

3(60)
2016

KWARTALNIK

ISSN 1643-8779

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

Storczyki to nie tylko egzotyka

Wpływ testosteronu
na organizm człowieka

Szkoła dla studiów
czy studia pod dyktando szkoły?

Jaka jest opinia uczniów
o nauczaniu biologii w gimnazjum?

IBE



INSTYTUT
BADAŃ
EDUKACYJNYCH



NAUKA
geografia
biologia
chemia
zdrowie
badania
środowisko
fizyka
przyroda

- 3 Monika Lipińska, Joanna Gołębiewska, Magdalena Kubiak, Anna Kuczyńska
Storczyki to nie tylko egzotyka
- 11 Sylwia Śliwińska-Wilczewska, Jakub Maculewicz, Adam Latała
Allelopathic effects of *Synechococcus* sp. on selected cyanobacteria
- 19 Sandra Górka
Grzyb shiitake – bogate źródło substancji prozdrowotnych
- 26 Wioleta Małgorzata Tylman, Izabela Magdalena Rzeszutko, Grażyna Dąbrowska
Mikrobiom człowieka i jego znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania organizmu
- 32 Jan Boczek, Małgorzata Kiełkiewicz
Owady – źródło wiedzy i inspiracji dla człowieka
- 41 Monika Wójcicka, Bernadetta Skrzeczyńska, Justyna Biernacka, Iwona Stanisławska
Wpływ testosteronu na organizm człowieka
- 48 Anna Szymonik
Zawartość kadmu i ołowiu w warzywach, efekt toksyczności pierwiastków śladowych
- 54 Ewa Moliszewska, Dagna Maculewicz
Dwujądrowe *Rhizoctonia* spp. jako patogeny roślin
- 63 Agnieszka Rzepiela
Rozwój uzdrowisk dawnej Galicji Wschodniej do II wojny światowej na przykładzie Niemirowa-Zdroju i Horyńca-Zdroju

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

- 74 Karol Przeździecki, Jarosław Zawadzki, Beata Bałdyga, Andrzej Rydzewski
Wdrażanie zajęć z Podstaw Teledetekcji Powierzchni Ziemi z wykorzystaniem wolnego oprogramowania Bilko
- 80 Renata Staśko, Karolina Czerwiec
Analiza kompetencji społecznych studentów specjalności nauczycielskich.
- 90 Alina Stankiewicz, Agnieszka Sołowiej
Opinia uczniów o nauczaniu biologii w gimnazjum
- 100 Alicja Walosik, Beata Jancarz-Łanczkowska
Edukacja szkolna w zakresie odżywiania się jako warunek zachowania zdrowia człowieka
- 109 Ilona Żeber-Dzikowska, Joanna Pośłowska
Współczesne oczekiwania wobec każdego nauczyciela
- 115 Jan Rajmund Paśko
Szkoła dla studiów czy studia pod dyktando szkoły?
- 120 Marlena Zielińska, Agnieszka Ziolkowska
Rola metody naukowej i eksperymentu w kształtowaniu postawy badawczej ucznia i studenta

KRÓTKO
recenzje
wydarzenia
informacje
najnowsze odkrycia

- 130 Magdalena Myga-Nowak, Agnieszka Godela, Monika Lewańska, Tomasz Głąb, Janusz Boratyński
Akademia Młodych Wynalazców
- 134 Katarzyna Nieszporek, Janusz Fyda, Małgorzata Grodzińska-Jurczak
Nowe kierunki studiów
- 136 Marek Guzik, Alicja Walosik
Muzeum Morskie u podnóża Gór
- 140 XXI Konferencja Dydaktyków Przedmiotów Przyrodniczych: „Klasyczne lekcje przyrody – zmierzch, czy świt?” – zaproszenie
- 141 Dobre praktyki w ogrodnictwie – informacja prasowa

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

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO

Redakcja

Redaktor naczelny: Takao Ishikawa

Sekretarz redakcji: Magdalena Rzeszotek

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: M. Broniszewski i red. (zdjęcie: J. Gołębiowska)

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 Czytelnicy,
jak każdego roku, wakacje błyskawicznie minęły i nadeszła piękna jesień. Rok szkolny już rozpoczął się miesiąc temu, zaś pracownicy uczelni lada dzień rozpoczną semestr zimowy.

Jest to także czas na pewne zmiany w redakcji kwartalnika Edukacja Biologiczna i Środowiskowa. Dotychczasowy sekretarz redakcji, dr Marcin Trepczyński, zostanie z nami i nadal będzie składać teksty, dbać o szatę graficzną EBiŚ i prowadzić stronę internetową kwartalnika. Jednak od października 2016 r. w roli sekretarza redakcji zastąpi go pani Magdalena Rzeszotek. Z tego miejsca chciałbym złożyć serdeczne podziękowania dr. Marcinowi Trepczyńskiemu, bez którego – nie przesadzę tak to ujmując – nie byłoby po prostu kwartalnika EBiŚ. Jestem też przekonany, że pani Magdalena Rzeszotek świetnie zastąpi dotychczasowego sekretarza redakcji. Serdecznie Panią witamy w redakcji!

W jesiennym numerze EBiŚ znajdują Państwo mnóstwo artykułów na coraz dłuższe wieczory. Artykuły pt. *Mikrobiom człowieka i jego znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania organizmu*, *Owady – źródło wiedzy i inspiracji dla człowieka czy Grzyb shiitake – egzotyczny uzdrowiciel* to tylko niektóre propozycje dla Państwa z działu NAUKA.

Z działu SZKOŁA szczególnie polecam artykuł pt. *Wdrażanie zajęć z Podstaw Teledetekcji Powierzchni Ziemi na podstawie wolnego oprogramowania Bilko*. Autorzy świetnie opisują zajęcia dydaktyczne prowadzone na wyższej uczelni z wykorzystaniem wolno dostępnego oprogramowania. Myślę, że każdy z nas może wynieść ciekawe dla siebie informacje po lekturze tego materiału. W dziale SZKOŁA publikujemy też wiele prac, które powstały na podstawie referatów wygłoszonych na II Ogólnopolskiej Konferencji Dydaktyków Szkół Wyższych Wydziałów Przyrodniczych. Osoby, które nie uczestni-



czyły w tej konferencji, będą mogli nadrobić swoje zaległości oddając się lekturze naszego kwartalnika. Serdecznie zapraszam do lektury, życząc jednocześnie udanego roku szkolnego i akademickiego!

Takao Ishikawa

Storczyki to nie tylko egzotyka

– czyli fascynujący świat polskich przedstawicieli storczykowatych (*Orchidaceae* Juss.)

Monika Lipińska, Joanna Gołębiowska,
Magdalena Kubiak, Anna Kuczyńska

zgodność z PP – zob. s. 10

Streszczenie:

Storczykowate spotkać można niemal na wszystkich kontynentach. W Polsce występuje około 60 taksonów, dla porównania flora storczyków Kolumbii liczy ich przeszło 3000. Z krajowych gatunków 43 podlega ścisłej ochronie, a tylko 9 ochronie częściowej. Przedstawiciele rodziny *Orchidaceae* zagrożeni są wyginięciem we wszystkich rejonach świata. Za główne przyczyny takiego stanu rzeczy uważa się niszczenie ich naturalnych siedlisk oraz dużą wrażliwość tych roślin na zmiany warunków środowiska i specyficzne wymagania ekologiczne. Na uwagę zasługują modyfikacje procesu zapylania występujące w obrębie rodziny. Niektóre storczyki przywabiają zapylaczy imitując wyglądem i zapachem samice błonkówki, inne zaś podszywają się pod gatunki nektarodajne. Wszystkie stanowią ważny i cenny element flory roślin naczyniowych Polski.

Słowa kluczowe: rośliny chronione, pseudokopulacja, heterotrofy, ochrona gatunkowa

otrzymano: 5.02.2016; przyjęto: 8.07.2016; opublikowano: 30.09.2016

Wprowadzenie

Według różnych szacunków rodzina storczykowatych (*Orchidaceae* Juss.) liczy od 30 do 40 tysięcy gatunków sklasyfikowanych w około 1000 rodzajach (Kubala i wsp., 2002). Ogromne zróżnicowanie tej grupy sprawiło, że wielu badaczy obrało ją za obiekt swoich badań. Zaowocowało to licznymi opisami nowych dla nauki taksonów. Jak podaje Szlachetko (2009), w przeciągu ostatniego dziesięciolecia opisywano około 150 gatunków rocznie (m.in. Parra-Sánchez i wsp., 2016; Lipińska i Szlachetko, 2016; Kolanowska i Szlachetko, 2013). Pierwsze wzmianki o storczykowatych odnaleźć można w dziełach Teofrasta (Nowicka-Falkowska i Falkowski, 2005) datowanych na przełom IV i III wieku p.n.e. Ich nazwa wywodzi się od greckiego słowa *orchis* i w dosłownym tłumaczeniu oznacza jądro, co bezpośrednio nawiązuje do okrągłych bulw (Kolanowska i wsp., 2015). Wprowadził ją w swoim dziele „*De materia medica*” (77 rok n.e.) Dioscorides, grecki lekarz, farmakolog i botanik (Szlachetko, 2009). Współcześnie utarł się zwyczaj potocznie nazywania przedstawicieli *Orchi-*

daceae mianem storczyków, jednak prawidłowo nazwa ta powinna być używana wyłącznie do roślin z rodzaju *Orchis* L.

Storczykowate są grupą kosmopolityczną, co oznacza, że występują niemal na wszystkich kontynentach. Ich obecności nie stwierdzono jedynie na terenie Antarktydy. Tak szeroki zasięg występowania sprawia, że są jedną z najliczniejszych rodzin wśród roślin okrytonasiennych. Centrum największej różnorodności tej grupy koncentruje się w rejonach tropikalnych i subtropikalnych. Szacuje się, że przeszło 95% gatunków rośnie w strefie tropikalnej, głównie w Ameryce Południowej i południowo-wschodniej Azji. Bardzo nieliczne taksony występują za kołem podbiegunowym oraz na wyspie Macquarie (na południe od Nowej Zelandii). W przypadku storczykowatych wyraźnie zaznacza się tendencja, zgodnie z którą im dalej od równika, tym mniejsza liczba tych gatunków i mniejsza ich różnorodność (Szlachetko, 2009).

Do *Orchidaceae* zaliczane są rośliny epifityczne (rosnące na innych roślinach), naziemne oraz naskalne. Mogą one być autotroficzne (samożywne) lub heterotroficzne (cudzożywne), na ogół bezzieleniowe (Kolanowska i wsp., 2015). Ich wzrost może być monopodialny (stała dominacja wierzchołka wzrostu), sympodialny (wzrost pędu głównego kończy się wraz z wypuszczeniem kwiatostanu) lub dimorficzny czyli mieszany. Mogą wytwarzać kłącza, pseudobulwy lub bulwy – organy pełniące funkcję przetrwalno-spichrzową. Liście gatunków występujących w naszym klimacie są zwykle cienkie, natomiast u taksonów występujących w strefie tropikalnej mogą być gruboszowate i magazynować wodę. Niektóre gatunki *Orchidaceae* nie wytwarzają liści w ogóle.

Swoją sławę storczykowate zawdzięczają w ogromnej mierze niezwykle interesującym kwiatom, które często posiadają zmodyfikowane i wymyślne płatki.



Monika Lipińska: Pracownia Taksonomii Roślin, Katedra Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański



mgr Joanna Gołębiowska: Pracownia Geobotaniki i Ochrony Przyrody, Katedra Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański



mgr Magdalena Kubiak: Pracownia Geobotaniki i Ochrony Przyrody, Katedra Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański



mgr Anna Kuczyńska: Pracownia Geobotaniki i Ochrony Przyrody, Katedra Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański

Modyfikacje te wynikają z konieczności przenoszenia pyłku z pręcików na znamię przez różne grupy owadów zapylających (Szwejkowska i Szwejkowski, 1999). Mogą występować pojedynczo lub być zebrane w kwiatostany. Okwiat u tej grupy roślin składa się z dwóch okółków, wewnętrznego i zewnętrznego. Każdy z nich zbudowany jest z trzech płatków. Płatki mają zwykle symetrię dwuboczną. Jeden płatek okółka wewnętrznego jest przekształcony w warżkę (łac. *labellum*) i różni się od pozostałych barwą oraz kształtem. Warżka stanowi element powabny i potencjalne lądowisko dla zapylaczy. Może być ona opatrzona wyrostkiem, tzw. ostrogą. Innym, charakterystycznym elementem budowy storczykowatych jest prętosłup, który powstaje ze zrośnięcia pręcika (lub pręcików) z szyjką słupka. U gatunków prymitywniejszych pręciki występują w dwóch niepełnych okółkach. Ich liczba nie przekracza jednak nigdy 3 (Szwejkowska i Szwejkowski, 1999).

Kwiaty storczykowatych mogą mieć barwę od białej przez czerwoną aż po niebieską, czy niemal czarną. Niektóre z nich wydzielają przyjemny zapach, przypominający np. kokos (*Maxillaria tenuifolia* Lindl.) lub cynamon (*Lycaste cruenta* (Lindl.) Lindl.), a inne pachną nieprzyjemnie, przypominając wonią rozkładające się mięso (jak np. niektóre gatunki z rodzaju *Bulbophyllum* Thouars). Wielkość kwiatów tych roślin waha się od kilku milimetrów do kilkudziesięciu centymetrów.

Tak duże zróżnicowanie budowy u tej grupy roślin jest wynikiem przystosowania do różnych siedlisk i grup zwierząt zapylających. W obrębie rodziny występują różne modyfikacje procesu zapylania. Jednymi z ciekawszych są ornitogamia (zapylanie przez ptaki) i entomogamia (przez owady) na drodze pseudokopulacji. W przypadku tej ostatniej kwiat, a konkretniej warżka, imituje swoim wyglądem i zapachem samicę błonkówki. Przelatujące obok samce zwabione przez „samicę” podejmują próbę kopulacji, w efekcie czego dochodzi

do zapylania. Wśród storczykowatych występują także kwiaty pułapkowe, które zwabiają owady i zatrzymują je w swoim wnętrzu aż do momentu nabierania pyłku. Jeszcze inne „strzelają” lepkimi pyłkowinami w zapylacza, który nawet nieznacznie dotknął jednej z części kwiatu. Skrajna specjalizacja w kierunku owadopylności ma jednak swoje wady. Ścisłe związanie z określoną grupą, czy nawet gatunkiem zapylacza, może doprowadzić do obniżenia płodności rośliny, a w konsekwencji zmniejszenia się jego populacji (Szwejkowska i Szwejkowski, 1999). Co więcej, wiadome jest, że bardzo wiele kwiatów różnych gatunków storczyków opada niezapylonych nie wyprodukowawszy torebek ani nasion. Zalicza się do nich m. in. pochodzący z Brazylii rodzaj *Epidendrum* L., u którego zawiązywana jest 1 torebka na 370 kwiatów lub australijski gatunek *Dendrobium speciosum* Sm., który zawiązuje 1 torebkę na 1000 kwiatów (Szwejkowska i Szwejkowski, 1999). Gatunki o najbardziej wyspecjalizowanych kwiatkach mogą przechodzić wtórnie na samopylność. U większości gatunków pyłek w każdej komorze pylnikowej sklejony jest w jedną masę przenoszoną przez zapylaczy. Pakiety takie zwane są pyłkowinami. Owocem jest przeważnie torebka, która zawierać może nawet kilka milionów bezbielmowych nasion mikroskopijnej wielkości, które ważą zaledwie 0,005 mg (Szwejkowska i Szwejkowski, 1999). Do wykiełkowania wymagają one obecności grzyba symbiotycznego, którego strzępki ułatwiają młodym roślinom pobieranie wody i soli mineralnych, a także prawdopodobnie uaktywniają aparat fotosyntetyczny (Szlachetko, 2009). Typ mikoryzy występującej u storczyków określa się jako wewnętrzny, czyli endogeniczny. Oznacza to, że strzępki grzyba przerastają nasiono, a następnie korzenie dojrzałej rośliny. Zdecydowana większość nasion nigdy nie zostaje zainfekowana strzępkami grzyba, a tym samym nie jest zdolna do rozwoju. W naszej strefie klimatycznej nasiona większości taksonów w pierw-

szym sezonie wegetacyjnym powiększają jedynie swoje rozmiary i w tej postaci zimują. Dopiero między drugim a czwartym wyrasta pierwszy korzeń – stadium to nazywane jest protokormem. Pierwszy niewielki liść pojawia się najczęściej między 3. a 6. rokiem życia, w następnym sezonie roślina wytwarza 2–3 liście, a w kolejnym jest zdolna do kwitnienia. Kwitnienie może być indukowane przez okresowy brak opadów lub niską temperaturę (Kubala i wsp., 2002).

Storczykowate we florze Polski

Siedliska zajmowane przez storczykowate są bardzo zróżnicowane. Występują one zarówno na suchych i narażonych na działalność wiatru wydmach i skałach, jak również w miejscach wilgotnych, mokrych, a nawet tam, gdzie okresowo stagnuje woda. Można je spotkać w lasach liściastych, szczególnie w żyznych buczynach, grądach i ciepłych dąbrowach, w borach sosnowych i świerkowych, a także na siedliskach otwartych, takich jak łąki i torfowiska. Preferują one stanowiska żyzne, zasobne w węglan wapnia oraz z łatwym dostępem do światła. Coraz częściej storczykowate wkraczają na obszary przekształcone przez człowieka, zajmując m.in. rowy melioracyjne, przydroża czy składy rumoszu skalnego przy kopalniach (Szlachetko i Skakuj, 1996; Szlachetko, 2009).

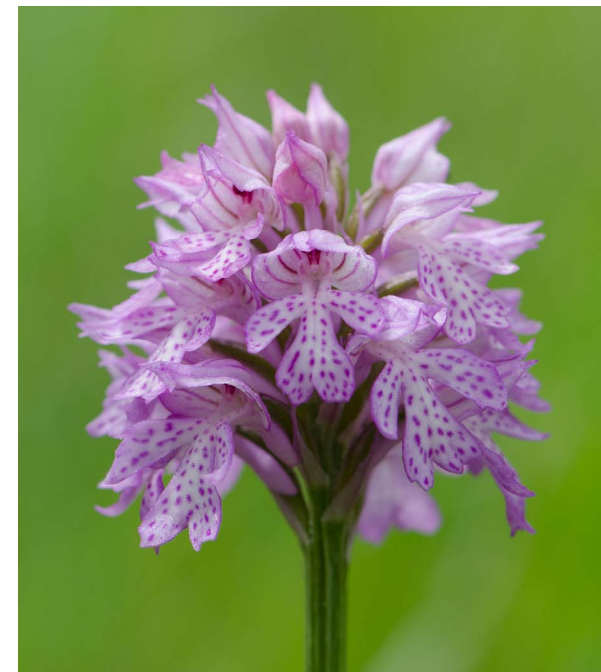
W Polsce występuje około 60 taksonów storczykowatych (Mirek i wsp., 2002), z których 43 podlega ochronie ścisłej, a 9 częściowej ochronie (rozporządzenie Ministra Środowiska, 2014). Zgodnie z Czerwoną Księgą Roślin, 25 gatunków storczyków uznano za rzadkie i zagrożone w skali kraju (Kaźmierczakowa i wsp., 2014), z kolei Czerwona Lista Roślin Naczyniowych podaje ich 35 (Zarzycki i Szeląg, 2006). Niektóre z nich do niedawna uznawano za wymarłe. Koślaczek stożkowaty (*Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich.) (fot. 1) od 1933 r. nie był

notowany na terenie Polski, natomiast ponownie został odnaleziony w Dolinie Dolnej Odry w 2009 r. (Pluciński, 2010). W Polsce ma on obecnie status krytycznie zagrożonego (CR). Koślaczek narażony na wyginięcie jest także na terytorium Czech, Słowacji, Niemiec i Ukrainy – na terenie pozostałych państw ościennych nie występuje (Kaźmierczakowa i wsp., 2014). Drugim gatunkiem uważanym za wymarły był storczyk trójzębny (*Orchis tridentata* Scop.) (fot. 2), obecnie uznany za takson ginący na Ukrainie, krytycznie zagrożony (CR) w Polsce i Czechach, zagrożony (EN) w Niemczech oraz silnie narażony (VU) na Słowacji. W Polsce gatunek ten nie był notowany przez ponad 60 lat. W 2012 r. odnaleziono jedną jego populację na Pojezierzu Myśliborskim, w miejscu znajdującym się na murawie, na zboczu pagórka. Populacja liczyła 56 osobników (Pluciński, 2012).

Do niedawna notowano w Polsce tylko jednego przedstawiciela wyjątkowo efektownego rodzaju *Ophrys* L. (dwulistnik) – dwulistnika muszego (*Ophrys insectifera* L.) (fot. 3) (Mirek i wsp., 2002). W 2010 roku w nieczynnym kamieniołomie na Górnym Śląsku odnaleziono pierwsze stanowisko drugiego gatunku reprezentującego ten rodzaj na terenie naszego kraju (Osiadacz i Kręciała, 2014). Dwulistnik pszczeli (*Ophrys apifera* Huds.) (fot. 4), bo o nim mowa, w zasięgu swojego występowania (Europa południowa i zachodnia, Bliski Wschód, Afryka Północna) (Baumann i wsp., 2010) preferuje gleby nawapienne. Występuje zarówno na terenach otwartych, jak i w dobrze prześwietlonych lasach i zaroślach (Szlachetko i Skakuj, 1996). Gatunki wchodzące w skład tego rodzaju są jedynymi polskimi przedstawicielami storczykowatych zapylanymi na drodze pseudokopulacji (fot. 5). Zarówno dwulistnik muszy, jak i pszczeli posiadają specyficzną budowę warzki przypominającą kolorem, zapachem, wielkością, kształtem oraz owłosieniem odwłok samicy owadów z rzędu błonkówek (*Hymenoptera*). Ma to na celu



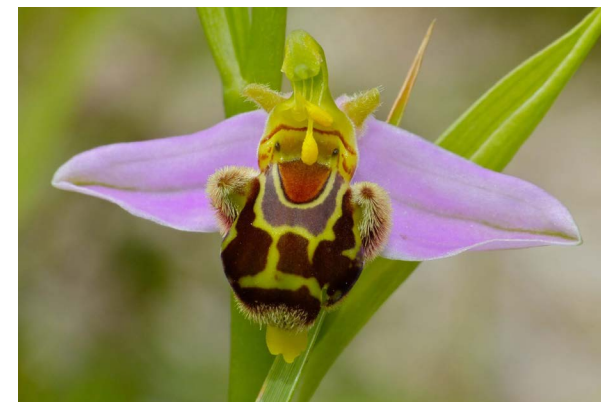
Fot. 1. Koślaczek stożkowaty (*Anacamptis pyramidalis*);
Autor: Dawn i Jim Langiewicz, CC BY-NC-ND 2.0.



