadnienia społeczne, filozoficzne czy bioetyczne, na przykład w przypadku omawiania pochodzenia i ras człowieka, eugeniki, czy ewolucji. Czasami tym drugim poświęca dużo miejsca. Takie podejście wiąże się, jak przypuszczam, z dużym zainteresowaniem prof. Kattmanna tymi problemami.

By ograniczyć i tak już dużą objętość książki, autor odsyła czytelników do uzupełniających haseł i informacji dotyczących nieomówionych w tekście terminów i pojęć dostępnych w zdigitalizowanej wersji. Stanowią one istotną część leksykonu.

Leksykon zaadresowany jest do szerokiej grupy odbiorców zainteresowanych kształceniem przyrodniczym ukierunkowanym na wspomaganie samodzielnego uczenia się uczniów, a więc do studentów – przyszłych nauczycieli biologii, do początkujących nauczycieli, do edukatorów nauczycieli, popularyza-

torów wiedzy przyrodniczej – pracowników muzeów przyrodniczych, ogrodów botanicznych i zoologicznych, ośrodków ochrony przyrody, redaktorów czasopism przyrodniczych, a także autorów podręczników przyrodniczych oraz pracowników naukowych – w tym dydaktyków przedmiotów przyrodniczych.

Analizowane przez autora przykłady rozumowania uczniów i interpretowania procesów, struktur, praw i prawidłowości biologicznych oraz propozycje stosownych rozwiązań dydaktycznych mogą być przydatne również polskim nauczycielom i dydaktykom przedmiotów przyrodniczych w rozwiązywaniu problemów dydaktyczno-wychowawczych. Oczywiście z uwzględnieniem krajowych podstaw programowych, standardów edukacyjnych i uwarunkowań społecznych. Inne nieco być może były by skojarzenia i potoczne sądy uczniów.

Z historii polskiej Olimpiady Biologicznej

Polska inicjatywa organizacji Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej

Wiesław Stawiński

Kilka lat po II wojnie światowej dążono w Polsce do podwyższenia poziomu edukacji przyrodniczej i zainteresowania uczniów wiedzą matematyczno-przyrodniczą. Temu celowi miały służyć różne konkursy przedmiotowe organizowane przez wojewódzkie i centralne ośrodki metodyczne z wydatną pomocą ze strony szkół wyższych i towarzystw naukowych. Pozytywne ich efekty zachęcały do organizacji ogólnokrajowych konkursów w postaci olimpiad przedmiotowych dla uczniów wyższych klas szkół średnich. Najstarszą z nich jest Olimpiada Matematyczna zorganizowana w roku 1949/1950 z inicjatywy Polskiego Towarzystwa Matematycznego, a obecnie organizowana przez Stowarzyszenie na Rzecz Edukacji Matematycznej. Nieco później – w roku 1950? – powstała Olimpiada Fizyczna, a w roku 2015/2016 odbywają się jej 65 zawody. Z kolei za nią – w roku 1953 – powstaje Olimpiada Chemiczna i obecnie po raz 62 przebiegają jej zawody. O kilkanaście lat później dochodzi do zorganizowania Olimpiady Biologicznej (1970–1971) i Olimpiady Geograficznej (1974–1975).

Do organizacji Olimpiady Biologicznej przyczyniła się działalność sekcji biologicznych wojewódzkich ośrodków metodycznych (warszawskiej, katowickiej i innych) i Sekcji Biologicznej Centralnego Ośrodka Metodycznego. W latach 1964–1971 organizowane były tam konkursy biologiczne dla uczniów szkół średnich. W czasie tych sześciu konkursów zgromadzono duży

i bogaty materiał, który ułatwił i ukierunkował organizację tej Olimpiady.

Autor współorganizował wówczas takie konkursy w województwie katowickim oraz uczestniczył w pracach Sekcji Biologii Centralnego Ośrodka Metodycznego w Warszawie.