Fot. 2. Storczyk trójzębny (*Orchis tridentata*)
Autor: Tuxyso, Wikimedia Commons, CC-BY-SA-3.0.



Fot. 3. Dwulistnik muszy (*Ophrys insectifera*)
Autor: Joanna Gołębowska.



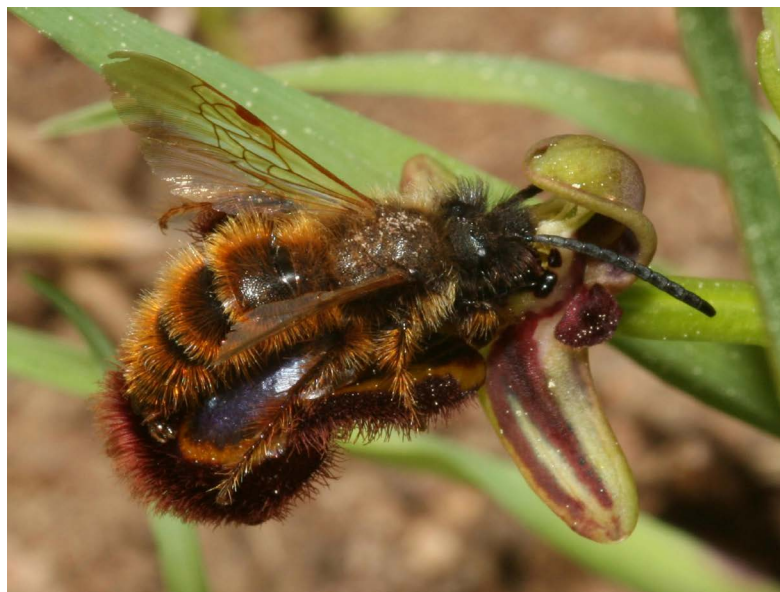
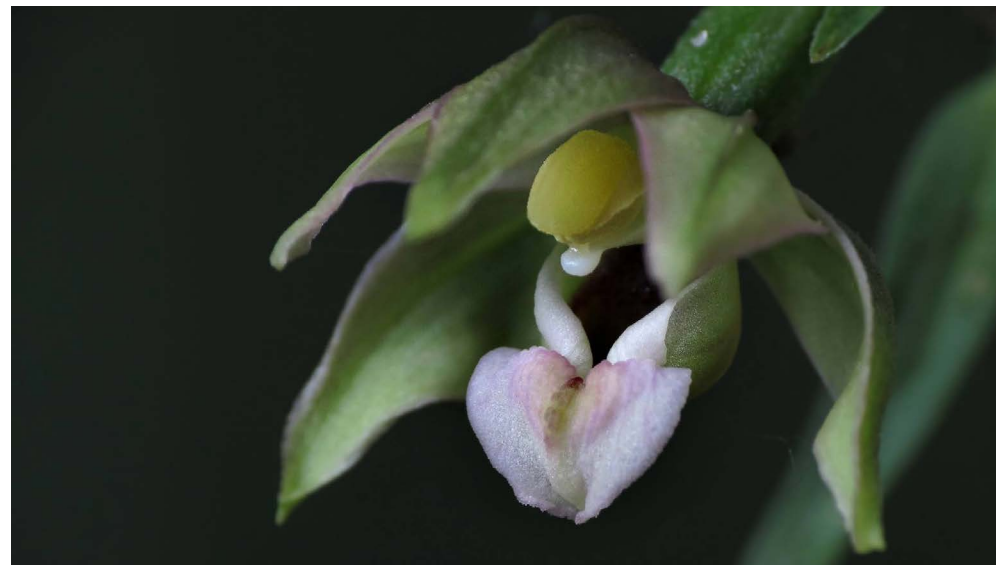
Fot. 4. Dwulistnik pszczeli (*Ophrys apifera*)
Autor: Bernard Dupont, CC BY-SA 2.0.

zachęcenie samców do próby kopulacji, podczas której dochodzi do przyczepienia się pyłkowin do ciała owada. Następnie owad znajdując kolejną „samicę” przenosi je i dochodzi do zapylenia. U *Ophrys apifera* możliwe jest także samozapłodnienie – autogamia. Posiada on pręciki o długich trzoneczkach, które zasychając kierują się w stronę znamienia, przyklejając do niego pyłkowiny i powodując tym samym samozapylenie (Szlachetko i Skakuj, 1996).

Kruszczyk szerokolistny (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) (fot. 6.) to z kolei jeden z najczęściej spotykanych polskich przedstawicieli *Orchidaceae*. Zajmuje on zróżnicowane siedliska – można go odnaleźć w lasach liściastych i borach, a także na terenach otwartych, takich jak łąki i wydmy. Dobrze odnajduje się również w miejscach przekształconych przez człowieka, jak np. na przydrożach (Szlachetko, 2009). Kruszczyki mogą osiągać imponujące rozmiary, nawet nieco ponad 1,5 m wysokości (Adamowski i wsp., 2012). Gatunek ten charakteryzuje się wyjątkowo ciekawym sposobem zapylania. Mianowicie, narkotyzuje on odwiedzających zapylaczy (Jakubska i wsp., 2005a). W pierwszej fazie tego procesu zmysł węchu owada jest drażniony przez wonne składniki nektaru – m.in. wanilinę, etanol, furfural, eugenol i ich pochodne. Następnie na owada oddziałują substancje o charakterze narkotycznym, w tym pochodne morfiny i indolu. Widocznym skutkiem konsumpcji nektaru jest zdezorientowany lot (Jakubska i wsp., 2005b). Główną grupę owadów zapylających *Epipactis helleborine* stanowią błonkówki – pszczoły, trzmiele i osy (Piękoś-Mirkowa i Mirek, 2006). Poza nimi, związki zawarte w nektarze tego storczyka skutecznie przywabiają także przedstawicieli muchówek, chrząszczy i motyli – są to zwykle „kwiatowi goście” nie biorący udziału w procesie zapylania (Jakubska i wsp., 2005b).

Fot. 5. Pseudokopulacja

Autor: Pietro Niolu,
CC BY-SA 3.0.



Fot. 6. Kruszczyk szerokolistny (*Epipactis helleborine*)

Autor: John Britt, CC BY-NC-SA 2.0.

Niektóre gatunki storczykowatych w zamian za zapylenie nie oferują swoim zapylaczom żadnej nagrody. Przykładem takiej rośliny jest storczyca kulista (*Traunsteinera globosa* (L.) Rich.), potrafiąca „oszukać” zapylające ją owady. Dzieje się to poprzez upodobnienie kwiatów storczycy budową morfologiczną i barwą do kwiatów roślin produkujących nektar – zjawisko to jest przykładem mimikry. Wśród nich wymienia się driakiew gołębią (*Scabiosa columbaria* L.), kozłka lekarskiego (*Valeriana montana* L.) oraz świerzbnicę polną (*Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult.; fot. 7) (Dafni, 1987). Niektórzy badacze zaliczają do tej grupy również koniczynę łkową (*Trifolium pratense* L.) (Juillet i wsp., 2007). Wszystkie te gatunki, podobnie jak storczyca wytwarzają różowo-fioletowe kwiaty zebrane w zwarte kwiatostany. Pszczoły i niektóre motyle potrafią rozpoznać jednak „oszusta” i nie siadają na kwiatach storczycy. Pozostali zapylacze, zwłaszcza muchówki w poszukiwaniu nektaru odwiedzają jej kwiatostany (Jersáková i wsp., 2015a). *Traunsteinera* odnosi wymierne korzyści z obranej strategii ponieważ podobne gatunki są liczne i szeroko rozpowszechnione – owady nie potrafią więc nauczyć się rozpoznawać storczycy (Szlachetko i Skakuj, 1996).

Innym gatunkiem niewytwarzającym nektaru jest kukułka bzowa (*Dactylorhiza sambucina* (L.) Soò.), która imituje kwiaty roślin nektarodajnych (Baumann i wsp., 2010). Współwystępowanie kukułki z roślinami produkującymi nektar zwiększa jej sukces reprodukcyjny na dwa sposoby. Miejsce takie staje się atrakcyjniejsze dla owadów z powodu większej liczby kwiatów do odwiedzenia (Moeller, 2004) lub większej różnorodności gatunków (Fontaine i wsp., 2006; Ghazoul, 2006). Z drugiej zaś strony obecność wielu różnych roślin kwiatowych na danym obszarze sprzyja zatrzymaniu na dłużej zapylaczy, co zwiększa prawdopodobieństwo ponownego odwiedzenia rośliny przez owada (Moel-

Fot. 7. Storczyca kulista (*Traunsteinera globosa*) i świerzbnica polna (*Knautia arvensis*), do której się upodabnia

Autorzy: Björn Sothmann, CC BY-SA 2.0; Ivar Leidus, CC BY-SA 3.0.



Fot. 8. Kukułka bzowa (*Dactylorhiza sambucina*) w dwóch formach barwnych – różowej i żółtej

Autor: Björn Sothmann, CC BY-SA 2.



ler, 2004). Kukułka bżowa występuje w dwóch formach barwnych (fot. 8): żółtej (tzw. Ewa) i czerwonej (tzw. Adam), a także jako mieszańce o barwie różowej. Obie formy występują z taką samą częstotliwością, tworząc przy tym jedno- lub dwubarwne populacje (Baumann i wsp., 2010; Gigord i wsp., 2001). Dotychczas nie odkryto przyczyny występowania polimorfizmu w barwie kwiatów. Nie zdołano wykazać również korelacji polimorfizmu z właściwościami gleby (pH, zawartością wapnia), wielkością populacji ani z wysokością nad poziomem morza (Jersáková i wsp., 2015b).

Poza rozmnażaniem, równie fascynującym aspektem życia storczykowatych jest odżywianie. Wśród polskich storczykowatych możemy spotkać głównie organizmy samożywne (autotroficzne). Dwa gatunki zaliczane do rodzimej flory storczyków to organizmy cudzożywne (heterotroficzne): gnieźnik leśny (*Neottia nidus-avis* (L.) L.C. Rich.) i storzan bezlistny (*Epipogium aphyllum* Sw.) (fot. 9) (Szlachetko, 2009). Heterotroficzne storczykowate są bezzieleniowe, zawierają zmodyfikowany chlorofil *a*, natomiast nie posiadają chlorofilu *b*, przez co są nieaktywne fotosyntetycznie (Seybold, 1954). Są za to mykoheterotrofami, co oznacza że pozyskują pokarm dzięki obecności grzybów. Gnieźnik leśny żyje w symbiozie z grzybami z rodzaju *Rhizoctonia* bytującymi wewnątrz korzeni rośliny oraz na ich powierzchni. Ułatwia to storczykowi absorpcję związków organicznych z gleby (Burgeff, 1936). Storzan bezlistny z kolei współżyje głównie z grzybami zaliczanymi do rodzaju *Inocybe* (Roy i wsp., 2009). Innym interesującym gatunkiem jest żłobik koralowy (*Corallorhiza trifida* Chatel.), który należy do miksotrofów, co oznacza że jest jednocześnie cudzo- i samożywny. Część substancji odżywczych, m.in. izotopy węgla i azotu, uzyskuje dzięki grzybom z rodzaju *Tomentella*, a inne asymiluje w procesie fotosyntezy.

Zagrożenia i ochrona

Gatunki z rodziny *Orchidaceae* zagrożone są wyginieciem we wszystkich rejonach świata w których występują. Przyczyną tego stanu jest przede wszystkim niszczenie ich naturalnych siedlisk, duża wrażliwość na zmiany zachodzące w środowisku i specyficzne wymagania ekologiczne, m.in. konieczna obecność w glebie grzybów mikoryzowych czy ściśle określonych grup owadów zapylających (Szlachetko i Skakuj, 1996). W Polsce do najpoważniejszych przyczyn ustępowania storczyków zalicza się działania wywołujące zmiany w ich naturalnym środowisku. Dotyczy to z jednej strony warunków świetlnych, które drastycznie zmieniają się na skutek zalesiania czy zaniechania dotychczasowego sposobu użytkowania terenu (Kaźmierczakowa i wsp., 2014). Brak ekstensywnego koszenia bądź wypasu prowadzi do zarastania terenów otwartych. Ma to szczególne znaczenie dla gatunków światłolubnych

o słabych zdolnościach do konkutowania z innymi roślinami, m.in. kręczyńki jesiennej (*Spiranthes spiralis* (L.) Chevall.), która ustępuje z miejsc zacienionych (Bernacki i wsp., 2008). Z drugiej strony zanikanie stanowisk omawianej grupy związane jest ze zmianą warunków glebowych, takich jak: osuszanie terenów podmokłych, melioracja, przeorywanie, intensywny wypas, nawożenie czy zmiana składu drzewostanów liściastych na iglaste. Nie bez znaczenia pozostaje również postępująca urbanizacja i rozwój infrastruktury, które przyczyniają się do zmniejszania liczby i powierzchni siedlisk potencjalnie zajmowanych przez storczykowate (Szlachetko, 2009; Kaźmierczakowa i wsp., 2014). Dość poważnym zagrożeniem dla polskiej flory storczyków jest również niewielka liczba stanowisk, w szczególności tak rzadkich gatunków, jak storzan bezlistny (*Epipogium aphyllum* Sw.), dwulistnik muszy (*Ophrys insectifera* L.) czy kukułka Ruthego (*Dactylorhiza ruthei* R. Ruthe & M. Schulze). Populacje tych taksonów repre-



Fot. 9. Storzan bezlistny (*Epipogium aphyllum*)

Autor: Artur Eichmann.



Fot. 10. Obuwik pospolity (*Cypripedium calceolus*)

Autor: Joanna Gołębowska.

zentowane są przez nieliczne osobniki rozmieszczone na niewielkim obszarze (Kaźmierczakowa i wsp., 2014). Bezpośrednie niszczenie poszczególnych osobników, a w efekcie niejednokrotnie całych populacji, związane jest ze zbieraniem kwiatów na bukiety, wykopywaniem do ogrodów czy pozyskiwaniem okazów przez florystów i kolekcjonerów. Narażone są na to głównie gatunki o dużych i okazałych kwiatostanach, jak np. obuwiki, ale także buławiki, gółki, kukułki czy podkolany (Szlachetko, 2009). Z kolei taksony o niewielkich rozmiarach i niepozornych kwiatach, np. tajemna jednostronna (*Godyera repens* (L.) R. Br.), są często niedostrzegane, przez co narażone na wydeptywanie.

Specyficznym zagrożeniem dla niektórych gatunków jest zjawisko hybrydyzacji, czyli tworzenia mieszańców. Proces ten zaobserwowano m.in. u kukułki bałtyckiej (*Dactylorhiza baltica* (Klinge) N.I. Orlova), która często krzyżuje się z innymi taksonami z rodzaju *Dactylorhiza* Necker ex Nevski. W wyniku tego zjawiska w kolejnych pokoleniach gatunki rodzicielskie zastępowane są przez mieszańce i formy introgresywne, powstałe w wyniku włączenia puli genów jednego gatunku do puli genów drugiego taksonu poprzez krzyżowanie (Minasiewicz, 2010/11; Kaźmierczakowa i wsp., 2014).

Do szczególnie cennych krajowych gatunków storczykowatych zaliczyć można obuwika pospolitego (*Cypripedium calceolus* L.) (fot. 10) oraz lipiennika Loesela (*Liparis loeselii* (L.) Rich.). Zostały one ujęte w II załączniku Dyrektywy Siedliskowej (w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory) oraz w I załączniku Konwencji Berneńskiej (o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny Europejskiej oraz ich siedlisk, 1979) Dla dwóch gatunków szczególnej troski, kukuczki kapturkowatej (*Neottianthe cucullata* (L.) Schltr.) i miodokwiatu krzyżowego (*Herminium monorchis* (L.) R. Br.), wyznacza się strefy ochronne

na mocy rozporządzenia Ministra Środowiska z 2014 r. Storczykowate są również pośrednio chronione dzięki obszarowym formom ochrony przyrody, m.in. w parkach narodowych, rezerwach przyrody, obszarach Natura 2000 czy użytkach ekologicznych.

W celu zachowania na poziomie genetycznym różnorodności biologicznej rodzimych storczykowatych stosuje się m.in. techniki molekularne. Mają one zastosowanie przy określaniu pozycji taksonomicznej, stopnia hybrydyzacji, czy zmienności genetycznej oraz określaniu jednostek ochrony MU, ESU. Dzięki zastosowaniu markerów molarnych możliwe stało się ustalenie sposobu rozmnażania oraz współczesnej i historycznej drogi migracji zagrożonych gatunków. Określić można rozmiary, konsekwencje i przyczyny zmniejszania się puli genowej w populacji. Pozwala to na wytypowanie i zastosowanie niezbędnych środków zaradczych (Minasiewicz, 2010/11). Prowadzone są również hodowle kultur *in vitro* zagrożonych gatunków, np. obuwika pospolitego, w celu późniejszej reintrodukcji, tzn. ponownego wprowadzenia w miejsca, w których niegdyś występowały (Banasiuk i wsp., 2013).

Podsumowanie

Rodzima flora storczykowatych, mimo że dość uboga w gatunki, stanowi ważny element środowiska naturalnego i wymaga wzmoczonych działań na rzecz jej ochrony. Niezwykle ważne jest przy tym umiejętne łączenie ochrony biernej (gatunkowej i obszarowej) i czynnej (hodowli *in vitro*, czy uprawy *ex situ* w ogrodach botanicznych i szklarniach). Umożliwi to zachowanie różnorodności tych niezwykłych roślin, zarówno na poziomie populacyjnym, osobniczym, jak i genetycznym.

Podziękowania

Autorci składają serdeczne podziękowania dla autorów zdjęć: John Britt, Bernard Dupont, Artur Eichmann, Dawn i Jim Langiewicz, Ivar Leidus, Pietro Niolu, Björn Sothmann i Tuxyso.

The authors would like to thank the authors of the photos: John Britt, Bernard Dupont, Artur Eichmann, Dawn and Jim Langiewicz, Ivar Leidus, Pietro Niolu, Björn Sothmann and Tuxyso.

Literatura

- Adamowski W, Stefaniak A, Świączkowska E (2012). Olbrzymie kruszczyki szerokoliste (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) na obrzeżach Puszczy Białowieskiej. *Acta Botanica Silesiaca*. 8:129-135.
- Banasiuk R, Znaniecka J, Aksmann A, Krolicka A (2013). Aeroponics as a tool in reintroduction of endangered *Orchidaceae* and *Droseraceae* species. *Biotechnologia* 94(3):396-397.
- Baumann H, Kunkel S, Lorenz R (2010). *Storczyki Europy i obszarów sąsiednich*. Warszawa: Multico Oficyna Wydawnicza.
- Bernacki L, Bartoszek W, Fiedor M, Tyc A (2008). Kręczyńska jesien-
na *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall. W: Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., ed. *Czerwona Księga Karpat Polski. Rośliny naczyniowe*. Kraków: Inst. Botaniki im. W. Szafera, Inst. Ochrony Przyrody PAN; 494-496.
- Burgeff H (1936). *Samenkennung der Orchideen und Entwicklung ihrer Keimpflanzen*. Jena: Gustav Fischer.
- Dafni A (1987). Pollination in *Orchis* and related genera: evolution from reward to deception. In: Arditti J, ed. *Orchid biology: reviews and perspectives* 5. Ithaca, Nowy York: Cornell University Press; 79-104.
- Fontaine C, Dajoz I, Meriguet J, Loreau M (2006). Functional diversity of plant – pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *PLoS Biology*. 4(1):129-135.
- Ghazoul J (2006). Floral diversity and the facilitation of pollination. *Journal of Ecology*. 94:295-304.
- Gigord L, Macnair M, Smithson A (2001). Negative frequency-dependent selection maintains a dramatic flower color polymorphism in the rewardless orchid *Dactylorhiza sambucina* (L.) Sob. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 98(11):6253-6255.
- Jakubska A, Kadej M, Prządo D, Steininger M (2005a). Ekologia zapylania *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (*Orchidaceae*, *Neottieae*) w południowo-zachodniej Polsce. *Acta Botanica Silesiaca*. 2:131-144.
- Jakubska A, Prządo D, Steininger M, Anioł-Kwiatkowska J, Kadej M (2005b). Why do pollinators become “sluggish”? Nectar chemical constituents from *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (*Orchidaceae*). *Applied Ecology and Environmental Research*. 3(2):29-38.

Jersáková J, Spaethe J, Streinzer M, Neumayer J, Paulus H, Dötterl S, Johnson SD (2015a). Does *Traunsteinera globosa* (the globe orchid) dupe its pollinators through generalized food deception or mimicry? *Botanical Journal of the Linnean Society*. 180(2):269-294.

Jersáková J, Traxmandlová I, Ipser Z, Kropf M, Pellegrino G, Schatz B, Djordjevic V, Kindlmann P, Renner SS (2015b). Biological flora of Central Europe: *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó. *Perspective in Plant Ecology, Evolution & Systematics*. 17(4):318-329.

Juillet N, Gonzalez MA, Page PA, Gigord LDB (2007). Pollination of the European food-deceptive *Traunsteinera globosa* (Orchidaceae): the importance of nectar-producing neighbouring plants. *Plant Systematics and Evolution*. 265(1):123-129.

Kaźmierczakowa R, Zarzycki K, Mirek Z (2014). *Polska Czerwona Księga Roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. Polish Red Data Book of Plants. Pteridophytes and flowering plants. Wyd. III.* Kraków: Instytut Ochrony Przyrody PAN.

Kolanowska M, Medina Trejo R (2016). A new species of *Stellilabium* (Orchidaceae) from Southern Colombia. *Polish Botanical Journal*. 61(1):19-22.

Kolanowska M, Naczka A, Święczkowska E, Danilewicz J (2015). Storczyki Pienińskiego Parku Narodowego. Przewodnik Terenowy. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

Kolanowska M, Szlachetko DL (2013). Four new species of *Pterichis* (Orchidaceae) from Colombia. *Polish Botanical Journal*. 58(1): 353-358.

Kubala T, Kusibab T, Szlachetko DL (2002). Orchidee – amatorka uprawa storczyków. Warszawa: Multico Oficyna Wydawnicza.

Lipińska M, Szlachetko DL (2016). *Christensonella jose-schunkei*, a New Species from the *Ch. uncata*-complex from Peru (Orchidaceae-Vandoideae-Maxillariinae). *Phyton* 56(1):103-109.

Minasiewicz J (2010/2011). Metody molekularne w badaniach biologii storczyków i ich ochronie. *Świat Storczyków. Biuletyn Polskiego Towarzystwa Miłośnika Storczyków*. 1(12/13): 6-25.

Mirek Z, Piękoś-Mirkowa H, Zając A, Zając M (2002). Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. In: Mirek Z, ed. *Biodiversity of Poland*. Kraków, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.

Moeller DA (2004). Facilitative interactions among plants via shared pollinators. *Ecology*. 85(12):3289-3301.

Nowicka-Falkowska K, Falkowski M (2005). Storczyki żywe klejnoty polskiej przyrody. Siedlce: Kozak Druk.

Ortiz Valdivieso P, Uribe Vélez C (2007) *Galería de Orquídeas de Colombia (CD edition)*. Bogotá: Asociación Bogotana de Orquideología.

Osiadacz B, Kręciała M (2014). *Ophrys apifera* Huds. (Orchidaceae), a new orchid species to the flora of Poland. *Biodiversity: Research and Conservation*. 36:11-16.

Parra-Sánchez E, Szlachetko DL, Nowak S (2016). *Hapalorchis dominicii* (Orchidaceae, Spiranthinae), a new species from the Colombian Andean cloud forest. *Annales Botanici Fennici*. 53(1-2):109-112.

Piękoś-Mirkowa H, Mirek Z (2006). *Rośliny chronione. Flora Polski*. Warszawa: Multico Oficyna Wydawnicza.

Pluciński P (2010). Ponowne odkrycie koślaczka stożkowatego *Anacamptis pyramidalis* – gatunku storczyka uznanego za wymarły w Polsce. *Przegląd Przyrodniczy*. XXI(1):3-7.

Pluciński P (2012). Ponowne odkrycie storczyka trójzębnego *Orchis tridentata* Scop. w Polsce. *Przegląd Przyrodniczy*. XXIII(1):21-25.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin. Dz. U. poz. 1409.

Roy M, Yagame T, Yamato M, Iwase K, Heinz C, Faccio A, Bonfante P, Selosse MA (2009). Ectomycorrhizal *Inocybe* species associate with the mycoheterotrophic orchid *Epipogium aphyllum* but not its asexual propagules. *Annals of Botany*. 104(3):595-610.

Seybold R (1954). Untersuchungen über den Farbwechsel von Blumenblättern, Früchten und Samenschalen. S.-B. Heidelberg. *Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften*. KI.: 31-124.

Szlachetko DL (2009). *Storczyki. Flora Polski*. Warszawa: Multico Oficyna Wydawnicza.

Szlachetko DL, Skakuj M (1996). *Storczyki Polski*. Poznań: Wydawnictwo Sorus.

Szwykowska A, Szwykowski J (1999). Botanika. Systematyka. Tom 2. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Załącznik I. Konwencji o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk, sporządzona w Bernie dnia 19 września 1979. Dz. U. 1996 nr 58 poz. 263.

Załącznik II. Gatunki roślin i zwierząt ważne dla wspólnoty, których ochrona wymaga wyznaczenia specjalnych obszarów ochrony. W: *Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory*.

Zarzycki K, Szeląg Z (2006). Red list of the vascular plants in Poland. In: Mirek Z, et al.. *Red list of plants and fungi in Poland*. Kraków, Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN; 9-20.

Zimmer K, Meyer C, Gebauer G (2008). The ectomycorrhizal specialist orchid *Corallorhiza trifida* is a partial myco-heterotroph. *New Phytologist*. 178(2):395-400.

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele:

- 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.

Orchids are not only exotic – the fascinating world of Polish orchid species (Orchidaceae Juss.)

Monika Lipińska, Joanna Gołębiewska,
Magdalena Kubiak, Anna Kuczyńska

Orchids are present on almost all continents. In Poland about 60 taxa are known from its territory, for comparison, the orchid flora of Colombia reaches more than 3000 taxa. Within national representatives, 43 species are under strictly protection, and 9 under partial protection. Species of *Orchidaceae* are in danger of extinction in all regions of the World. The main reasons for that are: destruction of natural habitats, high sensitivity to changing environmental conditions and specific ecological requirements. Noteworthy are modifications of the traditional pollination process. Some of the orchids lure pollinators by imitating the appearance and smell of female wasps, while others pretend to be nectarous species. All of them are important and valuable component of the Polish flora of higher plants.

Key words: endangered species, pseudocopulation, heterotrophs, species protection

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

VI. Postawa wobec przyrody i środowiska. Uczeń prezentuje postawę szacunku wobec wszystkich istot żywych, środowiska (...).

Treści:

8. Rośliny - rozmnażanie się. Uczeń:
 - 2) opisuje budowę kwiatu okrytonasiennych, przedstawia jej różnorodność i wykazuje, że jest ona związana ze sposobami zapylania
- VII. Ekologia
 3. Zależności międzygatunkowe. Uczeń:
 - 7) wykazuje rolę zależności mutualistycznych.

Allelopathic effects of *Synechococcus* sp. on selected cyanobacteria

Sylwia Śliwińska-Wilczewska, Jakub Maculewicz, Adam Łatała

zgodność z PP – zob. s. 18

Summary:

Field studies and laboratory experiments have shown that allelopathy occurs in all marine, brackish and freshwater habitats. In this study the influence of allelopathic activity on the filamentous cyanobacteria *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp. was investigated by the addition of a cell-free filtrate of picocyanobacterium *Synechococcus* sp. These studies indicate that the picocyanobacterium *Synechococcus* sp. affect *Nostoc* sp. negatively. It was examined that the *Synechococcus* sp. reveals allelopathic activity on the growth and pigment contents of analyzed cyanobacterium. At the 21st day of experiment it was noted that addition of the cell free-filtrate inhibited growth of *Nostoc* sp. and the minimum response was 39%, relative to the control. The study also indicated that the addition of the picocyanobacterial filtrate increased the carotenoid content, which was 25% higher, compared to the control. Additionally, it was observed that addition of the filtrate caused deformation and cell lysis of *Nostoc* sp. Moreover, the study showed that *Synechococcus* sp. had no allelopathic effect on growth of *Rivularia* sp. However, after the cyanobacterial cell free-filtrate addition, the minimum response of chlorophyll *a* content of *Rivularia* sp. was 31% lower, than for control. The release of allelopathic compounds may be beneficial to the donor organisms, by limiting the condition and number of competitors.

Key words: allelopathy, cyanobacteria, growth, photosynthetic pigments

otrzymano: 6.03.2016; przyjęto: 30.07.2016; opublikowano: 30.09.2016

Introduction

Composition and especially the biomass of phytoplankton is essential for the functioning of the food web of aquatic ecosystems. Production of active organic compounds is an important adaptation, by which some cyanobacteria can achieve a competitive advantage over other primary producers (Rzyski et al., 2014; Mazur-Marzec et al., 2015). It has been proven that changes in the composition and structure of phytoplankton community are due to the different composition of allelopathic compounds affecting various targets organisms (Mulderij et al., 2003). In addition, it is believed that allelopathy may be one of the factors affecting the structure of phytoplankton and the formation of massive blooms of cyanobacteria in many freshwater, brackish and marine water bodies (Rzyski et al., 2014; Żak and Kosakowska, 2015). In some cases, the authors described in detail the phenomenon of formation of cyanobacterial blooms caused by production of allelopathic compounds. Keating (1977, 1978) for the first time noted that addition of filtrates of lake water dominated by cyanobacteria inhibited diatom growth. Similar results were reported by Lafforgue et al. (1995) who related the low biomass of *Fragilaria crotonensis* in Lake Aydat in 1984 to inhibitory effects caused by extracellular metabolites obtained from *Anabaena* sp.



dr Sylwia Śliwińska-Wilczewska:
Institute of Oceanography, University of Gdańsk



Jakub Maculewicz:
Institute of Oceanography, University of Gdańsk



prof. Adam Łatała:
Institute of Oceanography, University of Gdańsk

Moreover, in eutrophic lake in Japan (Takamo et al., 2003) authors found that cyanobacterium *Phormidium tenue* inhibited growth of diatoms for the production of allelopathic compounds. Additionally, the eutrophic shallow lake Neusiedlersee (Austria/Hungary) offers ideal growth conditions for many species of cyanobacteria. In this area blooms of cyanobacteria frequently occurred and coincided with a strong decline of green algae species (Gätz, 1990). During the cyanobacteria blooms in Lake Neusiedlersee in 1985 species diversity of phytoplankton has been strongly inhibited. Similar observations were reported from the river Danube in Vienna (Austria), dominated by cyanobacteria (Schlegel et al., 1999). Allelopathic interactions during the cyanobacteria blooms may be suggested to have significantly conditioned the predominance of some species of cyanobacteria, but empirical support is still lacking (Antunes et al., 2012).

Over the past few decades, the world's coastal waters have experienced an increase in the number of harmful algal bloom events (Anderson et al., 2012). Moreover, Allen et al. (2006) described that blooms are occurring in more areas than ever before and new massive blooms are reported regularly. The mass emergence of phytoplankton contributes to the formation of many ecological and economic problems. These problems are related primarily to the deterioration of water quality, increased morbidity and mortality of many plant and animal and financial losses associated with fishery and tourism (Anderson et al., 2002; Granéli and Hansen, 2006). Moreover, the increasing cyanobacterial blooms are changing the structure of the aquatic communities in the Baltic Sea (Mazur-Marzec et al., 2013). Generally, the blooms of cyanobacteria in the Baltic Sea that develop each summer in the freshwater and brackish ecosystems are composed of two different groups: the large, colony-forming, filamentous N₂-fixing cyanobacteria and small-sized picocyanobacteria from the genus

Synechococcus and *Synechocystis* (Stal et al., 2003). Surprisingly, the picocyanobacteria fraction may comprise as much as 80% of the total cyanobacterial biomass and contribute as much as 50% of the total primary production of a cyanobacterial bloom (Stal et al., 2003; Jodłowska and Śliwińska, 2014). The cyanobacterial blooms are often monospecific, suggesting the existence of a significant mechanism that caused great advantage of such cyanobacteria to other phytoplankton species (Leflaive and Ten-Hage, 2007; Rzymski et al., 2014). The negative consequences of the emergence of massive cyanobacterial blooms are a strong incentive for intensive study of this phenomenon.

Picocyanobacteria strain of the genus *Synechococcus* are extremely important organisms in the world's oceans. Blooms of *Synechococcus* sp. have been described from Florida Bay, San Francisco Bay, the Mediterranean Sea, the Black Sea and the Baltic Sea (Bardall, 2008). The results of previous study demonstrate the dangerous character of the picocyanobacterial bloom in aquatic environment. Such a dense bloom of picocyanobacteria, which are known as potentially toxic (Jakubowska and Szeląg-Wasielewska, 2015) and allelopathic (Śliwińska-Wilczewska et al., 2016), accompanied by a drastic ecological crisis was a new phenom-

enon in Europe, which needed careful investigation. Therefore it was important to verify if the strains occurring in the Baltic Sea also produce allelochemicals and under what conditions. The information about allelopathic interactions between cyanobacteria in aquatic ecosystems are scarce, especially for the Baltic Sea. There are some reports of allelopathic effects caused by Baltic cyanobacteria (Suikkanen et al., 2004; Żak and Kosakowska, 2015), but no information about allelopathic potential of *Synechococcus* sp. on coexisting filamentous cyanobacteria *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp. has been found. The species present in this work are groups of aquatic phototrophs known to co-occur in the Baltic Sea. The main aim of this study was to determine the influence of allelopathic compounds produced by picocyanobacterium *Synechococcus* sp. on growth, cell morphology and pigment contents of filamentous cyanobacteria *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp.

Material and methods

The experiments were conducted on the picocyanobacterium *Synechococcus* sp. (BA-124) and the filamentous cyanobacteria *Nostoc* sp. (NA-81) and *Rivularia* sp. (BA-66). The strains were isolated from the coastal

zone of the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea) and are maintained as unialgal cultures in the Culture Collection of Baltic Algae (CCBA) at the Institute of Oceanography, University of Gdańsk, Poland (Latała, 2003; Latała et al., 2006). The tests on the "batch cultures" were carried out in 25 ml glass Erlenmeyer flasks containing sterilized f/2 medium (Guillard, 1975). The media were prepared from Baltic water with a salinity of about 8 PSU, which was filtered through Whatman GF/C glass fiber filters, and autoclaved. Analyzed cyanobacteria were grown 7 days in constant conditions of 18°C and 8 PSU, under a 16:8 h light:dark cycle at 10 $\mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ and this were the control treatment conditions. Fluorescent lamps (Cool White 40W, Sylvania, USA) were used as source of irradiance. The intensity of PAR was measured using a LI-COR quantum-meter with a cosine collector. The donor picocyanobacterium *Synechococcus* sp. was acclimated to these culture condition for 7 days; afterwards, actively growing cultures were filtered for the establishment of the allelopathic experiment.

Allelopathic interactions were determined by using the modified method proposed by Suikkanen et al. (2004). Allelopathic activity was studied by adding the cell-free filtrate obtained from picocyanobacterial cul-

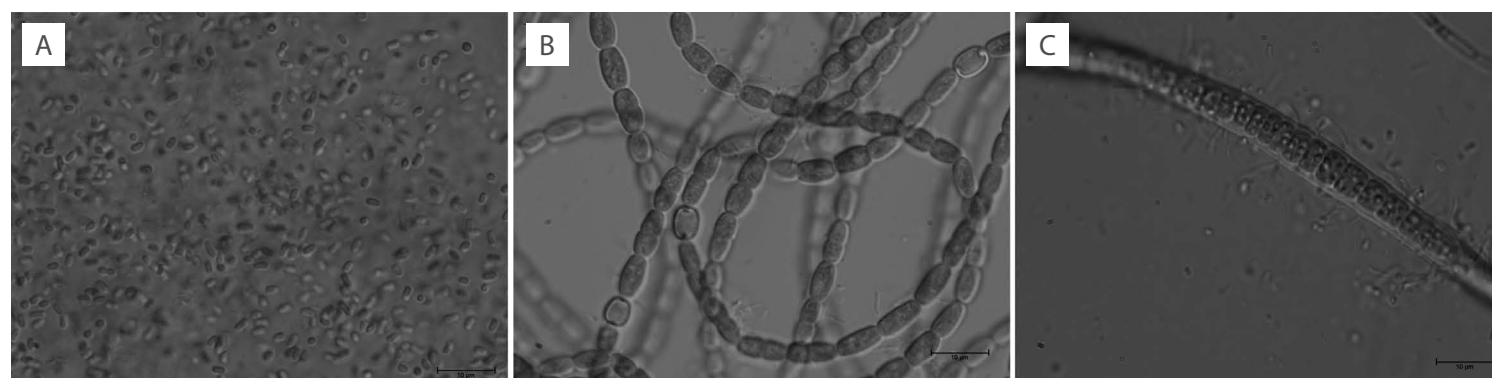


Fig. 1. Cyanobacteria strains used in this study:

- A) *Synechococcus* sp. BA-124,
- B) *Nostoc* sp. BA-81 and
- C) *Rivularia* sp. BA-66.

Source: Author's own work.

ture to the tested filamentous cyanobacteria. The culture of *Synechococcus* sp. was filtered through 0.45- μ m pore size Macherey-Nagel MN GF-5 filters. The cell-free filtrate (V=2 ml) was added to 25 mL Erlenmeyer flasks containing the tested cyanobacteria (V=20 ml). In all experiments, the ratio of picocyanobacterium to target species in Erlenmeyer flasks was adjusted to 1:1 based on the chlorophyll *a* content (final chlorophyll *a* concentration in the experimental cultures was 0.8 μ g chl *a* ml⁻¹). The controls were being added accordingly 2 ml of f/2 medium with salinity 8 PSU. Tests were conducted in triplicate and all analyzed species were obtained from early exponential growth phase.

Culture density was determined by the number of cells and optical density (OD). The number of cells was counted using Bürker chamber and OD was measured spectrophotometrically at 750 nm with a Multiskan GO UV-VIS Thermo Scientific spectrophotometer. The results of cell counts and respective OD measurements were then used to determine the linear correlation between them for each species. Determined relationships were subsequently used to estimate the number of cells in the experimental cultures after the 1st, 3rd, 7th, 10th, 14th, 21st day of the cyanobacteria exposure to the picocyanobacterial filtrate. In addition, a photographic documentation was done using a Nikon Eclipse 80i microscope with a camera Nikon DSU2.

The concentration of photosynthetic pigments of target organisms was measured by spectrophotometric method after a three weeks of exposure to the picocyanobacteria cell-free filtrate. Chlorophyll *a* and carotenoids were extracted with cold 90% acetone in the dark for 4 hours at -60°C. To improve extraction, the cells were disintegrated for 2 minutes in an ultrasonic bath. To remove cell debris and filter particles the pigment extract was centrifuged at 10000 rpm for 10 minutes. The extinction was determined at 750, 665 and 480

nm with a Beckman spectrophotometer UV-VIS DU 530 and using 1 cm glass cuvette. The concentration of chlorophyll *a* and carotenoids was calculated according to Strickland and Parsons (1972) and Jeffrey and Humphrey (1975) with the formula: chlorophyll *a* (μ g·ml⁻¹) = 11.236(A665-A750)V_a/V_b, while the concentration of carotenoids was estimated with the formula: carotenoids (μ g·ml⁻¹) = 4(A480-A750)V_a/V_b, derived from the factor by Strickland and Parsons (1972), where V_a – extract volume (ml) and V_b – sample volume (ml).

Analysis of variance (ANOVA) was used to test for differences in analyzed parameters between the target cyanobacteria cultures treated with picocyanobacterial cell-free filtrates and the control over the experimental period. A post hoc test (Tukey's HSD) was used to show which treatments for growth significantly differed from the control and from each other. Data are reported as mean $\pm$ standard deviation (SD). Levels of significance were: * $p < 0.05$. The statistical analyses were performed using the Statistica® 10 software.

Results

The effect of the cell-free filtrate addition obtained from *Synechococcus* sp. cultures on the growth of *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp. are shown in Fig. 2. The allelopathic effect of the picocyanobacterium *Synechococcus* sp. significantly decreased the number of cells of *Nostoc* sp. ($p < 0.05$). Additionally it was noted that the longer the exposure time is, the slower the growth of analyzed cyanobacterium appears. After the three weeks of the experiment for the filtrate addition from *Synechococcus* sp., the percent of culture density constituted 39% ($p < 0.05$), in comparison to the control treatment. Moreover, on the 10th and the 14th day of the experiment, the minimum cell response of *Nostoc* sp., after addition of the cell-free filtrate, constituted 81% and 66%, respectively ($p < 0.05$). Additionally, it was showed that addition of the cell-free filtrate obtained from *Synechococcus* sp. had no effect on the target cyanobacterium *Rivularia* sp. ($p > 0.05$).

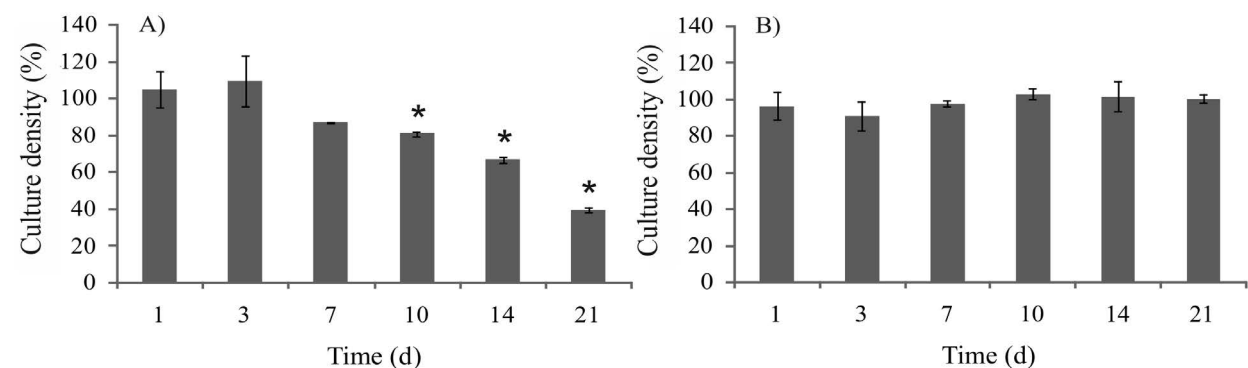


Fig. 2. The effect of the addition of cell-free filtrate from *Synechococcus* sp. cultures on the growth of:

A) *Nostoc* sp. and B) *Rivularia* sp.

after 1st, 3rd, 7th, 10th, 14th and 21st day of exposition, expressed as a percent of control

The values refer to means (n = 3, mean $\pm$ SD). Asterisk indicates significant difference compared with control ($p < 0.05$).

Source: Author's own work.

The morphological changes of the target cyanobacteria after the cyanobacterial cell-free filtrate addition was shown in Fig. 3. In the study, the deformation structure of the analyzed organism was indicated by the arrows. It was shown that the cell-free filtrate addition caused a decline of pigmentation and cell lysis of *Nostoc* sp., compared to the control culture. Observations made by light microscope also showed that the filaments of *Nostoc* sp. were in several stages of degeneration. Moreover, many dead cells were in evidence in the former species while the cells were discoloured and deformed and varying in size. Additionally, it was observed, that, the longer of the exposure time the stronger effect of cells degradation of the analyzed cyanobacterium. In contrast, it was observed that the cell-free filtrate obtained from *Synechococcus* sp. had no effect on the second analyzed cyanobacterium *Rivularia* sp.

The effect of the addition of cell-free filtrate from *Synechococcus* sp. cultures on the pigment contents of *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp. after three weeks of exposition is showed in Fig. 4. The study showed that the addition of cell-free filtrate obtained from *Synechococcus* sp. significantly affected the pigment contents of *Nostoc* sp. After 3 weeks of exposition, it was noted that the addition of the filtrate resulted in increase of carotenoids in the cells of analyzed cyanobacterium, which was higher by 25% compared to a control ($p < 0.05$). Based on the results, it was found that the filtrate obtained from *Synechococcus* sp. also caused a significant changes in the pigment contents of *Rivularia* sp. cells. After 3 weeks of the experiment, chlorophyll *a* of this cyanobacterium was lower by 31% compared to control ($p < 0.05$).

Discussion

Allelopathy in the aquatic environment can cause or facilitate the dominance of some species of phytoplank-

Fig. 3. The cells morphology of A) *Nostoc* sp. and B) *Rivularia* sp. for a) control sample and b) in the experiments with the addition of cyanobacterial cell-free filtrate after 21st day of exposure

Source: Author's own work.