Zwięzła informacja o pracach nad regulaminem Olimpiady Biologicznej i jego przesłaniu do zatwierdzenia Ministerstwu Oświaty i Szkolnictwa Wyższego została zamieszczona w 1970 r. w czasopiśmie *Biologia w Szkole* pod tytułem „I Ogólnopolska Olimpiada Biologiczna”. Przewidywano, że ta olimpiada odbędzie się w roku szkolnym 1971/1972 („*Biologia w Szkole*” 1970, nr 1, s. 59).

Interesujące wartościowe dane o organizacji i przebiegu kilku pierwszych zawodów olimpijskich zawierają trzy tomy publikacji „Olimpiada Biologiczna” wydane w latach: 1975 (t. I), 1978 (t. II), 1981 (t. III), w tym informacje przekazane przez mgr J. Zdebską-Sierosławską, będącą wieloletnim kierownikiem organizacyjnym Olimpiady, oraz autora (Sandner red. 1975, 1978, 1981).

„Po licznych konsultacjach z gronem nauczycieli biologii, kierownikami okręgowych ośrodków metodycznych i Zakładem Dydaktyki Biologii Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie przedyskutowano różne projekty co do treści, zakresu materiału i form wymagań. Opracowano również ogólny zarys projektu regulaminu Olimpiady Biologicznej. W ten sposób

zrodziła się koncepcja Olimpiady, którą przedstawiono Ministerstwu Oświaty i Szkolnictwa Wyższego. Po wnikliwej analizie przedstawiony regulamin został zatwierdzony przez władze szkolne.

Olimpiada Biologiczna została powołana do życia zarządzeniem Ministerstwa Oświaty i Szkolnictwa Wyższego z dniem 20 marca 1971 roku, zawartym w *Dzienniku Urzędowym* Nr B-4/71, poz. 26.

Jednocześnie Ministerstwo Oświaty i Wychowania na propozycję Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika powołało Komitet Główny Olimpiady Biologicznej dnia 1 września 1971 roku.

Przewodniczącym Komitetu Głównego został prof. dr Włodzimierz Michajłow, sekretarz II Wydziału Polskiej Akademii Nauk. Członkowie rekrutowali się z pracowników naukowych wyższych uczelni i wybitnych nauczycieli biologii” (Zdebska-Sierosławska, 1978, s. 16).

W Skład Komitetu Głównego Olimpiady (w 1978 r.), obok przewodniczącego prof. dr Włodzimierza Michajłowa, wchodził: wiceprzewodniczący doc. dr Jan Wąsowicz, kierownik organizacyjny mgr Janina Zdebska-Sierosławska, sekretarz naukowy doc. dr Bronisław Cymorowski oraz członkowie prof. dr Kazimierz Maślankiewicz, st. wiz. mgr Tadeusz Kuźnia, dr Danuta Cichy, dr Jan Cybis, dr Andrzej Fagasiński, dr Tadeusz Gorczyński, mgr Jan Janiszewski, mgr Maria Kołatka, prof. dr Juliusz Narębski, mgr Maria Niemierko, prof.

dr Henryk Sandner, mgr Anna Spiechowicz, prof. dr Zofia Starck, doc. dr Wiesław Stawiński oraz studenci laureaci I OB Andrzej Fabianowski, Wojciech Puchalski i Jan Teller. Większość z tych osób działała w tym Komitecie przez wiele dalszych lat.

Janina Zdebska-Sierosławska przedstawiła także przebieg organizacji trzech stopni zawodów, tematykę pięciu Olimpiad (I, II, III, IV i V) oraz liczbę uczestników. W latach 1971–1976 wzięło w nich udział 12.770 uczniów szkół średnich, ogólnokształcących i zawodowych. „Do zawodów okręgowych II stopnia zakwalifikowało się 6.562 zawodników. W zawodach ogólnopolskich III stopnia uczestniczyło 855 zawodników. Dyplomy laureatów otrzymało 120 uczniów – zawodników” (Zdebska-Sierosławska, 1978, s. 24). Sprecyzowano m.in. regulamin konkursów i ustalono rozwiązania natury organizacyjnej, układ graficzny dyplomów dla laureatów oraz tekst podziękowań dla nauczycieli opiekunów olimpijczyków.