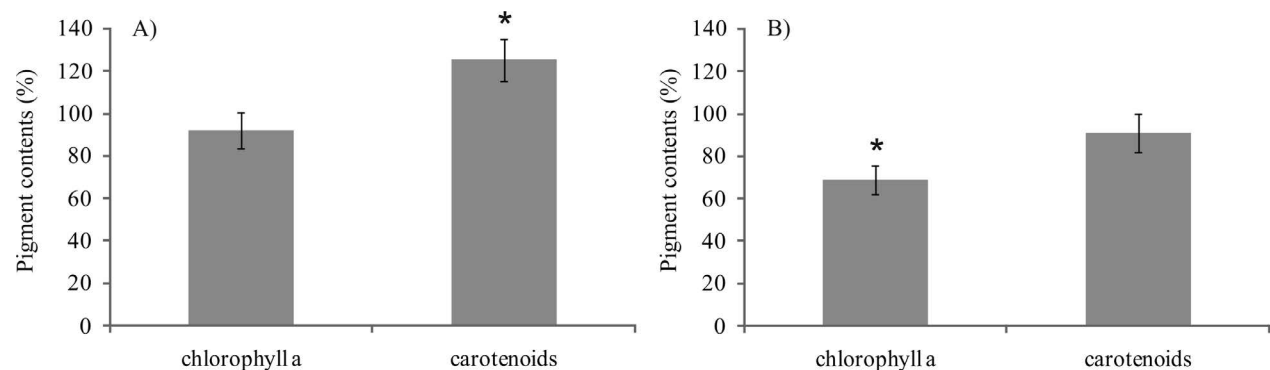
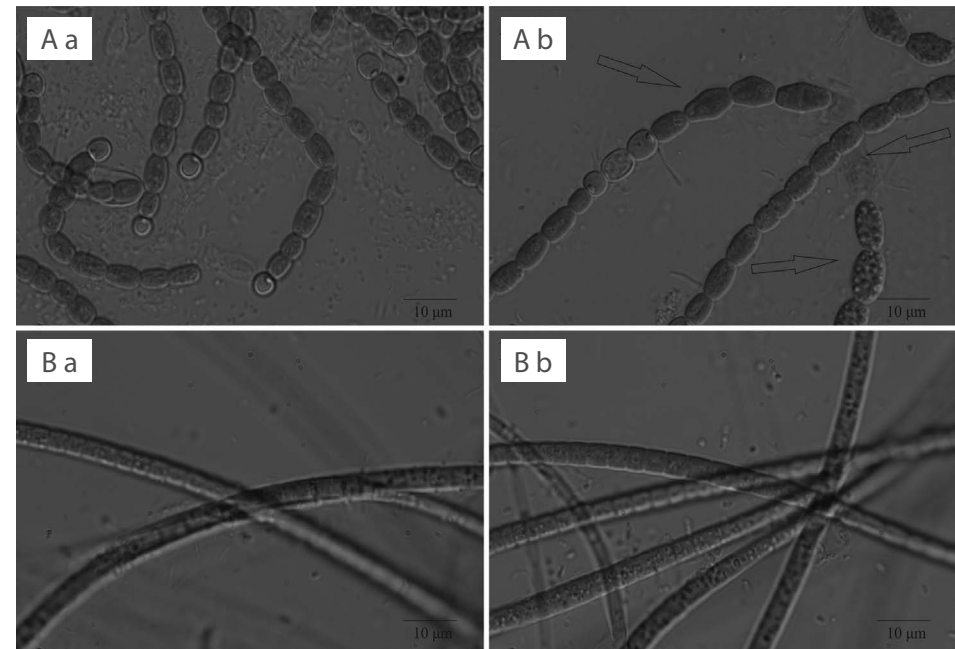


Fig. 4. The effect of the addition of cell-free filtrate from *Synechococcus* sp. cultures on the pigment contents of A) *Nostoc* sp. and B) *Rivularia* sp. after three weeks of exposition, expressed as a percent of control

The values refer to means ($n = 3$, mean $\pm$ SD). Asterisk indicates significant difference compared with control ($p < 0.05$).

Source: Author's own work.

ton above the others. Field studies and laboratory work showed that allelopathy can be found in all aquatic environments and primary producers are able to release active compounds which can affect the functioning of the whole ecosystem (Gross, 2003). Currently there are many reports of allelopathic interactions but there is no standard method to capture this phenomenon. „Cross-culturing” is a frequently used method for allelopathic interaction between two different species of phytoplankton (Suikkanen et al., 2004). In this work, the method of „cross-culturing” were used to document allelopathic interactions of picocyanobacterium *Synechococcus* sp. on growth, cell morphology and pigment contents of *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp.

In this study it was demonstrated that the cell-free filtrate obtained from the picocyanobacterium *Synechococcus* sp. inhibited the growth of *Nostoc* sp. It was showed that the greatest inhibition of growth occurred on the last day of the experiment for the cyanobacterium *Nostoc* sp., which was 39% relative to the control. Conversely, another filamentous cyanobacterium *Rivularia* sp. was unaffected to the cyanobacterial filtrate. Picocyanobacteria of the genus *Synechococcus* plays an important role in aquatic ecosystems but not much is known about their allelopathic activity. Information about the ability to allelopathic interactions of picocyanobacterium *Synechococcus* sp. was described by Śliwińska et al. (2011). In their work, authors demonstrated and compared the allelopathic activity of three strains of Baltic picocyanobacterium *Synechococcus* sp.: BA-120, BA-124 and BA-132. Śliwińska et al. (2011) showed that all analyzed strains of *Synechococcus* sp. demonstrated the *allelopathic activity* and significantly decreased the number of cells of *Chlorella vulgaris* compared to control. It was noted that on the seventh day of experiment the minimum cells response constituted 83%, 65% and 79% of control, respectively. Authors concluded that all

three strains of Baltic picocyanobacterium *Synechococcus* sp. showed allelopathic activity, however, the BA-124 strain had the greatest negative impact on the growth of analyzed green algae *C. vulgaris* (Śliwińska et al., 2011). In another work authors showed that addition of the cell-free filtrate obtained from the picocyanobacterium *Synechococcus* sp. had a significant inhibitory effect on *Nodularia spumigena* (Śliwińska-Wilczewska et al., 2016). Authors described that the highest drop of growth was observed after the addition of cell-free filtrate obtained from *Synechococcus* sp. grown at $190 \mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Moreover, it was noted that the longer the exposure time the slower the growth of the analyzed filamentous cyanobacterium and on the seventh day of experiment the minimum cells response constituted about 60% in comparison to control treatment. A major category of cyanobacterial secondary metabolites is oligopeptides, which includes a range of both proteinogenic and non-proteinogenic amino acids. Structural similarities are used to classify oligopeptides into seven major peptide classes: aeruginosins, anabaenopeptins, cyanopeptolins, cyclamides, microcystins, microginins and microviridins (Jakubowska and Szeląg-Wasilewska, 2015). In contrast to many other filamentous cyanobacteria, there are only few reports of toxins from picocyanobacteria. Picocyanobacteria, despite their ubiquity, are a group of organisms still relatively poorly known. Jakubowska and Szeląg-Wasilewska (2015) noted, that picocyanobacteria, including strains of *Synechococcus*, *Synechocystis*, and *Aphanocapsa*, are able to synthesise 2-methylisoborneol (MIB) and geosmin (1,2,7,7-tetramethyl-2-norborneol) (GSM). Moreover a few reports regarding the secretion of microcystins, neurotoxins or lipopolisacharids by picocyanobacteria have been published (Jakubowska and Szeląg-Wasilewska, 2015). Future studies should examined the compounds behind allelopathic effects, and should be expanded to include

other factors such as different cell concentration and proportion of donor and target organisms. Moreover, the genetic characterization of donor and target cyanobacteria will need further investigation.

Other studies indicated that some filamentous cyanobacteria can produce antibiotic compounds that affect the growth of other cyanobacteria. Flores and Wolk (1986) showed that nitrogen-fixing cyanobacteria *Nostoc* sp. produced allelopathic compounds with different activities on target organisms. Other studies showed that compounds produced by benthic cyanosis *Scytonema hofmanni* inhibited the growth of other cyanobacteria (Gleason, 1990). Moreover, Bagchi et al. (1990) noted that the filamentous cyanobacteria *Oscillatoria* sp. inhibited the growth of cyanobacteria and eukaryotic algae in mixed cultures by secretion of secondary metabolites. Several years later, Bagchi et al. (1993) showed that *Oscillatoria* sp. can produce allelopathic compounds that inhibit a *Microcystis aeruginosa*. Also Issa (1999) studied the effect of allelopathic compounds produced by *Oscillatoria angustissima* and *Calothrix parietina* on *Microcystis aeruginosa*, *Synechococcus* sp., *Scytonema hofmanni*, *Anabaena spiroides*, *Phormidium mölle*, *Nostoc muscorum*, *Oscillatoria angustissima* and *Calothrix parietina*. Author noted that cyanobacteria of the genus *Oscillatoria*, *Calothrix*, *Nostoc* and *Anabaena* were resistant to allelopathic compounds released by analyzed cyanobacteria. On the other hand, Schagerl et al. (2002) showed that *Nostoc* sp. strongly reduced the growth of *Anabaena cylindrica* and *Microcystis flos-aquae*. Also Valdor and Aboal (2007) showed that extracts obtained from cyanobacteria *Oscillatoria* sp., *Rivularia biasolettiana*, *Rivularia haematites*, *Geitlerinema splendidum*, *Phormidium* sp., *Tolypothrix distorta* and *Scytonema myochrous* had inhibitory effect on the growth of *Nostoc* sp., *Pseudocapsa* sp. and *Scytonema* sp. Authors demonstrated that *Pseudocapsa* sp. and *Nostoc* sp. were the

most sensitive species, and their growth was completely inhibited by all extracts obtained from donor cyanobacteria. It is believed that cyanobacteria can reduce the growth of some species and this causes significant changes in the structure of phytoplankton community. Moreover, selective inhibition of the growth of the target organism may affect the succession of selected species in aquatic ecosystems (Legrand et al., 2003).

Morphological changes of the target organism by production allelopathic compounds are another reported mode of action of cyanobacteria (Valdor and Aboal, 2007; Gantar et al., 2008). In the present study it was showed that the tested allelopathic compounds caused restriction of pigmentation and cell lysis of *Nostoc* sp. compared to the control culture. Gantar et al. (2008) also showed that after being exposed to the allelopathic compounds from *Fischerella* sp., cells of *Chlamydomonas* sp. showed distinctive morphological and structural changes. Authors noted that the electron microscopy revealed degeneration of thylakoids and disappearance of other cell structures including the nucleus. Moreover, Valdor and Aboal (2007) noted that cell-free filtrate obtained from *Oscillatoria* sp. caused separation of the filaments of *Pseudocapsa* sp. and *Nostoc* sp. Furthermore, many dead cells were in evidence in the former species while the trichomes and filaments were discoloured, fragmented and deformed. This results may in part explain the inhibition of photosynthesis and growth of target organisms by picocyanobacterium *Synechococcus* sp.

Another possible modes of action of allelopathic compounds is the effect on the pigment contents of target organisms. The study showed that the addition of cell-free filtrate obtained from *Synechococcus* sp. significantly affected the pigment contents of *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp. Žak et al. (2012) also showed that chlorophyll *a* concentration in *C. vulgaris* cultures treated

with *Anabaena variabilis* filtrates was lower than in the control samples and this observation was correlated with cell number in samples. Authors noted that low concentration of pheophytin in all samples indicated that chlorophyll *a* was not degraded. There are reports indicates that allelopathic compounds released by cyanobacteria may affect the photosystem II (PSII) (von Elert and Jüttner, 1997; Gross et al., 1999; Gross, 2003). Gross et al. (1999) noted that fischerellin A produced by cyanobacterium *Fischerella muscicola* inhibited PSII of other cyanobacteria and microalgae. Moreover, the compounds secreted by *Trichormus doliolum* and *Oscillatoria late-virens* inhibited PSII activity (von Elert and Jüttner, 1997; Gross, 2003). Inhibition of photosynthesis, the major physiological process of competitive primary producers may be an effective strategy for cyanobacteria (Gross, 2003). It was examined that the *Synechococcus* sp. reveals allelopathic activity on the pigment contents of analyzed filamentous cyanobacteria. Therefore allelopathic interaction may result in inhibition of photosynthesis and growth of target organisms and explain the formation of monospecific cyanobacterial blooms in many aquatic ecosystems.

Conclusion

This article showed the influence of allelochemicals secreted by picocyanobacterium *Synechococcus* sp. on the number of cells and pigment contents of *Nostoc* sp. and *Rivularia* sp. The idea to perform this study was motivated by relatively few works that investigated the impact of allelopathic compounds on filamentous Baltic cyanobacteria. Currently, the study of allelopathy phenomenon focused on understanding the effects of allelopathic compounds on the target organisms. To recognize the cyanobacterial allelopathy, it is necessary to apply a number of different methods, from classic

studies of cultures to advanced physiological methods. Although the first reports of the allelopathy phenomenon come from the observation of the environment, in order to determine the exact allelopathic interaction between individual organisms we needed first detailed laboratory studies.

Acknowledgements: The authors would like to thank the anonymous reviewers for their valuable comments and suggestions to improve the quality of the paper. This study was supported by BMN grants, no. 538-G245-B211-16.

References

- Allen JI, Anderson D, Burford M, Dyhrman S, Flynn K, Glibert PM, Granéli E, Heil C, Sellner K, Smayda T, Zhou M, (2006). Global ecology and oceanography of harmful algal blooms, harmful algal blooms in eutrophic systems. In: Glibert P. (ed.). *GEOHAB report 4*, IOC and SCOR, France and Baltimore, MD, USA, pp. 1-74.
- Anderson DM, Glibert PM, Burkholder JM, (2002). Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition and consequences. *Estuaries*. 25: 704-726.
- Anderson DM, Cembella AD, Hallegraeff GM, (2012). Progress in understanding harmful algal blooms: paradigm shifts and new technologies for research, monitoring, and management. *Annual review of marine science*. 4: 143-176.
- Antunes JT, Leao PN, Vasconcelos VM, (2012). Influence of Biotic and Abiotic Factors on the Allelopathic Activity of the Cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* Strain LEGE 99043. *Microbial Ecology*. 64: 584-592.
- Bagchi SN, Chauhan VS, Marwahi JB, (1993). Effect of an antibiotic from *Oscillatoria late-virens* on growth, photosynthesis, and toxicity of *Microcystis aeruginosa*. *Current Microbiology*. 26:223-228.
- Bagchi SN, Palod A, Chauhan VS, (1990). Algicidal properties of a bloom-forming blue-green-alga, *Oscillatoria* sp. *Journal of Basic Microbiology*. 30:21-29.
- Beardall J. (2008). Blooms of *Synechococcus*: An analysis of the problem worldwide and possible causative factors in relation to nuisance blooms in the Gippsland Lakes. *Monash University* 8.
- Flores E, Wolk CP, (1986). Production by filamentous, nitrogen fixing cyanobacteria, of a bacteriocin and of other antibiotics that kill related strains. *Archive of Microbiology*. 145:215-219.
- Gantar M, Berry JP, Thomas S, Wang M, Perez R, Rein KS, King G (2008). Allelopathic activity among cyanobacteria and microal-

- gae isolated from Florida freshwater habitats. *FEMS Microbiology Letters*. 64:55-64.
- Gätz N, (1990). Untersuchungen zur Stickstoff-und Phosphor-Versorgung von *Microcystis aeruginosa* Kütz. und *Microcystis flos-aquae* (Wittr.) Kirchn. im Neusiedlersee. na.
- Gleason FK, (1990). The natural herbicide, cyanobacterin, specifically disrupts thylakoid membrane structure in *Euglena gracilis* strains Z. *FEMS Microbiology Letters*. 68:77-82.
- Granéli E, Hansen PJ, (2006). Allelopathy in harmful algae: a mechanism to compete for resources? In: Granéli E, Turner JT, eds. *Ecology of Harmful Algae, Ecological Studies*. 189. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany: 189-201.
- Gross EM, (2003). Allelopathy of Aquatic Autotrophs. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 22:313-339.
- Gross EM, Wolk CP, Jüttner F, (1991). Fischerellin, a new allelochemical from the freshwater cyanobacterium *Fischerella muscicola*. *Journal of Phycology*. 27:686-692.
- Guillard RRL, (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Smith WL, Chanley MH, eds. *Culture of Marine Invertebrate Animals*. Plenum Press, New York, USA, pp. 26-60.
- Issa AA, (1999). Antibiotic production by the cyanobacteria *Oscillatoria angustissima* and *Calothrix parietina*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 8:33-37.
- Jakubowska N, Szeląg-Wasielewska E, (2015). Toxic picoplanktonic cyanobacteria-Review. *Marine drugs*. 13(3): 1497-1518.
- Jeffrey SW, Humphrey GF, (1975). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*. 167:191-194.
- Jodłowska S, Śliwińska S, (2014). Effects of light intensity and temperature on the photosynthesis irradiance response curves and chlorophyll fluorescence of three picocyanobacterial strains of *Synechococcus* (Cyanobacteria, Synechococcales). *Photosynthetica*. 52:223-232.
- Keating KI, (1977). Allelopathic Influence on Blue-Green Bloom Sequence in a Eutrophic Lake. *Science*. 196:885-887.
- Keating KI, (1978). Blue-green algal inhibition of diatom growth: transition from mesotrophic to eutrophic community structure. *Science*. 199:971-973.
- Lafforgue M, Szeligiewicz W, Devaux J, Poulin M, (1995). Selective mechanisms controlling algal succession in Aydat Lake. *Water Science and Technology*. 32:117-127.
- Latała A, (2003). Autecological characteristic of some algal strains from Culture Collection of Baltic Algae (CCBA). In: Lima N, Smith D, eds. *Biological Resource Centers and the Use of Microbes*, Mitoceta da Universidade do Minho, Braga, Portugal, pp. 323-345.
- Latała A, Jodłowska S, Pniewski F, (2006). Culture Collection of Baltic Algae (CCBA) and characteristic of some strains by factorial experiment approach. *Archiv für Hydrobiologie* 165, *Algological Studies*. 122:137-154.
- Leflaive J, Ten-Hage L, (2007). Algal and cyanobacterial secondary metabolites in freshwaters: a comparison of Allelopathic compounds and toxins. *Freshwater Biology*. 52:199-214.
- Legrand C, Rengefors K, Fistarol GO, Granéli E, (2003). Allelopathy in phytoplankton – biochemical, ecological and evolutionary aspects. *Phycologia*. 42:406-419.
- Mazur-Marzec H, Sutryk K, Kobos J, Hebel A, Hohlfield N, Błaszczak A, Toruńska A, Kaczowska MJ, Łysiak-Pastuszek E, Krasniewski W, Jasser I (2013). Occurrence of cyanobacteria and cyanotoxin in the Southern Baltic Proper. Filamentous cyanobacteria versus single-celled picocyanobacteria. *Hydrobiologia*. 701: 235-252.
- Mazur-Marzec H, Błaszczak A, Felczykowska A, Hohlfield N, Kobos J, Toruńska-Sitarz A, Devi P, Montalvão S, D'souza L, Tammela P, Mikosik A, Bloch S, Nejman-Faleńczyk B, Węgrzyn G, (2015). Baltic cyanobacteria—a source of biologically active compounds. *European Journal of Phycology*. 50: 343-360.
- Mulderij G, Van Donk E, Roelofs GM, (2003). Differential sensitivity of green algae to allelopathic substances from *Chara*. *Hydrobiologia*. 491:261-271.
- Rzymiski P, Poniedziałek B, Kokociński M, Jurczak T, Lipski D, Wiktorowicz K, (2014). Interspecific allelopathy in cyanobacteria: cylindrospermopsin and *Cylindrospermopsis raciborskii* effect on the growth and metabolism of *Microcystis aeruginosa*. *Harmful Algae* 35: 1-8.
- Schagerl M, Unterrieder I, Angeler DG, (2002). Allelopathy among cyanoprokaryota and other algae originating from Lake Neusiedlersee (Austria). *International Review of Hydrobiology*. 87:365-374.
- Schlegel I, Doan NT, de Chazal N, Smith GD, (1999). Antibiotic activity of new cyanobacterial isolates from Australia and Asia against green algae and cyanobacteria. *Journal of Applied Phycology*. 10:471-479.
- Stal LJ, Albertano P, Bergman B, Bröckel K, Gallon JR, Hayes PK, Sivonen K, Walsby AE, (2003). BASIC: Baltic Sea cyanobacteria. An investigation of the structure and dynamics of water blooms of cyanobacteria in the Baltic Sea – responses to a changing environment. *Continental Shelf Research*. 23:1695-1714.
- Strickland IDH, Parsons TR, (1972). A practical handbook of seawater analysis. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 167:1-310.
- Suikkanen S, Fistarol GO, Granéli E, (2004). Allelopathic effects of the Baltic cyanobacteria *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon flos-aquae* and *Anabaena lemmermannii* on algal monocultures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 308:85-101.
- Śliwińska S., Jodłowska S., Latała A., (2011). Ekofizjologiczne i allelopatyczne właściwości pikoplanktonowej sinicy *Synechococcus* sp. *Acta Geographica Silesiana*. 1:63-66.
- Śliwińska-Wilczewska S, Pniewski F, Latała A, (2016). Allelopathic interactions between *Synechococcus* sp. and *Nodularia spumigena* under different light conditions. *Allelopathy Journal*. 37(2): 241-252.
- Takamo K, Igarashi S, Mikami H, Hino S, (2003). Causation of reversal simultaneity for diatom biomass and density of *Phormidium tenue* during the warm season in eutrophic Lake Barato, Japan. *Limnology*. 4:73-78.
- Valdor R, Aboal M, (2007). Effects of living cyanobacteria, cyanobacterial extracts and pure microcystins on growth and ultrastructure of microalgae and bacteria. *Toxicon*. 49:769-779.
- von Elert E, Jüttner F, (1997). Phosphorus limitation and not light controls the extracellular release of allelopathic compounds by *Trichormus doliolum* (Cyanobacteria). *Limnology and Oceanography*. 42:1796-1802.
- Żak A, Musiewicz K, Kosakowska A, (2012). Allelopathic activity of the Baltic cyanobacteria against microalgae. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 112:4-10.
- Żak A, Kosakowska A, (2015). The influence of extracellular compounds produced by selected Baltic cyanobacteria, diatoms and dinoflagellates on growth of green algae *Chlorella vulgaris*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 167: 113-118.

Oddziaływanie allelopatyczne *Synechococcus* sp. na wybrane szczepy nitkowatych sinic

Sylwia Śliwińska-Wilczewska, Jakub Maculewicz, Adam Łatała

Badania terenowe i prace laboratoryjne wykazały, że allelopatia może występować we wszystkich środowiskach wodnych, zarówno morskich, brakicznych, jak i słodkowodnych, a producenci pierwotni są zdolni do produkowania aktywnych związków wpływających na funkcjonowanie całego ekosystemu. W przeprowadzonych badaniach określono wpływ przesączu uzyskanego z hodowli pikoplanktonowej sinicy *Synechococcus* sp. na nitkowate sinice z rodzaju *Nostoc* oraz *Rivularia*. W pracy wykazano, że przesącz taki wpływał istotnie na wzrost i zawartość barwników fotosyntetycznych u *Nostoc* sp. Po 3 tygodniach trwania hodowli zanotowano zahamowanie wzrostu badanej sinicy o 39% w stosunku do kontroli. Zanotowano także, że dodanie przesączu spowodowało wzrost zawartości barwników karotenoidowych w komórkach sinicy, które było wyższe o 25% w porównaniu z hodowlą kontrolną. Dodatkowo zaobserwowano, że dodanie przesączu powodowało deformację i lizę komórek *Nostoc* sp. Z kolei w pracy nie wykazano istotnych zmian liczebności sinicy *Rivularia* sp. po dodaniu przesączu uzyskanego z *Synechococcus* sp. Wykazano natomiast, że dodanie przesączu powodowało spadek zawartości chlorofilu a w komórkach analizowanej sinicy, które było niższe o 31% w stosunku do kontroli. Uważa się i uzyskane wyniki to potwierdzają, że związki allelopatyczne mogą być korzystne dla uwalniających je gatunków, przez ograniczanie kondycji czy liczby konkurentów.

Słowa kluczowe: allelopatia, barwniki fotosyntetyczne, sinice, wzrost

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.
- III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Uczeń rozumie i stosuje terminologię biologiczną.
- 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:

- IV.3.1. Przegląd różnorodności organizmów. Bakterie. Uczeń przedstawia różnorodność bakterii pod względem budowy komórki, zdolności do przemieszczania się, trybu życia i sposobu odżywiania się (fototrofizm, chemotrofizm, heterotrofizm).
- IV.3.2. Uczeń przedstawia charakterystyczne cechy sinic jako bakterii prowadzących fotosyntezę oksygeniczną (tlenową) oraz zdolnych do asymilacji azotu atmosferycznego.
- VII.3.2. Ekologia. Zależności międzygatunkowe. Uczeń przedstawia skutki konkurencji międzygatunkowej w postaci zawężenia się nisz ekologicznych konkurentów lub wypierania jednego gatunku z części jego arealu przez drugi.

Grzyb shiitake – bogate źródło substancji prozdrowotnych

Sandra Górską

Streszczenie:

Preparaty pochodzenia grzybowego stosowane są w terapii różnych chorób. *Lentinula edodes* (grzyb shiitake, twardek jadalny, twardek japoński) to gatunek grzyba leczniczego należącego do typu *Basidiomycota* (grzyby podstawkowe), z którego owocników lub grzybni izolowany jest lentinan – egzopolisacharyd wykazujący aktywność immunomodulacyjną, stosowany w krajach azjatyckich, jako lek o udokumentowanym działaniu przeciwnowotworowym. W artykule scharakteryzowano gatunek grzyba shiitake oraz jego niezwykle właściwości.

Słowa kluczowe: β -(1-3)-D-glukan, lentinan, *Lentinula edodes*, immunomodulacja, polisacharydy

otrzymano: 10.06.2016; przyjęto: 21.09.2016; opublikowano: 30.09.2016



mgr Sandra Górską:
Katedra i Zakład Technologii Leków i Biotechnologii Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Wstęp

Niepokojący wzrost zachorowań na nowotwory złośliwe spowodował konieczność poszukiwania środków ratujących życie ludzkie. W krajach Dalekiego Wschodu od 2 tysięcy lat grzyby są stosowane jako alternatywne komponenty medycyny naturalnej. Od kilku dekad trwają badania nad aktywnością przeciwnowotworową i immunomodulacyjną polisacharydów pochodzenia grzybowego. Badania nad tymi związkami są obiecujące, ponieważ kilka izolatów, pochodzących z grzybni lub owocników grzybów należących do klasy *Basidiomycetes*, zostało w niektórych krajach (nie dotyczy to jeszcze Polski) dopuszczone do lecznictwa jako suplementy diety:

- Lentinan – frakcja polisacharydowa izolowana z *Lentinula edodes*,
- Schizophyllan – frakcja polisacharydowa izolowana z *Schizophyllum commune*,
- Grifolan – frakcja polisacharydowa izolowana z *Grifola frondosa*,

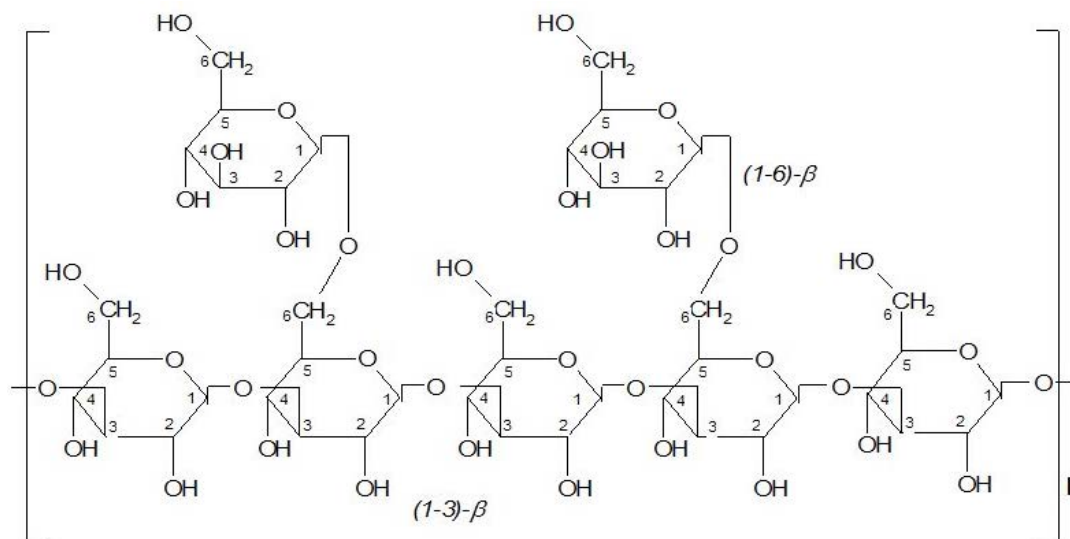


Ryc. 1. Preparat izolowany z lentinanu firmy Ajinomoto

Źródło: <http://www.229877.com>

- Krestin-kompleks węglowodanowo-białkowy izolowany z *Trametes versicolor*.

Niezwykły jest przypadek lentinanu – licencjonowanego leku, który jest stosowany od 1985 roku przez japońską firmę farmaceutyczną Ajinomoto jako udokumentowany preparat o działaniu przeciwnowotworowym (ryc. 1.) (Ajinomoto Company Information Publication, 1984).



Ryc. 2. Wzór strukturalny lentinanu

Źródło: Waszkiewicz-Robak (2013).

Lentinan jest wysoko oczyszczoną frakcją polisacharydową, o masie molowej 400-800 kDa. Podstawę jego szkieletu stanowi β -(1-3)-D-glukan, z dwoma bocznymi rozgałęzieniami, połączonymi z łańcuchem głównym wiązaniami β -(1-6)-glikozydowymi, występującymi co 5 jednostek (ryc. 2.).

Lentinan stosowany jest głównie w przypadkach raka przewodu pokarmowego (żołądka, jelita grubego), płuc i piersi (Aoki, 1984).

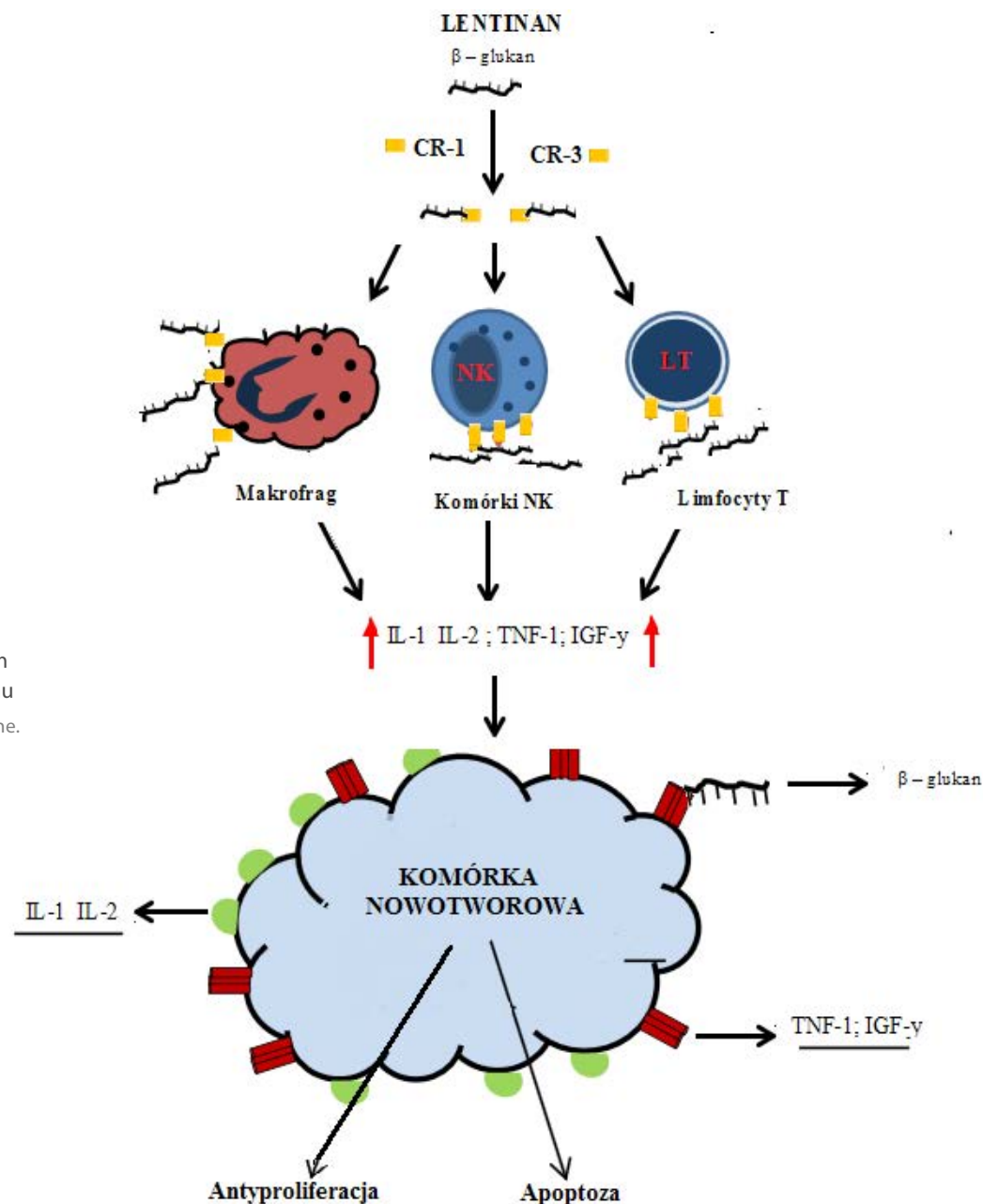
Lentinan jako adiuwant immunologiczny ze względu na mechanizm działania zaliczany jest do grupy BRM (*biological response modifiers*) – substancji pochodzenia naturalnego, mających działanie przeciwnowotworowe, co jest związane z jego aktywnością immunomodulacyjną.

Lentinan nie działa bezpośrednio na komórki nowotworowe. Jego działanie polega na wzmocnieniu układu immunologicznego poprzez aktywację makrofagów, limfocytów T i układu dopełniacza. Lentinan prowadzi do dojrzewania, różnicowania i proliferacji komórek immunologicznych w mechanizmach obronnych organizmu (Zheng, 2005).

Mechanizm działania lentinanu polega na wiązaniu się z receptorami komórek gospodarza (CR-1, CR-3) np. z powierzchnią limfocytów lub z niektórymi białkami osocza krwi, które aktywizują makrofagi, limfocyty T, komórki żerne NK (*ang. natural killers*) układu odpornościowego oraz pozostałe komórki efektorowe wzmacniające odpowiedź immunologiczną.

Uaktywnienie układu dopełniacza skutkuje dzieleciem białka dopełniacza C3 na fragmenty C3a i C3b, które opłaszczając cząsteczkę patogenu ułatwiają zajście zjawiska fagocytozy powodującego wzrost cytotoksyczności makrofagów.

Wymienione procesy aktywacji prowadzą do wzrostu wytwarzania przeciwciał oraz uwalniania aktywnych biologicznie molekuł: interleukin (IL-1, IL-2),



Ryc. 3. Mechanizm działania lentinanu
Źródło: oprac. własne.

TNF- α i interferonu- γ (IFN- γ) stymulujących system immunologiczny. Interleukina IL-1 jest czynnikiem aktywującym limfocyty w procesie dojrzewania efektorowych komórek T aktywowanych limfokinami (np. IL-2). Gromadzące się w pobliżu tkanki nowotworowej komórki dendrytyczne mają za zadanie zaprezentowanie limfocytom T „obcych” antygenów w celu eliminacji komórek nowotworowych.

Dzięki tym mechanizmom następuje zjawisko antyprolifracji, czyli hamowania namnażania komórek nowotworowych oraz indukcji apoptozy, czyli naturalnego procesu zaprogramowanej śmierci komórki nowotworowej. W konsekwencji prowadzi to jednocześnie do obniżenia namnażania komórek nowotworowych i usuwania uszkodzonych komórek, co zapobiega powstawaniu przerzutów (ryc. 3.).

Lentinan poprzez oddziaływanie na układ immunologiczny, może również regulować gospodarkę hormonalną, która często ma istotny wpływ na rozwój wielu rodzajów nowotworów.

Lentinan po raz pierwszy został wyizolowany w 1970 r. przez G. Chihara i współpracowników w procesie frakcjonowania i oczyszczania rozpuszczalnych w wodzie polisacharydów, pochodzących ze ścian komórkowych owocników *Lentinula edodes*.

Na mysim modelu badań, któremu podskórnie wszczepiono mięsaka 180, Chihara udowodnił przeciwnowotworowe działanie wyizolowanego polisacharydu. Lentinan w odpowiedniej dawce działał hamująco na guza (Bisen i wsp., 2010). Egzopolisacharyd jest stosowany głównie pozajelitowo, w terapii skojarzonej z radioterapią, chemioterapią oraz po chirurgicznym usunięciu guza. Oprócz lentinanu, z gatunku *Lentinula edodes* wyizolowano inne frakcje polisacharydowe: LC-11, LC-12, LC-13, EC-11 oraz EC-14. Najwyższy wskaźnik inhibicji nowotworowej oprócz lentinanu wykazują frakcje: LC-11 i EC-14, frakcja LC-13 posiada słabe dzia-

Tabela 1. Aktywność przeciwnowotworowa egzopolisacharydów

Źródło: oprac. na podstawie Chihara i wsp. (1970).

Frakcja polisacharydowa	Lentinan	LC-11	LC-12	LC-13	EC-11	EC-14
Wskaźnik inhibicji przeciwnowotworowej (%)	97,3	93,6	-37,3	6,4	-1,6	42,1

łanie, z kolei LC-12, EC-11 nie wykazują aktywności przeciwnowotworowej (tabela 1) (Chihara i wsp., 1970).

Z owocników i grzybni *Lentinula edodes* wyselekcjonowano wiele bioaktywnych związków mających silnie działanie m.in. przeciwnowotworowe, przeciwwirusowe (w tym przeciw wirusowi HIV), antybakteryjne oraz redukujące poziom cholesterolu w organizmie. Poniższa lista przedstawia wybrane preparaty i substancje biologicznie aktywne pochodzenia grzybowego *Lentinula edodes* (Turło, 2015):

- **LEM** (*Lentinus edodes* mycelia) i **LAP** są preparatami złożonymi izolowanymi z grzybni i owocników *L. edodes* hodowanych na podłożu stałym. LEM jest wyciągiem wodnym zawierającym w swym składzie frakcje polisacharydowe, glikoproteiny, polifenole, ergosterol, aminokwasy oraz witaminy z grupy B zwłaszcza B1 (tiaminę) i B2 (ryboflawinę). Z wodnego roztworu LEM uzyskuje się frakcję LAP (nierozpuszczalną w alkoholu) poprzez strącenie etanolem (stosunek etanolu i wody 1:4). LAP zawiera głównie polisacharydy oraz egzobiopolimer lentioninę. Obydwa preparaty LEM i LAP (podawane doustnie) wykazują silnie właściwości przeciwnowotworowe i immunomodulacyjne, a ich działanie polega na aktywowaniu systemu odpornościowego. Substancja oznaczona jako LEM-HT jest stosowana w terapii AIDS. (Mizuno, 1995; Waser i Weis, 1997)
- **KS-2** jest wodnym ekstraktem otrzymywanym z grzybni *L. edodes* (polimer α -D-mannozy). Za-

wiera serynę, treoninę, alaninę, prolinę oraz w śladowych ilościach inne aminokwasy. Z tego polimeru wyodrębniono frakcje KS-2-A - wzmacniające funkcje obronne organizmu oraz frakcje KS-2B i KS-2D – zwiększające wydzielanie interferonu.

- Polimer KS-2 stymuluje wydzielanie interferonu i pobudza makrofagi, jednak na dzień dzisiejszy mechanizm jego działania przeciwnowotworowego nie został jeszcze wyjaśniony.
- **LE** wyizolowany z grzybni *L. edodes* kompleks polisacharydowo-białkowy α -(1-3)-D-glukan z łańcuchami bocznymi α -(1-6)-D-glukozy. W części peptydowej LE występują aminokwasy (kwas asparaginowy, kwas glutaminowy i inne). Kompleks LE zwiększa ekspresję genów dla interleukiny IL-2 i cytokiny TNF- α (czynnik martwicy nowotworów), uznaje się go za indukujący odpowiedź immunologiczną limfocytów Th, należących do subpopulacji limfocytów T.
- **L-II** wyizolowany z owocników *L. edodes* α -glukan (o masie 203 kDa). Jest immunomodulatorem i posiada właściwości antyoksydacyjne. Związek stymuluje odpowiedź komórek T, zwiększa wytwarzanie IFN- α i TNF- α , zwiększa aktywność katalazy w makrofagach (działanie antyoksydacyjne) – możliwość zastosowania L-II w terapii nowotworów. Prowadzone na zwierzętach badania wykazały, że L-II wpływa na zwiększenie masy śledziony i grasicy (Zheng, 2005).

- **Lentin** jest wyizolowaną z owocników *L. edodes* białą proteiną (białko o masie 27,5 kDa). Wyróżnia się właściwościami przeciwwirusowymi i przeciwbakteryjnymi. Spowalnia odwrotną transkryptazę HIV-1, jak również proliferację komórek białaczki.
- **Lentionina** odkryty w owocnikach *L. edodes* egzopolimer zawierający siarkę (masa 10 kDa). Posiada właściwości przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe. Jeszcze silniejszą aktywność wykazuje pochodny lentioniny bis-[(metylosulfonylo)metylo]disiarczek, który działa na bakterie *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* i *Escherichia coli*.
- **Eritadenina** (lentinacin) – kwas 2(R),3(R)-dihydroksy-4-(9-adenylo)masłowy obniżający ciśnienie krwi oraz poziom trójglicerydów i wolnego cholesterolu w surowicy krwi. Eritadenina nie wykazuje żadnego działania podawana dożylnie, ponieważ niemal natychmiast zostaje wydalana z organizmu przez nerki. Podawana jest więc doustnie, wówczas jej przyswajalność wynosi około 10%. Eritadenina odznacza się niewielką toksycznością. Zauważono, że podawanie eritadeniny szczurom wpływa na fosfolipidy wątrobowe i powoduje obniżenie stosunku fosfatydylocholine do fosfatydyloetanolaminy, co może sugerować, że eritadenina obniża poziom cholesterolu oddziałując na metabolizm fosfolipidów wątrobowych przyspieszając wydalanie oraz rozkład cholesterolu (Afrin, 2016).
- **Frakcje polisacharydowe** – wykazują działanie ochronne na wątrobę, zwiększają wytwarzanie przeciwciał przeciwko WZW, wykazują też działanie antyoksydacyjne. **Polifenole** mają działanie antyoksydacyjne. Właściwości przeciwutleniające polifenoli i frakcji polisacharydowych może wzmacniać obecność w grzybie tokoferoli oraz β -karotenu (Hobbs, 2000; Zheng i wsp., 2005).

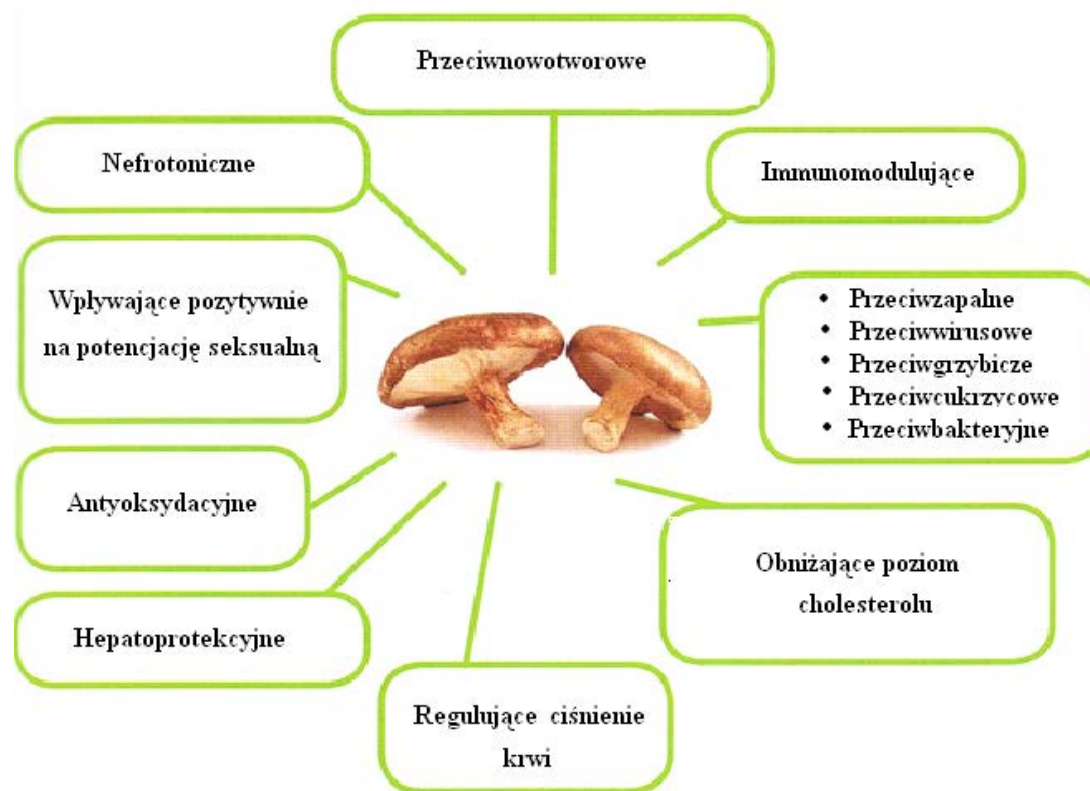
Na aktywność wyizolowanych substancji mają wpływ: masa molowa 200-500 kDa (czym wyższa masa, tym większa aktywność), rozpuszczalność w wodzie (istotna jest dobra rozpuszczalność), skład monosacharydowy, stopień rozgałęzienia (DB) i struktura helikalna (potrójna helisa) (Zhang i wsp., 2007).