Zorganizowano również konkurs na znaczek i emblemat/logo Olimpiady Biologicznej, w którym wzięło udział wiele szkół. Do Komitetu Głównego Olimpiady wpłynęło „1485 opracowań graficznych z 136 szkół. Pozytywnie oceniono 119 prac, I nagrodę przyznano Cezaremu Mikołajczykowi uczniowi IV Liceum Ogólnokształcącego w Gdyni za świetną koncepcję plastyczną

o wymownej symbolice nawiązującej wyjątkowo trafnie do idei Olimpiady Biologicznej” (Zdebska-Sierosławska, 1978, s. 26). W oparciu o ten projekt wykonano złote i srebrne odznaki dla zwycięzców zawodów olimpijskich oraz dla nauczycieli i działaczy społecznych wspierających olimpiadę.

W latach 70–80 ub. wieku polscy dydaktycy biologii utrzymywali żywe kontakty z czeskimi i słowackimi kolegami. Szczególnie silne były one z prof. Josefem Šulą i dr. Ottonem Masłowskim z Uniwersytetu w Ołomuńcu. Sprzyjały one wzajemnej wymianie doświadczeń oraz podejmowaniu wspólnych działań – w tym organizacji Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej (Masłowski, 1984).

Polską inicjatywę i konkretny wkład w powołanie i organizację Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej przedstawiła w 1984 r. Janina Zdebska-Sierosławska:

„Wraz z nabywanymi doświadczeniami natury organizacyjnej i dydaktycznej zrodziła się myśl o zorganizowaniu Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej. Został opracowany i przyjęty przez Komitet Główny OB projekt regulaminu i organizacji I Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej. Nawiązano w tej sprawie bezpośrednie kontakty z organizatorami olimpiady biologicznej w Czechosłowacji. **Pierwsza Międzynarodowa Olimpiada została zorganizowana w Warszawie**

w 1985 r. z udziałem zawodników czeskich, polskich i słowackich (podkreślenie W. Stawiński). [To wydarzenie dokumentuje Logo Olimpiady widniejące na zaproszeniach oraz jej plakietka wręczana uczestnikom – W. Stawiński]

Jako obserwatorzy uczestniczyli w niej zaproszeni przez Ministerstwo Oświaty i Wychowania przedstawiciele Bułgarii, b. NRD i Węgier (Zdebska-Sierosławska, 1986)”. **Drugą Międzynarodową Olimpiadę zorganizowano w 1986 r. w Pradze. Niestety przy biernej postawie strony polskiej dalszą inicjatywę przejęła strona czeska. Stąd też Komitet Międzynarodowej Olimpiady został zlokalizowany w Pradze, a nie w Warszawie. Dwie pierwsze międzynarodowe olimpiady (1985, 1986) potraktowano jako międzynarodowe zawody.** Od nowa zaczęto numerować międzynarodowe olimpiady biologiczne i jako pierwsza została uznana Olimpiada zorganizowana w 1990 r. w Ołomuńcu (Sandner, 1991).

W czeskim informatorze pominięte zostały polskie inicjatywy (Stoklasa, 1992). W tej olimpiadzie uczestniczyli zawodnicy z 6 państw. W VIII, zorganizowanej w 1997 r., reprezentowanych było 28 państw (Fronk, 1997). Bardziej szczegółowe informacje o rozwoju zawodów krajowej i międzynarodowej olimpiady biologicznej zawierają artykuły w kolejnych rocznikach



„Biologii w Szkole” i „Wszechświata” oraz inne publikacje (m.in. Cichy, 1994, 1995; Niemierko, 1978a, 1978b; Stawiński, 1988; Stoklasa, 1992; Zdebska-Sierosławska, 1981, 1984, 1986) (Stawiński, 2006, s. 537).