Lentinula edodes oprócz aktywności przeciwnowotworowej posiada różne kierunki działania farmakologicznego. Naukowcy prowadzą badania nad odkryciem nowych związków o interesujących aktywnościach far-

makologicznych. Do tej pory frakcje polisacharydowe izolowane z grzyba shiitake oprócz wyżej wymienionych znalazły zastosowanie w leczeniu wielu innych chorób (ryc. 4.) (Wasser i wsp., 1999; Bisen i wsp., 2010).

Charakterystyka gatunku *Lentinula edodes*

Gatunek *Lentinula edodes* został po raz pierwszy opisany przez botanika M.J. Berkeley w 1878 r., jako *Agaricus edodes*. W czasach współczesnych znany jest



Ryc. 4. Działanie biologiczne polisacharydów izolowanych z gatunku *Lentinula edodes*.

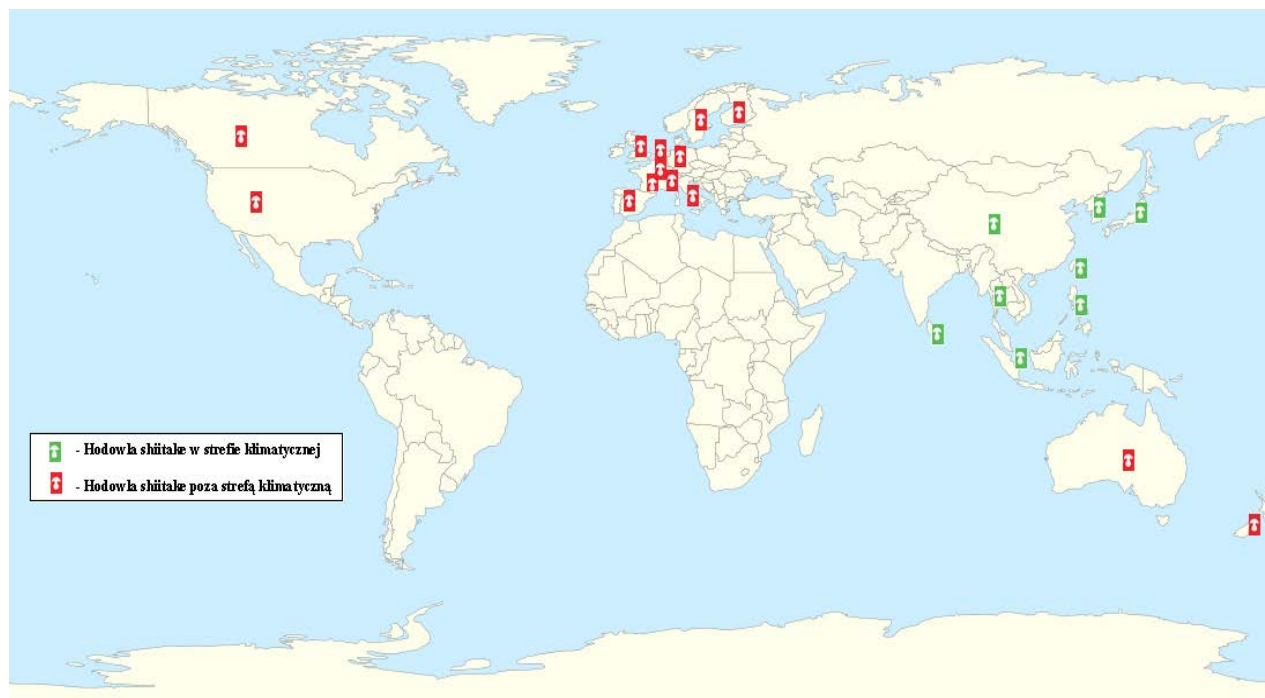
Źródło: oprac. własne.

pod japońskim określeniem shiitake, które pochodzi od „shii” lub „shiia” – japońskiej nazwy rodzajowej drzewa *Quercus cuspidata*, na którym shiitake najczęściej rośnie, oraz „take”, co po japońsku oznacza grzyb (Wóźniak i wsp., 1999; Kosiński, 1993).

Shiitake jest saprofitem. Owocniki grzyba wyrastają na drewnie martwych drzew liściastych z rodzaju *Fagaceae*, które wykorzystuje jako źródło cukrów (celulozy i hemicelulozy).

Lentinula edodes, zajmuje po pieczarkach, drugie miejsce najczęściej uprawianych grzybów na świecie w celach przemysłowych. Głównym jego producentem jest Japonia, ponadto występuje naturalnie na terenie innych krajów Azji Południowo-Wschodniej (Korea, Chiny, Tajwan, Singapur, Sri Lanka, Tajlandia, Filipiny). Nowoczesne metody upraw grzyba spowodowały rozszerzenie jego naturalnej strefy klimatycznej i możliwość hodowli w Europie (Francja, Niemcy, Holandia, Hiszpania, Włochy, Wielka Brytania, Szwajcaria, Belgia, Finlandia, Szwecja), w Ameryce Północnej (Stany Zjednoczone, Kanada), Australii oraz w Nowej Zelandii (Ryc. 5.) (Chen, 2001; Kalbarczyk, 2004; Wasser, 2005)

Lentinula edodes został zaklasyfikowany do typu *Basidiomycota* (Hibbett i wsp., 2007). Przynależność taksonomiczna tego gatunku grzyba, wynika z posiadania podstawek (basidiów), które służą do produkcji haploidalnych, jednojądrzastych zarodników. Grzybnia stanowi formę wegetatywną grzyba i jest odpowiedzialna za kumulowanie substancji niezbędnych do dalszego wzrostu. Z grzybni rozwijają się owocniki, które początkowo są kuliste z brzegami zwiniętymi do środka (Bisen i wsp., 2010). Kapelusz posiada charakterystyczne białe łuski i osiąga średnicę od 5 do 10 cm, najczęściej jest czerwono-brązowy lub szarobrzowy. Osadzony jest na brązowiejącym trzonie pokrytym białymi kosmkami (Pegeer, 1983) (ryc. 6.).



Ryc. 5. Rozmieszczenie geograficzne *Lentinula edodes*

Źródło: oprac. własne.

Skład chemiczny i wartość odżywcza *Lentinula edodes*

Grzyby jadalne, w tym *Lentinula edodes*, zostały zaliczone do produktów określanych jako „żywność funkcjonalna”, czyli składników pochodzenia naturalnego o udowodnionym klinicznie efekcie prozdrowotnym.

W wyniku opracowania odpowiedniej metodyki badań mykologicznych, na rynku farmaceutycznym pojawiły się tzw. „suplementy grzybowe”. Naukowcy twierdzą, że jest to rozwój nowej gałęzi medycyny – mykofarmakologii.

Grzyb shiitake stanowi źródło biologicznie czynnych składników odżywczych, które mają pozytywny wpływ na funkcjonowanie organizmu ludzkiego. Świeże owocniki shiitake zawierają 88-90% wody. Suszone grzyby *Lentinula edodes* zawierają związki organiczne: białka (17,2 g/100 g), tłuszcze (2,89 g/100 g), węglowodany (65 g/100 g). Ze względu na niską zawartość tłuszczów są niskokaloryczne. W składzie owocników są zawarte egzogenne aminokwasy, których organizm ludzki nie jest w stanie sam syntetyzować (Reguła i wsp., 2007).

Grzyby, podobnie jak zwierzęta są organizmami mającymi zdolność przekształcania prowitaminy D2



Ryc. 6. *Lentinula edodes* –
twardziak jadalny

Źródło: <http://poradnikogrodnicy.pl>

(ergosterolu) pod wpływem ciepła i promieniowania słonecznego do witaminy D2 (kalcyferolu). Poza tym shiitake jest źródłem witamin: tiaminy (B1), ryboflawiny (B2), kobalaminy, (B12), kwasu foliowego (B9), niacyny (B3) oraz witaminy C (Wasser, 2005).

Lentinula edodes ma dużą zdolność kumulacji pierwiastków. Wśród innych grzybów twardzik japoński wyróżnia się wysoką zawartością wapnia oraz znaczącą ilością potasu, magnezu, sodu, cynku i fosforu (Vetter, 2003). Wyliczony wskaźnik zawartości odżywczej umieszcza twardziaka w piramidzie żywieniowej zaraz za produktami mięsnymi, zaś przed produktami mlecznymi. Z tego względu, w krajach narażonych deficytem żywieniowym, coraz częściej są stosowane jako alternatywa pokarmowa.

Podsumowanie

Obecnie badania nad lentinanem i jego analogami budzą wiele nadziei na uzyskanie nietoksycznych i łatwo dostępnych preparatów hamujących postęp nowotworów. Pomimo wielu przeprowadzonych badań nie znamy na dzień dzisiejszy wszystkich możliwości terapeutycznych *Lentinula edodes*. Możemy tylko przypuszczać, że w przyszłości naukowcy, zasugerują synergizm odpowiedniego komponentu, który wzmocni efekt farmakologiczny lentinanu i zostanie doceniony na świecie jako naturalny lek o szerokim spektrum działania.

Literatura

- Afrin S, Rakib MA, Kim BH, Kim JO, Ha YL (2016). Eritadenine from Edible Mushrooms Inhibits Activity of Angiotensin Converting Enzyme in Vitro. *J Agric Food Chem.* 64(11):2263-2268.
- Ajinomoto Company Information Publication (1984). Lentinan: A new type of anticancer drug. *Ajinomoto Co. Inc.* 1-15.
- Aoki T (1984). Lentinan. In immune, modulation agents and their mechanisms, R.L. Fenichel and M.A. Chirgis (Eds). *Immunol Studies.* 25:62-77.
- Bisen PS, Baghel RK, Sanodiya BS, Thakur GS, Prasad GBKS (2010). *Lentinus edodes*: A Macrofungus with Pharmacological Activities. *Current Medicinal Chemistry.* 17: 2419-2430.
- Chen AW (2001). Cultivation of *Lentinula Edodes* on Synthetic Logs. *The Mushroom Growers Newsletter.* P.O. Box 5065.
- Chihara G, Hamuro J, Maeda Y, Arai Y, Fukuoka F (1970). Fractionation and purification of the polysaccharides with marked antitumor activity, especially lentinan, from *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (an edible mushroom). *Cancer Research.* 30(11):2776-81.
- Hibbett DS, Binder M, Bischoff JF, Blackwell M, Cannon PF, Eriksson OE, Huhndorf S, James T, Kirk PM, Lücking R, Thorsten Lumbsch H, Lutzoni F, Matheny PB, McLaughlin DJ, Powell MJ, Redhead S, Schoch CL, Spatafora JW, Stalpers JA, Vilgalys R, Aime MC, Aptroot A, Bauer R, Begerow D, Benny GL, Castlebury LA, Crous PW, Dai YC, Gams W, Geiser DM, Griffith GW, Gueidan C, Hawksworth DL, Hestmark G, Hosaka K, Humber RA, Hyde KD, Ironside JE, Kõljalg U, Kurtzman CP, Larsson KH, Lichtwardt R, Longcore J, Miadlikowska J, Miller A, Moncalvo JM, Mozley-Standridge S, Oberwinkler F, Parmasto E, Reeb V, Rogers JD, Roux C, Ryvarden L, Sampaio JP, Schüssler A, Sugiyama J, Thorn RG, Tibell L, Untereiner WA, Walker C, Wang Z, Weir A, Weiss M, White MM, Winka K, Yao YJ, Zhang N (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research.* 111(5):509-547.
- Hobbs C (2000). Medicinal value of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. A literature review. *Int. J. Med. Mush.* 2:287-302.
- Kalbarczyk J (2004). Wpływ wybranych dodatków do podłoża na jakość owocników *Lentinula edodes* (Berk.) Sing. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus.* 3(2):189-196.
- Kopiński I (1993). Niekonwencjonalna hodowla grzybnia twardziaka jadalnego *Lentinus edodes* w stałym podłożu. *Przemysł fermentacyjny i owocowo-warzywny.* 1:13-15.
- Pegler D (1983). The genus *Lentinula* (Tricholomataceae tribe Collybieae) *Sydowia - an International Journal of Mycology.* 36:227-239.
- Reguła J, Siwulski M (2007). Dried shiitake (*Lentinula edodes*) and oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms as a good source of nutrient. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria.* 6(4):135-142.

- Turło J (2015). Grzyby wielkoowocnikowe – niedoceniane źródło substancji leczniczych. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*. 44:138-150.
- Turło J (2015). Grzyby wyższe – nieocenione źródło substancji leczniczych. *Studia i materiały CELP w Rogowie. R.17. Zeszyt 44/3/2015*.
- Wasser SP, Weiss AL (1999). Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher *Basidiomycetes* Mushrooms: Current Perspectives (Review). *International Journal of Medicinal Mushroom*. 1:31-62.
- Wasser SP (2005). Shiitake (*Lentinus edodes*). *Encyclopedia of Dietary Supplemens*. Marcel Dekker, New York. pp. 653-664.
- Waszkiewicz-Robak (2013). Spent brewer's yeast and beta – glucans isolated from them as diet components modifying blond lipid metabolism distributed by an atherogenic diet. *Lipid Metabolism*. 12:265.
- Woźniak W, Gapiński M, Pelowska A, Kossowska I (1999). Jakość owocników shiitake w zależności od składu podłoża. *Zeszyty Problemów Postępów Nauk Rolniczych*. 466:561-568.
- Vetter J (2003). Data on sodium content of common edible mushrooms. *Food Chemistry*. 76: 293-298.
- Zhang M, Cui SW, Cheung PCK, Wang Q (2007). Antitumor polysaccharides from mushrooms: A review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends Food Sci. Tech.*, 18:4-19.
- Zheng R, Jie S, Hanchuan D, Moucheng W (2005). Characterization and immunomodulating activities of polysaccharide from *Lentinus edodes*. *International Immunopharmacology*. 5(5):811-820.
- <http://poradnikogrodniczy.pl/grzyby-w-ogrodzie.php>
- <http://www.229877.com>

Shiitake Mushroom – a rich source of health-promoting substances

Sandra Górka

Preparations of fungal are used in the treatment of various diseases. *Lentinula edodes* (shiitake) is the medicinal species of fungus belongs do the type of *Basidiomycota*. From the fruiting bodies or mycelia of this mushroom is isolated the lentinan – exopolysaccharide with immunomodulatory activity. Lentinan is used in Asian countries as a drug with proven anticancer activity. This article presents the shiitake and his unusual properties.

Key words: β -(1-3)-D-glucan, lentinan, *Lentinula edodes*, immunomodulation, polysaccharides

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele:

- 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 dostrzega związki między biologią a innymi dziedzinami nauk przyrodniczych i społecznych, rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.

Treści:

- IV. Przegląd różnorodności organizmów

10. Grzyby. Uczeń:

- 7) przedstawia znaczenie grzybów w gospodarce, podając przykłady wykorzystywania grzybów (...)

Mikrobiom człowieka i jego znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania organizmu

Wioleta Małgorzata Tylman, Izabela Magdalena Rzeszutko, Grażyna Dąbrowska

zgodność z PP – zob. s. 31

Streszczenie:

W skład mikrobiomu człowieka wchodzi drobnoustroje tworzące biocenozę, która nieznacznie różni się pomiędzy poszczególnymi osobnikami. Najnowsze badania pozwoliły na poznanie mikroorganizmów zasiedlających m.in. skórę, jamę nosową, przewód pokarmowy, układ moczowy i płciowy. Uważa się, że w jelicie znajdują się drobnoustroje, które odgrywają istotną rolę m.in. w regulacji metabolizmu czy funkcjonowaniu układu odpornościowego. W mikrobiomie osób zdrowych zachowana jest równowaga pomiędzy mikroorganizmami patogennymi i niepatogennymi. Z kolei w organizmie osób z osłabionym układem odpornościowym dochodzi do zaburzenia równowagi w mikrobiomie i niekontrolowanego wzrostu bakterii patogennych. Wykazano, że ważnym czynnikiem decydującym o różnorodności gatunkowej mikroorganizmów w mikrobiomie człowieka jest rodzaj diety i styl życia. Wyniki badań dotyczące mikrobiomu człowieka mogą przyczynić się do zrozumienia naszych potrzeb pokarmowych, ważnych ze względu na konieczność zapobiegania chorobom cywilizacyjnym, takim jak: otyłość, nowotwory i cukrzyca poprzez opracowanie nowych zaleceń w stosunku do produkcji żywności i jej konsumpcji.

Słowa kluczowe: drobnoustroje, mikrobiom, choroby, Projekt Mikrobiomu Ludzkiego

otrzymano: 2.02.2016; przyjęto: 23.03.2016; opublikowano: 30.09.2016

Wprowadzenie

Termin „mikrobiom” po raz pierwszy został zaproponowany przez Joshua Lederberga w 2001 r. Określił on tą nazwą populację drobnoustrojów lub zespół wszystkich drobnoustrojów występujących w danym środowisku ekologicznym (Boon i wsp., 2014). Obok mikrobiomu człowieka możemy wyróżnić mikrobiomy zwierząt, roślin oraz gleby. Skład poszczególnych mikrobiomów jest bardzo podobny, tworzą go organizmy takie, jak: bakterie, grzyby, pierwotniaki oraz wirusy. Mikrobiom ludzki składa się z drobnoustrojów występujących w poszczególnych częściach organizmu, np. jamie ustnej, jamie nosowej, jelitach, pochwie, układzie moczowym oraz na skórze (ryc. 1) (Huttenhower i wsp., 2012; Gliński i Kostro, 2015). Ciało człowieka zbudowane jest z miliardów komórek, ale liczba mikroorganizmów żyjących w naszym ciele jest co najmniej dziesięciokrotnie większa niż liczba komórek ciała ludzkiego. Mikroorganizmy występujące w różnych obszarach organizmu człowieka, poprzez liczne receptory obecne w błonie komórkowej, mają zdolność odbierania informacji o swoim gospodarzu: jego ciśnieniu osmotycznym, pH, składnikach pokarmowych, stanie mikrośrodowiska czy obecności czynników odpowiedzialnych za odporność. Dzięki temu na poziomie molekularnym docho-



mgr Wioleta Małgorzata Tylman: doktorantka, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Zakład Genetyki w Toruniu



mgr Izabela Magdalena Rzeszutko: nauczyciel biologii w Zespole Szkół w Górsku



dr hab. Grażyna Dąbrowska: adiunkt, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Zakład Genetyki w Toruniu

dzi do interakcji pomiędzy komórkami bakteryjnymi (autochtonicznymi, jak i patogennymi) a komórkami ludzkimi. Drobnoustroje wpływają na poziom ekspresji genów gospodarza, zwłaszcza tych zapewniających im przetrwanie w organizmie człowieka (Seal i wsp., 2010). Pomiędzy mikroorganizmami a człowiekiem wytwarza się równowaga, która jest niezbędna do zachowania prawidłowego funkcjonowania organizmu. Dlatego też organizm człowieka i jego mikrobiom należy traktować jako superorganizm, a ich genomy można uznać za wspólny metagenom. Z genetycznego punktu widzenia na supermetagenom składają się geny populacji mikroorganizmów, stanowiące 99%, i geny ludzkie, które stanowią 1% (Górecka i wsp., 2014).

W celu poznania i scharakteryzowania mikroorganizmów wchodzących w skład mikrobiomu człowieka w roku 2009 rozpoczęto międzynarodowy projekt – Human Microbiome Project (HMP). Badania zainicjowane w ramach tego projektu miały na celu: i) sprawdzenie korelacji zmian stanu zdrowia człowieka, ze zmianami jego mikroflory, ii) rozwiązanie społecznych, prawnych i etycznych problemów związanych z badaniem mikroflory człowieka, iii) udoskonalenie obecnych metod oraz skonstruowanie nowych narzędzi technologicznych i bioinformatycznych.

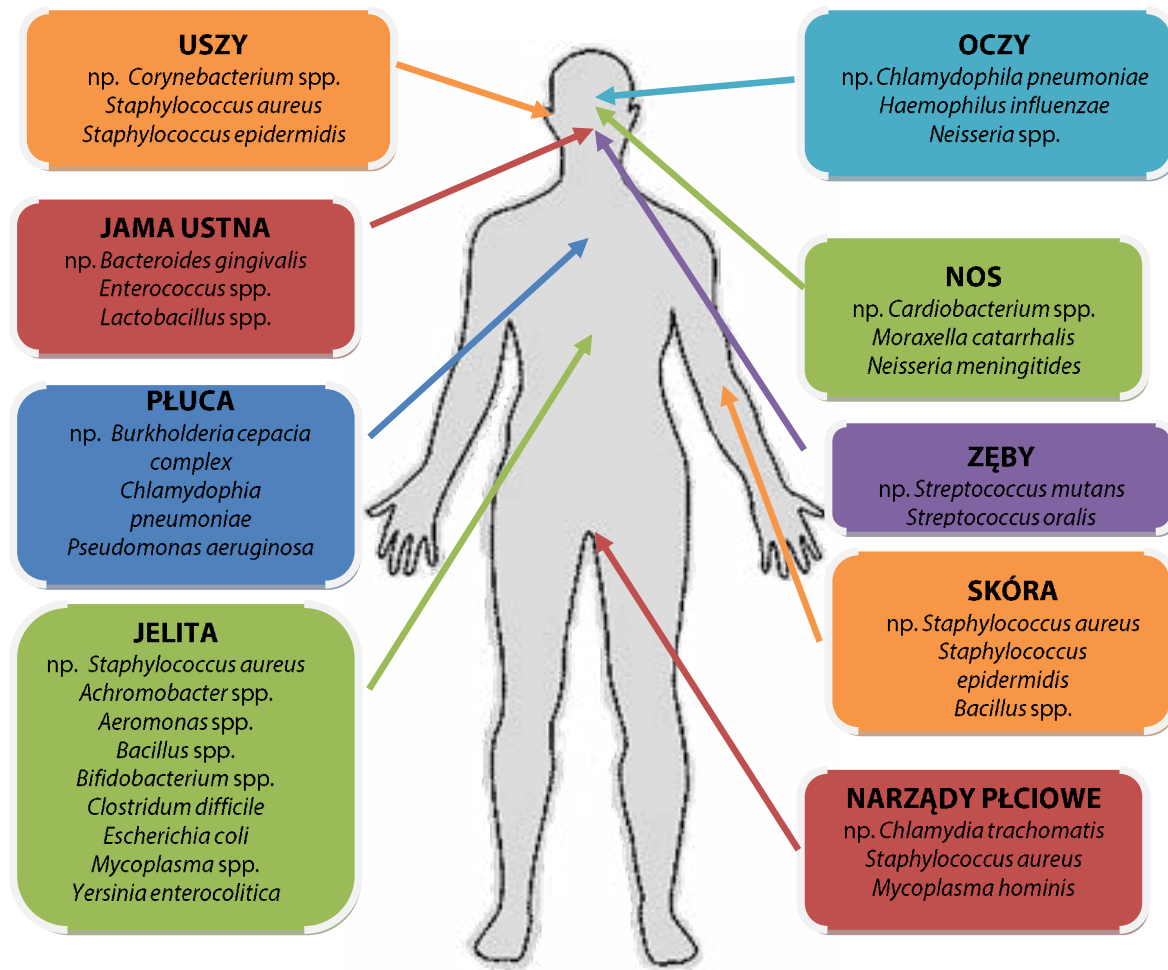
Badania wykonane w ramach projektu HMP sugerują związek składu mikroflory z chorobami, takimi jak: nowotwory, otyłość, cukrzyca i choroby autoimmunologiczne (Olszewska i Jagusztyn-Krynica, 2012).

Różnorodność drobnoustrojów a miejsce ich występowania w organizmie człowieka

Wiele grup mikroorganizmów występuje niemal w każdym organizmie ludzkim, jednak mimo to można zauważyć nieznaczne różnice pomiędzy mikrobiomami poszczególnych osób. Skóra jest fizyczną barierą,

a przede wszystkim chroni wnętrze ciała przed urazami, zakażeniem oraz działaniem substancji toksycznych. Mikroorganizmy komensalne wykrywane są w całym organizmie człowieka, szacuje się, że na cm² skóry, ich liczebność wynosi 1×10^7 (Edmonds-Wilson i wsp., 2015). Mikroorganizmy ukryte w porach mogą po „umyciu” ponownie kolonizować skórę. Skóra może hamować lub ograniczyć wzrost mikroorganizmów poprzez wydzielanie lekko kwaśnego potu i specyficznych peptydów. Naturalną równowagę drobnoustrojów na skórze może zakłócić stosowanie doustnych antybiotyków i mydeł antybakteryjnych. Bakterie występujące na skórze, takie jak: *Acinetobacter* spp., *Bacillus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* i *Staphylococcus aureus* chronią nas przed mikroorganizmami chorobotwórczymi (Huttenhover i wsp., 2012). Uszkodzona skóra umożliwia inwazję drobnoustrojów do krwiobiegu, która może być przyczyną zachorowania np. na tężec. Do zakażenia tężcem dochodzi podczas zranienia i zabrudzenia rany glebą. Wówczas do krwi przedostają się bakterie, tzw. laseczki tężca, wytwarzające toksynę tetanospasminę, która może przyczynić się do śmierci człowieka (dawka śmiertelna to ok. 0,01 mg tetanospasminy). Przykładem mikroorganizmów tworzących mikrobiom skóry człowieka są np. bakterie: *Propionibacterium acnes* i *Staphylococcus epidermidis*, które mogą powodować zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych. Natomiast infekcje grzybicze skóry mogą być spowodowane obecnością grzybów: *Microsporum* i *Trichophyton*, które wykorzystują keratynę obecną w skórze (Gliński i Kostro, 2015).

Mikrobiom jamy ustnej ze względu na zróżnicowanie pokarmu spożywanego przez człowieka jest stosunkowo zmienny. W jamie ustnej dochodzi do kontaktu z drobnoustrojami występującymi w otoczeniu np. w wodzie czy glebie. Ziarniaki *Streptococcus salivarius*, należące do bakterii Gram-dodatnich, jako pierwsze kolonizują jamę ustną noworodków. W późniejszym okresie życia



Ryc. 1. Obszary organizmu człowieka i przykłady występowania w nich wybranych mikroorganizmów stanowiących mikrobiom

Źródło: oprac. własne

są to pałeczki Gram-ujemne: *Campylobacter upsaliensis* i *Lactobacillus* oraz niektóre bakterie beztlenowe. Na zębach najczęściej występują bakterie kwasu mlekowego: *Streptococcus mutans* i *Streptococcus oralis*, które są przyczyną powstawania próchnicy. Bakterie *Streptococ-*

cus, charakteryzują się zdolnością do wzrostu w środowisku o niskim pH (poniżej 5). W badaniach prowadzonych na szczurach gnotobiotycznych (pozbawionych drobnoustrojów) wykazano, że namnażające się intensywnie bakterie z grupy *Streptococcus* były przyczyną

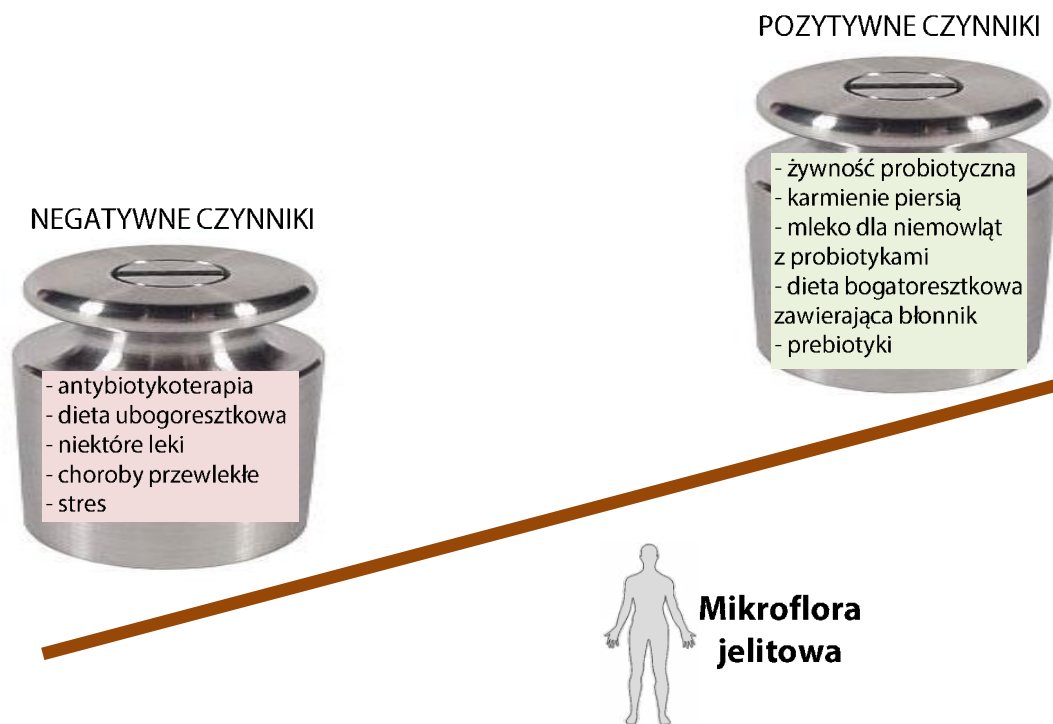
próchnicy. Bakterie występujące na zębach, różnią się od tych występujących w szczelinach międzyzębowych oraz tych, które znajdują się na języku i w ślinie. W jamie ustnej zidentyfikowano zarówno bakterie tlenowe, takie jak: *Pasteurella multocida*, *P. multocida* subsp. *septica*, *Streptococcus* spp. oraz bakterie beztlenowe np.: *Bacteroides* spp., *Prevotella* spp., *Porphyromonas* spp. (Łuczak i wsp., 2004).

Z uwagi na funkcje pełnione przez jamę nosową, takie jak: nawilżanie, ogrzewanie i oczyszczanie wprowadzonego do płuc powietrza, obecny jest tam charakterystyczny mikrobiom, będący podstawową barierą obronną przed patogenami wziewnymi (Dżaman i wsp., 2005). Pułapką dla mikroorganizmów przedostających się drogą wziewną są rzęski i wyściółka śluzowa znajdująca się wewnątrz nosa. W skład mikrobiomu jamy nosowej wchodzi: *Corynebacterium accolens*, które po przedostaniu się do krwioobiegu mogą spowodować poważne infekcje i być przyczyną rozerwania naczyń krwionośnych, *Staphylococcus aureus* – będący głównym sprawcą zakażeń pooperacyjnych, *Staphylococcus epidermidis* – bakterie powlekające śluzówkę nosa. Natomiast w przypadku zainhalowania przez jamę nosową zarodników grzyba *Aspergillus* u osób z osłabionym układem immunologicznym może dochodzić do infekcji grzybowej w płucach. Wiadomo, że zastosowanie leków wziewnych czy antybiotyków doustnych może doprowadzać do zmiany mikroflory w jamie nosowej (Górecka i wsp., 2014).

Skład mikroflory jelitowej zależy od wieku człowieka, tak więc inny jest u noworodka niż u osoby dorosłej czy osoby w podeszłym wieku. Mikrobiom jelit noworodka stanowią przede wszystkim bakterie z rodzaju: *Bifidobacterium*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* i *Streptococcus*. U dzieci dwuletnich, kiedy to mniej więcej dochodzi do ustabilizowania się mikroflory jelitowej, obserwuje się jej funkcje, takie jak: fermentacja

składników odżywczych, udział we wchłanianiu elektrolitów i soli mineralnych, ochrona przed patogenami oraz stymulacja układu odpornościowego (Mariat i wsp., 2009). U zdrowej osoby dorosłej flora jelitowa ma głównie pozytywny wpływ na metabolizm gospodarza (Binek, 2011). W skład mikrobiomu jelit osoby dorosłej wchodzi m.in.: *Bacillus* spp., *Bacteroides* sp., *Bifidobacterium* spp., *Clostridium coccoides*, *Clostridium leptum*, *Escherichia coli* i *Yersinia enterocolitica* (Mariat i wsp., 2009). U osób w starszym wieku zaobserwowano zmniejszenie liczby bakterii: *Bacteroides* sp. i *Bifidobacterium* oraz *Lactobacillus*, natomiast wzrost bakterii

beztlenowych, w tym bakterii *Escherichia coli* (Olszewska i Jagusztyn-Krynica, 2012). Mikroorganizmy kolonizujące jelita przede wszystkim wspierają procesy trawienne, poprawiają przyswajalność składników mineralnych i elektrolitów (Ca, Na, Mg i K), biorą udział w wytwarzaniu witamin np. z grupy B czy K. W górnej części przewodu pokarmowego występuje mniejsza liczba mikroorganizmów niż w dolnym odcinku jelit. Górny odcinek przewodu pokarmowego skolonizowany jest przez bakterie tlenowe, podczas gdy w dolnym odcinku bytują głównie bakterie beztlenowe (Mroczyńska i wsp., 2011). Przykładem bakterii zasiedlającej jelita są



Ryc. 2. Czynniki wpływające na skład mikroflory jelitowej człowieka

Źródło: oprac. własne.

Bacteroides thetaiotaomicron, które powodują fermentację w jelicie węglowodanów prostych, uwalniając CO₂ i wodór, natomiast archeobakteria *Methanobrevibacter smithii* wykorzystuje wodór produkowany przez *Bacteroides* i wytwarza metan, który jest usuwany z jelit jako „gaz” (Olszewska i Jagusztyn-Krynica, 2012). Inną bakterią występującą bardzo licznie w jelicie jest *Ruminococcus* sp., która jest zdolna do rozkładania celulozy, pomaga więc w procesie trawienia pokarmu. Z kolei *Helicobacter pylori* – bakteria kolonizująca żołądek, u niektórych osób może być główną przyczyną wrzodów żołądka. Co ciekawe wykazano, że aż około 80% suchej masy kału człowieka stanowią drobnoustroje. Bakterie występują najliczniej w jelicie grubym. Należą do nich m.in.: *Bacteroides fragilis*, *Bacteroides melaninogenicus*, *Bacteroides oralis*, *Clostridium perfringens*, *E. coli* i *Lactobacillus* (Mroczyńska i wsp., 2011). Szereg czynników wpływa negatywnie na mikroflorę jelitową, można tu wymienić: leki, antybiotykoterapie, dietę ubogoresztkową oraz choroby. Natomiast pozytywne czynniki to: mleko z dodatkiem probiotyków, dieta bogatobiałkowa zawierająca dużą ilość błonnika, karmienie piersią, żywność probiotyczna zawierająca pożyteczne żywe mikroorganizmy, bakterie czy drożdże, wzmacniające i przywracające naturalną równowagę organizmu i układu odpornościowego oraz prebiotyki będące nietrawionymi przez człowieka związkami, które wspomagają wzrost korzystnych dla organizmu człowieka bakterii jelitowych. W celu zachowania równowagi w jelitach i utrzymania organizmu w dobrej kondycji należy eliminować elementy negatywne wymienione w ryc. 2 (Sonnenburg i wsp., 2016), zwłaszcza, że istnieją też naturalne bariery utrudniające przedostawanie się bakterii do jelit. Należą do nich: ślina i żółć, niskie pH, układ odpornościowy gospodarza, znalezienie miejsca do zasiedlenia ściany jelita i przetrwanie zróżnicowanej diety gospodarza.

Zmiany składu mikrobiomu a schorzenia człowieka

Wykazano, że choroby cywilizacyjne, takie jak nowotwory, mogą być związane z zaburzeniami w składzie mikroflory jelitowej. Szacuje się, że 15% chorób nowotworowych wywołanych jest przez infekcje bakteryjne. Do najczęstszych należą nowotwory jelita grubego i odbytu. Przeprowadzono szereg badań mających na celu poznanie udziału i roli probiotyków oraz prebiotyków w zapobieganiu kancerogenezie. Wykazano, że niektóre szczepy bakteryjne pełnią ochronną rolę przed nowotworami, gdyż są zdolne do produkowania maślanu. Przykładem są bakterie: *Bifidobacterium* spp., *Eubacterium recitale*, *Roseburia* spp. (Olszewska i Jagusztyn-Krynica, 2012). W badaniach przeprowadzonych na myszach zaobserwowano, że myszy pozbawione mikroorganizmów są mniej podatne na nieswoiste zapalenie jelita, co w konsekwencji zmniejsza ryzyko pojawienia się nowotworów jelita grubego. Natomiast myszy z mikroflorą jelitową są dużo bardziej narażone na rozwój nowotworów (Uronis i wsp., 2009).

Zmiany w obrębie flory jelitowej wiążą się ze wzrostem zachorowań na choroby metaboliczne, w tym otyłość i cukrzycę typu 2 oraz różnego rodzaju alergię. Skład flory jelitowej osób otyłych jest inny niż u osób o prawidłowej wadze (Gliński i Kostro, 2015). Flora bakteryjna osób otyłych zawiera więcej bakterii *Firmicutes* i odpowiednio mniej bakterii *Bacteroides* niż flora bakteryjna osób szczupłych, co skłania do przypuszczenia, że różnice w pozyskiwaniu energii z trawionego pożywienia mogą być efektem odmiennego składu mikroflory (Dibaise i wsp., 2009). Z kolei u osób będących na niskokalorycznej diecie wraz z utratą wagi wzrasta liczba bakterii *Bacteroides* (Olszewska i Jagusztyn-Krynica, 2012). Naukowcy mają różne poglądy na temat zmiennej ilości tych bakterii w organizmach o różnej wadze

jest podzielony. Niektórzy badacze zaobserwowali spadek bakterii *Bacteroides* u osób otyłych, ale nie odnotowali zmian w ilości bakterii należących do *Firmicutes* (Turnbaugh i wsp., 2009), inni zaś nie stwierdzili zmian w ilości bakterii należących zarówno do *Bacteroidetes* jak i *Firmicutes* (Mai i wsp., 2009). W badaniach wykazano również, że myszy nie posiadające mikroflory jelitowej nie tyły, chociaż przyjmowały pożywienie z dużą zawartością cukru i tłuszczu w przeciwieństwie do myszy, które posiadały mikroflorę jelitową. W kolejnym eksperymencie myszom gnotobiotycznym przeszczepiono mikroflorę jelitową pochodzącą od myszy otyłych. W krótkim czasie u tych myszy zaobserwowano przyrost tkanki tłuszczowej. W innym przypadku, gdy myszom gnotobiotycznym przeszczepiono mikroflorę pobraną od mysz szczupłych, wówczas myszy te nie zwiększały masy ciała (Turnbaugh i wsp., 2008).

Zaburzenia składu mikroflory wiążą się z występowaniem wielu chorób, takich jak: reumatoidalne zapalenie stawów, astma, nadciśnienie, choroby sercowo-naczyniowe, autyzm, depresja oraz stwardnienie rozsiane czy niealkoholowe, tłuszczeniowe zapalenie wątroby (Nagpal i wsp., 2014).

W innych badaniach wykazano, że mikroflora jelitowa wpływa na odpowiedź poszczepienną. Bakterie występujące w jelitach przyczyniają się do dojrzewania, znajdujących się w tym środowisku limfocytów T, odpowiadających za komórkową reakcję odpornościową. Przeprowadzone badania nad skutecznością doustnych szczepionek przeciwko: polio, cholerze i zakażeniom rotawirusami, wykazują niższą immunogenność u osób wywodzących się z krajów rozwijających się w porównaniu do osób z krajów wysokorozwiniętych. Szczepionkę przeciwko cholerze podano dzieciom nikaraguańskim i dzieciom szwedzkim. U dzieci nikaraguańskich zaobserwowano niższą odpowiedź immunologiczną, niż u dzieci szwedzkich. Okazało się, że bakterie dużo

szybciej namnażały się w jelitach dzieci pochodzących z krajów ubogich. Kolejne badania przeprowadzono zarówno u osób dorosłych, jak i u dzieci z użyciem szczepionki na bazie bakterii *Shigella flexneri* w Bangladeszu i w USA. U Amerykanów wykazano wysoką odporność poszczepienną w przeciwieństwie do ludności z Bangladeszu. Doświadczenia przeprowadzano także na kurczętach, którym wczesne podanie antybiotyków ograniczyło skład ich mikrobiomu. Wpłynęło to na wzrost przeciwciał po immunizacji ptaków drogą pokarmową. Doświadczenie to pokazuje, że niektóre populacje bakterii mają wpływ na poszczepienną odpowiedź immunologiczną. Niektóre probiotyczne bakterie wpływają na zwiększenie odpowiedzi poszczepiennej przeciwko cholercie, polio, zakażeniom rotawirusowym jak również salmonellozie. Probiotyki powodują ograniczenie wzrostu populacji niektórych bakterii, a jednocześnie stymulują wzrost innych szczepów (Binek, 2011).

Podsumowanie

Wewnątrz organizmu człowieka, jak i na jego powierzchni znajdują się miliony mikroorganizmów. Dlatego poznanie mikrobiomu ludzkiego jest niezmiernie ważne dla zrozumienia, w jaki sposób możliwe jest zachowanie organizmu w pełnym zdrowiu. Prawidłowy skład ilościowy i jakościowy drobnoustrojów jelit stymuluje układ immunologiczny. Jednak na zaburzenie homeostazy organizmu może wpłynąć wiele czynników, takich jak: niewłaściwa dieta, stres, choroby czy przyjmowanie antybiotyków. Wymienione czynniki mogą przyczynić się do nadmiernego rozwoju bakterii chorobotwórczych. Dlatego tak ważna jest szeroko pojęta edukacja na temat mikrobiomu ludzkiego, który odgrywa decydującą rolę w prawidłowym funkcjonowaniu naszego organizmu. Jednocześnie powinniśmy uświadomić sobie, że mikroorganizmy tworzące nasz

własny mikrobiom interweniują zarówno w ewolucję, jak i w funkcjonowanie całego świata ożywionego. Przed naukowcami wciąż istnieje wiele pytań, a dopiero uzyskiwanie kolejnych odpowiedzi na te pytania, będzie drogą prowadzącą do pełnego zrozumienia znaczenia mikroflory towarzyszącej organizmowi człowieka oraz jej potencjalnego znaczenia w patogenezie różnych chorób. Wiele badań dotyczących mikrobiomu prowadzonych jest na zwierzętach, a ich wyniki nie zawsze potwierdzają się u ludzi. Przyczyną jest to, że aby zapewnić porównywalność wyników, zwierzęta wykorzystywane do badań naukowych żyją w tych samych warunkach i są na tej samej diecie, podczas gdy w przypadku ludzi występują różnice pomiędzy badanymi osobami, takie jak: wiek, dieta, choroby, uwarunkowania genetyczne, warunki bytowe czy przyjmowanie leków.