Warto również spojrzeć na tę sprawę oczyma przedstawiciela ówczesnej NRD prof. dr. hab. Erwina Zabela. Z początkiem lat 80. dyskutowano w NRD w grupie dydaktyków biologii nad potrzebą zorganizowania Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej, chociaż w Niemczech nie prowadzono krajowych konkursów biologicznych.

W niedawno wydanej książce prof. Zabel wspomina: **„Wiedziałem, że w Polsce i Czechosłowacji istnieją krajowe Olimpiady Biologiczne. Skontaktowałem się więc z tamtejszymi ich inicjatorami i miałem zamiar pozyskać ich do wspólnej organizacji takiej olimpiady. (...) Oba te kraje porozumiały się ze sobą i postanowiły zorganizować w 1984 roku wspólną Olimpiadę.** A następnie dalsze. Koledzy z Polski i Czechosłowacji wraz ze mną założyli komitet organizacyjny i zaprosili do Pragi wszystkie kraje socjalistyczne, jak również kapitalistyczne, na pierwsze wspólne spotkanie robocze. Oprócz Rumunii uczestniczyły w nim wszyst-

kie kraje socjalistyczne oraz Belgia. Uczestniczyłem w obu [zebraniach] z zamiarem, by w oparciu o te przykłady odnowić wnioski do naszego Ministerstwa, co oczywiście uczyniłem. Tym Razem Ministerstwo wyraziło zgodę, pod warunkiem że w olimpiadzie będzie także uczestniczyć Związek Radziecki. Odpowiedzialni współpracownicy w Ministerstwie Oświaty w Moskwie byli gotowi to uczynić. Wszystko inne było tylko formalnością. Porozumieliśmy się, by pierwsza Międzynarodowa Olimpiada Biologiczna została zorganizowana w 1990 roku w Ołomuńcu” (Zabel 2014, s. 109–110, tłum. W. Stawiński).

Opracowany został statut i wszystkie istotne elementy regulaminu tej Olimpiady. Po zjednoczeniu Niemiec zaistniał problem, ponieważ Niemcy Zachodnie nie uczestniczyły w MOB. Prof. Zabel został obciążony odpowiedzialnością za włączenie do niej wszystkich krajów związkowych Niemiec. Od tego czasu, aż do 1998 r., był koordynatorem Niemiec do spraw MOB.

Przebieg I Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej zrelacjonował w „Biologii w Szkole” prof. dr hab. Henryk Sandner:

Międzynarodowa Olimpiada Biologiczna (IBO)

W dniach 1–7 lipca 1990 r. w Ołomuńcu (Czechosłowacja) odbyła się I Międzynarodowa Olimpiada Biologiczna. W skład polskiej delegacji weszli: prof. dr hab. Henryk Sandner – koordynator i członek międzynarodowej jury, mgr Aleksandra Wojciechowska – członek międzynarodowego jury, mgr Małgorzata Kilen – opiekun polskich uczestników IBO oraz czterech laureatów krajowej Olimpiady Biologicznej w 1990 r.: Marcin Gruchała (okręg Gdynia), uczeń LO w Wejherowie, Grzegorz Mizerski (okręg Lublin), uczeń LO w Hrubieszowie,

Michał Rurek (okręg Poznań), uczeń LO w Poznaniu i Przemysław Szubstarski (okręg Olsztyn) uczeń LO w Kętrzynie.

Zawody IBO odbywały się: na terenie Uniwersytetu w Ołomuńcu. Wzięło w nich udział po czterech uczestników z Bułgarii, Czechosłowacji, NRD, Polski i Związku Radzieckiego oraz dwu uczestników z Belgii (części flamandzkiej).

Przyjechali w charakterze obserwatorów przedstawiciele: Holandii, Kanady, Tajlandii, RFN i Szwecji. W pracach koordynatorów i członków jury uczestniczył



przedstawiciel UNESCO. Prace te trwały po kilka a nawet kilkanaście godzin dziennie w ciągu wszystkich dni.

Omawiano sprawy związane Olimpiady, programem pierwszej i następnych IBO, obowiązującym językiem, kryteriami oceny wykonywanych zadań itp. Zaakceptowano wnioski delegacji radzieckiej, by kolejna IBO odbyła się w 1991 roku w Dagestanie (ZSSR).

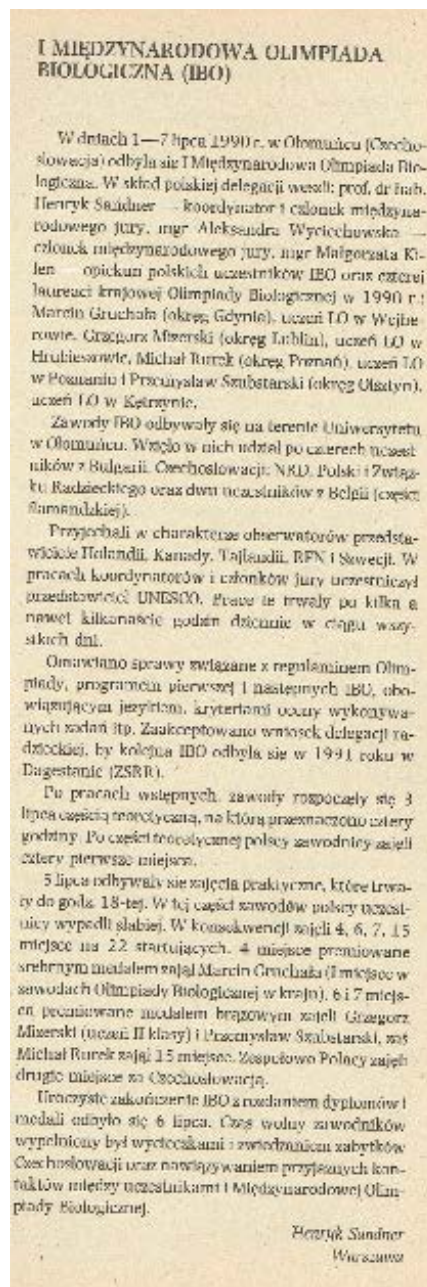
Po pracach wstępnych zawody rozpoczęły się 3 lipca częścią teoretyczną, na którą przeznaczono cztery godziny. Po części teoretycznej polscy zawodnicy zajęli cztery pierwsze miejsca.

5 lipca odbywały się zajęcia praktyczne, które trwały do godz. 18.00. W tej części zawodów polscy uczestnicy wypadli słabiej. W konsekwencji zajęli 4., 6., 7., 15. miejsce na 22 startujących. 4. miejsce premiowane srebrnym medalem zajął Marcin Gruchała (1 miejsce w zawodach Olimpiady Biologicznej w kraju), 6. i 7. miejsca premiowane medalem brązowym zajęli Grzegorz Mizerski (uczeń II klasy) i Przemysław Szubstarski, zaś Michał Rurek zajął 15. miejsce. Zespołowo Polacy zajęli drugie miejsce za Czechosłowacją.

Uroczyste zakończenie IBO z rozdaniem dyplomów i medali odbyło się 6 lipca. Czas wolny zawodników wypełniony był wycieczkami i zwiedzaniem zabytków Czechosłowacji oraz nawiązywaniem przyjaznych kontaktów między uczestnikami I Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej.

Henryk Sandner Warszawa (Sandner 1991, zał. 1)

Informacje o przebiegu i wynikach kolejnych zawodów OB i MOB drukowane były przez wiele lat w „Biologii w Szkole”. Stanowią one cenny dokument ofiarnej społecznej pracy wielu pracowników naukowych i nauczycieli na rzecz rozwoju edukacji biologicznej w Polsce. Sylwetki/biogramy niektórych spośród tych osób zamieszczone zostały w książce „Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli biologii” (2014). Pisma zawiera-



jące informacje o organizacji lub sprawozdania z przebiegu kolejnych krajowych zawodów olimpijskich, podobnie jak dotyczące międzynarodowych zawodów, zaopatrywane są w ich logo.

Na przestrzeni prawie półwiekowego rozwoju konkursów olimpiady biologicznej w Polsce zmieniały się stopniowo wymagania stawiane olimpijczykom. Od 1971 r. do 2016 r. odbyło się 45 Olimpiad Biologicznych. W roku szkolnym 2015/2016 zorganizowana została już XLV OB. Natomiast od 1990 do 2015 roku odbyło się 25 Międzynarodowych Olimpiad Biologicznych. W 2015 roku zorganizowano 25 MBO na Bali. Uczestniczyło w niej 4 uczniów z Polski, zdobyli 3 brązowe medale. Dzięki wykorzystaniu Internetu wraz z różnorodnymi nowoczesnymi rozwiązaniami technologii informacyjnej i komunikacyjnej (TIK) bardzo wzbogaciły się formy dokumentowania prowadzonych przez nich badań: obserwacji i eksperymentów.

Udziałem w OB i MOB interesuje się nadal wielu uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Organizatorem Olimpiad Biologicznych jest Komitet Główny Olimpiady Biologicznej przy Polskim Towarzystwie Przyrodniczym im. Kopernika.

Literatura

- I Ogólnopolska Olimpiada Biologiczna (1970). *Biologia w Szkole*, 1:59.
- Masłowski O. Zachranični spolupravnice prcovništè didaktiky olomouckè prirodovedeckè faculty Univerzity Palackeho, AUPO Fac. rer. nat., Vol. 81, *Biologica* 24.
- Sandner HI (1991). Międzynarodowa Olimpiada Biologiczna (IBO). *Biologia w Szkole*, 1.
- Sandner HI (red.) (1975). *Olimpiady Biologiczne*. t. I. Warszawa.
- Sandner HI (red.) (1978). *Olimpiady Biologiczne*. t. II. Warszawa.
- Sandner HI (red.) (1981). *Olimpiady Biologiczne*. t. III. Warszawa.
- Stawiński W, Obrębska M, Stankiewicz A, Żeber-Dzikowska I, red. (2014). *Sylwetki polskich dydaktyków i nauczycieli biologii*. Kielce: Perpetuum Mobile s.c.
- Stawiński W (1975). Adaptacja szkolnych pracowni biologicznych

- do potrzeb związanych z przygotowaniem uczniów do zawodów Olimpijskich. W: Sandner HI, red. *Olimpiady Biologiczne*, t. I. Warszawa: WSiP, 170-182.
- Stawiński W (2006). Znaczenie konkursów i olimpiad biologicznych. Olimpiada biologiczna. W: Stawiński W, red., Walosik A, wsp. *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*. Warszawa: WN PWN, 535-546.
- Zabel E (2014). *Die schlaue Katze und andere erlebte Episoden*. SPICA Verlags & Vertriebs GmbH, s. 110-112.
- Zdebska-Sierosławska J (1975). Organizacja Olimpiad Biologicznych. W: Sandner HI, red. *Olimpiady Biologiczne*. Warszawa 1975, WSiP, t. I., s. 9-16
- Zdebska-Sierosławska J (1978). Praca Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej. W: Sandner HI, red. *Olimpiady Biologiczne*, t. II. Warszawa: WSiP, 5-14.
- Zdebska-Sierosławska J (1978). Olimpiady Biologiczne i ich historia. W: Sandner HI, red. *Olimpiady Biologiczne*, t. II. Warszawa: WSiP, 15-28.
- Zdebska-Sierosławska J (1981). Rola Olimpiad Biologicznych w aspekcie społecznym i gospodarki narodowej. W: Sandner HI, red. *Olimpiady Biologiczne*, t. III. Warszawa: WSiP, 79-89.