Literatura

- Binek M (2012). Mikrobiom człowieka – zdrowie i choroby. *Postępy Mikrobiologii*, 51, 1: 27-36.
- Boon E, Meehan CJ, Whidden C, Wong DH, Langille MG, Beiko RG (2014). Interactions in the microbiome: communities of organisms and communities of genes. *FEMS Microbiological Reviews*, 38, 1:90-118.
- Dibaise J, Zhang H, Crowell M, Krajmalnik-Brown R, Decker A, Rittman B (2009). Flora bakteryjna jelit i jej potencjalny związek z otyłością. *Medycyna po Dyplomie*, 18, 40-52.
- Dżaman K, Jadcak M, Rapięsko P, Usowski J, Jurkiewicz D (2005). Ankietowe badanie jakości życia pacjentów z zaburzoną drożnością nosa. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, VOL. LX, SUPPL. XVI, 90 SECTIO D: 416-420.
- Edmonds-Wilson SL, Nurinova NI, Zapka CA, Fierer N, Wilson M (2015). Review of human hand microbiome research. *Journal of Dermatological Science*, 80(1), 3-12.
- Gliński Z, Kostro K (2015). Mikrobiom- charakterystyka i znaczenie. *Życie Weterynaryjne*, 90, 7: 446-450.
- Górecka D, Nowiński A, Augustynowicz-Kopec E (2014). Mikrobiom układu oddechowego. *Pneumonologia i Alergologia Polska*, 82, 481-485.
- Huttenhower C, Gevers D, Knight R, Abubucker S, Badger JH, i in. (2012). Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*, 486: 207-214.
- Luczak M (2004). *Podstawy mikrobiologii dla stomatologów*, Wydawnictwo lekarskie dla stomatologów PZWL.
- Mai V, McCrary Q, Sinha R, Gleis M (2009). Associations between dietary habits and body mass index with gut microbiota composition and fecal water genotoxicity: an observational study in African American and Caucasian American volunteers. *Nutrition*, 8(49) doi: 10.1186/1475-2891-8-49.
- Mariat D, Firmesse O, Levenez F, Guimaraes V, Sokol H, Doré J, Corthier G, Furet JP (2009) Firmicutes/Bacteroidetes ratio of the human microbiota changes with age. *BMC Microbiology*, 9: 123-125.
- Mroczyńska M, Libudzisz Z, Gałęcka M, Szachta P (2011). Mikroorganizmy jelitowe człowieka i ich aktywność metaboliczna. *Przegląd Gastroenterologiczny*, 6(4): 1-7.
- Nagpal R, Yadav H, Marotta F (2014). Gut Microbiota: The Next-Gen Frontier in Preventive and Therapeutic Medicine? *Frontiers in Medicine*, 1: 15, doi: 10.3389/fmed.2014.0001510.3389/fmed.2014.00015.
- Olszewska J, Jagusztyn-Krynica E (2012). Human Microbiome Project – Mikroflora jelit oraz jej wpływ na fizjologię i zdrowie człowieka, *Postępy Mikrobiologii*, 51(4): 243-256.
- Seal JB, Marowitz M, Zabornia O, An G, Alverdy JC (2010). The molecular Koch's postulates and surgical infection: a review forward, *Surgery*, 147: 757-765.
- Sonnenburg ED, Smits SA, Tikhonov M, Higinbottom SK, Wingreen NS, Sonnenburg JL (2016). Diet-induced extinctions in the gut microbiota compound over generations. *Nature*, 529: 212-215.
- Turnbaugh P, Backhed F, Fulton L, Gordon J (2008). Diet-induced obesity is linked to marked but reversible alterations in the mouse distal gut microbiome. *Cell Host Microbe*, 3: 213-223.
- Turnbaugh P, Hamady M, Yatsunenko T, Cantarel B, Duncan A, Ley R, Sogin M, Jones W, Roe B, Affourtit J, Egholm M, Henrissat B, Heath A, Knight R, Gordon J (2009). A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature*, 457: 480-484.
- Uronis J, Mühlbauer M, Herfarth H, Rubinas T, Jones G, Jobin C (2009). Modulation of the intestinal microbiota alters colitis-associated colorectal cancer susceptibility. *Public Library of Science*, 4: 6026-6028.

Human microbiome and its importance for the proper functioning of the organism

Wioleta Małgorzata Tylman, Izabela Magdalena Rzeszutko, Grażyna Dąbrowska

The human microbiome consists of microorganisms forming biocenosis that is only slightly different among persons. Various types of microbiota that colonize human skin, mouth, nose, gut are studied. Trillions of microorganisms harboured in human gut play essential role among other in immune system and metabolism. In microbiome the healthy person the balance between pathogenic and non-pathogenic microorganisms is maintained. On the other hand in the body with weakened immune systems, comes into serious imbalance in microbiome and an uncontrollable expansion in pathogenic bacteria. It is demonstrated that important factors determining the species diversity of microorganisms in the human microbiome are type of diet and lifestyle. Results of the research on the human microbiome may contribute to the understanding of our needs of food, so important because of the necessity the prevention of lifestyle diseases including: obesity, cancer and diabetes by developing new recommendations in relation to food production and its consumption.

Key words: microorganisms, microbiome, diseases, Human Microbiome Project

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele:

- 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:

- IV. Przegląd różnorodności organizmów. 3. Bakterie. Uczeń:
 - 4) przedstawia rolę bakterii w życiu człowieka (...)
- VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe Uczeń:
 - 7) wykazuje rolę zależności mutualistycznych w przyrodzie posługując się poznanymi przykładami.

Owady – źródło wiedzy i inspiracji dla człowieka

Jan Boczek, Małgorzata Kielkiewicz

zgodność z PP – zob. s. 40

Streszczenie:

Owady stanowią znaczącą część fauny i budują różnorodność biologiczną zoocenozy. Poznając ich zachowanie, fizjologię i zwyczaje człowiek jest w stanie zrozumieć, dlaczego tak wspaniale przystosowały się do życia w różnych środowiskach (gleba, rośliny, zwierzęta, produkty organiczne, woda). Niektóre z ich umiejętności są wykorzystywane do celów działalności człowieka.

Organizacja budowy owadów oraz ich umiejętności są niezwykle. Skrzydła ułatwiają im szybką zmianę środowiska. Owady potrafią trawić bardzo różne produkty (wełna, воск, drewno) a przedstawiciele niektórych gatunków są w stanie same wytwarzać pokarm, jedwab czy nawet światło. Organizują się w precyzyjnie funkcjonujące społeczności, tworzą rasy odporne na toksyny. Procesy wzrostu i rozwoju przechodzą u nich pod nadzorem skomplikowanego układu hormonalnego. W swoich procesach rozrodczych wykorzystują afrodyzjaki, feromony oraz „prezenty ślubne”. Potrafią również opiekować się potomstwem.

Słowa kluczowe: drony, mutualistyczne bakterie, uprawa grzybów, życie społeczne, odporność na pestycydy, feromony, hormony, afrodyzjaki, prezenty ślubne, opieka nad potomstwem, jedwabne nici, produkcja światła, przewidywanie pogody

otrzymano: 8.01.2016; przyjęto: 13.06.2016; opublikowano: 30.09.2016



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



dr hab. Małgorzata Kielkiewicz, prof. nadzw. SGGW: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Samodzielny Zakład Entomologii Stosowanej

Wstęp

Dotychczas opisano blisko milion gatunków owadów, co stanowi około 80% fauny żyjącej na kuli ziemskiej. Przez co najmniej 400 mln lat, aż do dzisiaj, owady i inne stawonogi przystosowywały się do środowiska i robią to nadal. Budowa owadów, ich zachowanie, zdolności adaptacyjne i osiągnięcia stały się inspiracją dla wielu praktycznych rozwiązań w życiu i gospodarce człowieka. Powinniśmy jednak pamiętać o tym, że owady wypracowały wiele zachowań nagannych z punktu widzenia naszej kultury, np. zachowania terrorystyczne, kanibalistyczne, piractwo, kłusownictwo, narkomanie, niewolnictwo, poligamię, prostytutkę, masochizm, kaziroddwo czy kidnaping.

Liczne stawonogi atakują, skutecznie zasiedlają i wreszcie niszczą rośliny uprawne. Zwalczamy je, stosując zoocydy, lub odstraszamy, stosując repelenty. Obok szkodliwych owadów i roztoczy, kleszcze i komary postrzegane są jako najwięksi wrogowie człowieka. Rozprzestrzeniają groźne choroby i corocznie powodują ogromną śmiertelność wśród ludzi i zwierząt domowych. Dokuczliwe są także meszki, baki, karaczany, pchły czy wszy. Ponadto roślinożerne stawonogi, takie jak rozkruszk, wołki, trojszyki, gąsienice licznych motyli, atakują przechowywane produkty spożywcze oraz obiekty muzealne (Eisner, 2003).

Aktywność szkodliwych stawonogów wymusza produkcję nowoczesnych zoocydów i odpowiedniej aparatury do ich stosowania. Na świecie przemysł ten wart jest corocznie biliony złotych. W Polsce roczne koszty ochrony roślin uprawnych ocenia się na około miliard złotych, a koszt ochrony samych sadów jabłoniowych wart jest ponad 200 mln zł. Z licznych przykładów wiadomo, że nieumiejętne stosowanie środków ochrony roślin (insektycydów, akarycydów) skutkuje bardzo szybkim wytworzeniem odpornych ras szkodników.

Zarazem presja ze strony konsumentów domagających się stosowania coraz bezpieczniejszych środków ochrony roślin wymusza poszukiwanie nowych zoocydów i repelentów (Peterson i Coats, 2001).

Poniższa praca zwraca uwagę na szczególnie interesujące przykłady budowy, zachowania czy zdolności adaptacyjne stawonogów, które albo już zostały wykorzystane przez człowieka, albo stanowią źródło inspiracji na przyszłość.

Dodajmy sobie skrzydeł

Obok ptaków i nietoperzy, tylko owady są jeszcze latającą grupą zwierząt. U 98% gatunków owadów osobniki dorosłe mają 4 lub 2 skrzydła, utworzone z płaskich uwypukleń okryw ciała. Skrzydła przednie zapewniają owadowi siłę ciągu, a tylne siłę nośną. U chrząszczy mniejsze, przednie skrzydła to skórzaste pokrywy zapewniające ochronę zwykle większym i delikatnym skrzydłom błoniastym. Mięśnie poruszające skrzydłami owadów mogą wykonywać ponad 1000 skurczów w ciągu sekundy i nawet tylokrotnie mogą one trzepotać skrzydłami. Bielinek kapustnik lata, uderzając skrzydłami 6–9 razy/sek., pszczoła 200 razy/sek., ale obciążona pyłkiem zwiększa liczbę uderzeń do 330 razy/sek. Komar uderza skrzydłami nawet do 600 razy/sek. Te niezwykle zdolności, owady zawdzięczają nie tylko szczególnej budowie ciała, ale i efektywnemu metabolizmowi układu oddechowego oraz wydajnej pracy mięśni.

Szybkość lotu owadów zależy od wielkości organizmu, wielkości skrzydeł i metabolizmu mięśni skrzydeł. Większość owadów lata z prędkością poniżej 15 km/godz., wolniej od ptaków; mogą one jednak łatwo pionowo startować i lądować, manewrować we wszystkich kierunkach, a także zawisać w powietrzu. Niektóre muchówki latają z szybkością do 250 km/godz. Szyb-

kość lotu owadów zależy od temperatury ciała, która w czasie lotu może się zwiększać nawet o 10°C. Niektóre motyle i szarańczaki mogą pokonywać bez odpoczynku do 5000 km. Niektóre z nich łapano nad morzami w odległości 1800 km od lądu (Boczek, 1999a).

U pcheł i wszy nastąpił wtórny zanik skrzydeł, ale owady te mogą wysoko skakać. Na przykład pchła skacze na wysokość ponad 25 cm, co 130-krotnie przekracza długość jej ciała. Karaczan amerykański biega z prędkością 4,5 km/godz., co odpowiadałoby szybkości poruszania się człowieka, wynoszącej około 315 km/godz.

Znajomość budowy i zachowania owadów została wykorzystana w najnowszych osiągnięciach robotyki. Skonstruowano latające mikropojazdy powietrzne typu pszczoły-drony, motyle-drony czy ważki-drony, które mogą docierać do miejsc, gdzie nie dostanie się ani człowiek ani sprzęt większy od dronów. Większość dronów sprawnie lata, niektóre z nich wyposażone są w fotodetektory. Mogą one być nieocenioną pomocą w misjach ratunkowych, szpiegowskich czy w transporcie. W przyszłości oczekuje się dalszej minimalizacji tych urządzeń, np. do wielkości komara.

Trawienie w symbiozie

Owady opanowały bardzo różne środowiska – żyją na roślinach, w drewnie, w glebie, a nieliczne w wodzie. Przewód pokarmowy każdego gatunku owada charakteryzuje się określoną budową, zakresem pH i obecnością specyficznych enzymów trawiennych. Trawienie w układzie pokarmowym owada jest procesem skomplikowanym. Zwykle chemoreceptory odbierają informację o pokarmie, a czynnik humoralny (5-hydroktryptamina) odpowiada za aktywację i właściwe funkcjonowanie enzymów trawiących cukry (amylaza, maltaza, inwertaza), białka (peptydazy, proteazy) czy

tłuszcze (lipazy). Jednak procesy trawienne niektórych owadów wymagają pomocy ze strony symbiotycznych mikroorganizmów. Dzięki obecności mikroflory w przewodzie pokarmowym niektóre owady mogą doskonale wykorzystywać produkty trudno strawialne, takie jak np. wełna, воск czy drewno. W wosku żyje mól woskowy (*Galleria melonella*), niewielki motyl, łatwy w hodowli, o wysokiej płodności (do 1500 jaj), którego larwy (do 25 mm długości) są powszechnie wykorzystywane jako pokarm dla zwierząt terraryjnych. Odzież atakują larwy mola ubraniowego (*Tinea biseliella*), motyla nocnego (rozpiętość skrzydeł 11 mm; płodność 60 jaj; rozwój pokolenia do 2 lat), które najchętniej odżywiają się futrem, piórami, materiałami wełnianymi i bawełnianymi. Setki gatunków chrząszczy (np. kołatek czy spuszczel) odżywiają się drewnem. Larwy kołatka niszczą meble i konstrukcje z drewna, przy czym każdy gatunek kołatka wybiera do życia drewno określonego gatunku, o określonej wilgotności i temperaturze otoczenia, a nawet obecności odpowiednich grzybów (Boczek, 2001). Larwy kołatków, choć same nie potrafią trawić celulozy, korzystają z pomocy drożdży z klasy *Saccharomycetes*. Podobnie termity, w zależności od gatunku, trawią celulozę z udziałem pierwotniaków lub bakterii.

U bardzo wielu gatunków owadów z przewodem pokarmowym związane są symbiotyczne zgrupowania mikroorganizmów dostarczające owadowi niezbędnych aminokwasów i witamin, których sam nie potrafi wytwarzać. Na przykład mszyca grochowa (*Acyrtosiphon pisum*), żyjąc w symbiozie z bakterią *Buchnera aphidicola*, zapewnia sobie syntezę niezbędnych dla wzrostu aminokwasów, chociaż w soku floemowym pobieranym z roślin bobu (*Vicia faba*) aminokwasy te występują w nieodpowiednim składzie (Gündüz i Douglas, 2009). *B. aphidicola* syntetyzuje więc niezbędne aminokwasy (poza metioniną) w ilościach pokrywających deficyty pokarmowe mszycy.

Warto też wspomnieć, że dokładne poznanie funkcjonowania enzymów trawiennych szkodliwych stonogów oraz inhibitorów hamujących ich aktywność (np. proteaz serynowych, cysteinowych, aspartylowych oraz amylaz) to perspektywa pozyskania roślin transgenicznych, zdolnych do inaktywacji enzymów trawiennych szkodnika i tym samym ograniczających jego funkcje życiowe bez potrzeby stosowania chemicznych środków ochrony roślin.

Owadzi farmerzy – gwarancja samowystarczalności

Trzy grupy owadów – mrówki, termity i chrząszcze, aby wyżywić siebie i swoje larwy, uprawiają grzyby. Mrówki grzybiarki, to około 200 gatunków tych owadów żyjących w Afryce i Azji. Potrafią one utrzymywać grzyby w komorach wydrążonych w ziemi; niektóre z nich jako podłoża dla grzybów używają roślinnego kompostu, inne zaś pociętych fragmentów liści. W południowej i centralnej Ameryce mrówki „liściowe” uszkadzają, a niekiedy nawet bardzo niszczą rośliny uprawne. Drążą w ziemi komory, wynosząc na powierzchnię dziesiątki ton ziemi. Najpierw komorę zasiedla zapłodniona samica, która przynosi inokulum grzyba, a później komorę obsługują mrówki, których zadaniem jest utrzymanie jednogatunkowej grzybni, niszczenie wrogich organizmów, wymiana starego podłoża na nowe, odnawianie upraw grzyba oraz systematyczne dbanie o higienę komory.

W Afryce i Azji żyje około 330 gatunków termitów, które uprawiają grzyby z rodzaju *Termitomyces* na podziemnych poletkach ułożonych w centralnej części termitiery. Podłożem do uprawy grzybów jest kał zbierany przez termitów „robotników”. Uprawa grzybów wymaga utrzymania stałej temperatury (ok. 30 °C), odpowiedniej wilgotności i niskiego poziomu CO₂. W od-

dzielnej komorze kilka służebnych termitów gromadzi śmiecie i niepotrzebne odpady (Ślepiński, 2014).

Chrząszcze z podrodzin Scolytinae i Platypodinae (3.400 gatunków) drążą w drzewach galerie, w których żyją i składają jaja. Ich pokarmem są grzyby utrzymywane na ścianach galerii (Müller i Gerardo, 2002). Chociaż wiele z tych chrząszczy drąży w żywych drzewach i jest poważnymi szkodnikami, to utrzymywanie w tych swoistych pieczarkarniach higieny, odpowiedniej temperatury, wilgotności czy zawartości CO₂ może budzić podziw.

Współpraca w społeczeństwie zorganizowanym

Do owadów społecznych należą wszystkie termity oraz niektóre błonkówki spośród rodzin pszczołowatych, mrówkowatych i osowatych. Owady te tworzą zorganizowane społeczeństwa z podziałem pracy. W kolonii termitów formami rozrodczymi są królowa i król. Pozostałe kasty składają się z żołnierzy (niekiedy dużych, z dużymi szczękami i gruczołami jadowymi) i robotnic (różnej wielkości i budowy, w zależności od funkcji jaką pełnią w kolonii). Kolonie termitów żyją w zbudowanych przez siebie kopcach, miejscami wystających nad ziemią nawet na kilka metrów z regulowaną temperaturą, wilgotnością, zawartością tlenu i CO₂. Niektóre z nich budują swoje termitiery ponad 30 m w głąb ziemi, wykonując prace wielokrotnie większą niż zbudowanie piramidy Cheopsa.

Wszystkie mrówki żyją w koloniach tworząc mrówczą społeczność. Wychodząc poza kolonię, nie mają szansy przeżycia. Robotnice w zależności od pełnionej w mrowisku funkcji różnie wyglądają, ale zawsze działają w altruistyczny sposób, na wzór koleżeństwa i współpracy. W tej zbiorowości ujawnia się mrówcza inteligencja. Mrówka rudnica (*Formica rufa*), leśna błonkówka, odbywa lot godowy latem. Po kopulacji sa-

miec ginie, a samica odgryza sobie skrzydła, sporządza dołek w gruncie i rozpoczyna trawienie mięśni skrzydeł do czasu, aż ze złożonych jaj wykształcą się pierwsze robotnice. Będą one zdobywać pokarm (np. larwy szkodliwych owadów, owoce, spadź), żywić królową, powiększać gniazdo czy opiekować się rozwojem następnych pokoleń robotnic. Królowa składa nawet do 300 jaj dziennie i żyje do 15 lat. U niektórych gatunków mrówek wytworzyły się specjalne subkasty robotnic odpowiedzialnych za obronę gniazda, cięcie i przyniesienie liści oraz karmienie królowej. Często, w gniazdach mrówek jednych gatunków żyją mrówki innych gatunków, a nawet roztocze i pająki. Niektóre mrówki (np. zbójnica krwista, *Formica sanguinea*) napadają na inne mrówcze kolonie, wykradają jaja i larwy, by z nich stworzyć niewolników do prac w gnieździe.

Pszczoły żyją na ogół samotnie lub zakładają gniazda w grupach. Najwyższą formę organizacji osiągnęła pszczoła miodna (*Apis mellifera*). W Egipcie, już od XXX wieku p.n.e. zajmowano się hodowlą pszczół. Rój pszczeli obejmuje jedną królową, samice-robotnice niezdolne do rozrodu i trutnie, razem około 50 tys. osobników. Co roku królowa składa około 15 tys. jaj, a w całym życiu, nawet 750 tys. Robotnice żyją około 6 tygodni, ale zimujące znacznie dłużej – do 8 miesięcy. Pierwsze 10 dni, robotnice pracują w ulu, czyszcząc komórki plastrów, później karmią larwy i królową, a następnie wylatują z ula i zbierają pyłek i nektar. O pożytku informują towarzyszek tańcem. Z 3 kg nektaru, który robotnice przynoszą do ula powstaje zwykle 1 kg miodu. O zdrowotnych wartościach miodu napisano bardzo wiele (Stary i Kowalski, 2010). Oprócz miodu, pszczoły wytwarzają mleczko pszczele, propolis czy wosk, które wykorzystywane są w kosmetyce i medycynie (Kędzia i Hołderna-Kędzia, 2006; Sawicka i wsp., 2012; Kędzia i Hołderna-Kędzia, 2013). Niestety, pasożytniczy roztoc – dręcz pszczeli (*Varroa destructor*), występujący

w Polsce od 1980 roku, odżywiający się hemolimfą czerwiu i dorosłych pszczół, znacząco je osłabia (warroza). Występowanie tego pasożyta jest jedną z przyczyn licznych wyginięć tych owadów. Ocenia się, że w Polsce jest już około 30% mniej pszczół niż było 10 lat temu.

Trzmiel ziemny (*Bombus terrestris*) jest gatunkiem owada z rodziny pszczołowatych. W warunkach naturalnych buduje on gniazda tam, gdzie funkcjonują już społeczności trzmieli. Inne gatunki trzmieli też tworzą zorganizowane i dość liczne kolonie. Aparat gębowy tych błonkówek zaopatrzony jest w długi języczek, co pozwala im na wydajniejsze zapylanie kwiatów słabo dostępnych dla pszczół (np. lucerna, wyka, bób, koniczyna, nasturcja) w trakcie zbierania nektaru i pyłku. Co więcej, wykazują większą aktywność i pracowitość w zakresie zdecydowanie niższych temperatur niż pszczoły. Optymalizacja procesu zapylania jest ważnym czynnikiem poprawiającym jakość i ilość plonu wielu roślin uprawnych. W wielu gospodarstwach stosujących biologiczne metody zwalczania agrofagów, trzmiel różnych gatunków (*B. terrestris*, *B. terrestris audax*, *B. ignotus*, *B. canariensis*, *B. impatiens*) wspomagają zapylanie upraw warzywnych (pomidora) czy sadowniczych (czereśnia, wiśnia, borówka wysoka, truskawka, malina).

Obrona przed zoocydami

Szkodliwe owady od bardzo dawna zwalczane były przez człowieka, najpierw preparatami pozyskiwanymi z roślin (np. wrotycz dalmatyński, pokrzywa), a później zoocydami uzyskanymi na drodze syntez chemicznych. Środki ochrony roślin należy stosować w zalecanych dawkach i terminach dostosowanych do odpowiedniego stadium rozwojowego szkodnika. Jednak, gdy zachodzi konieczność powtórzenia zabiegu czy użycia środka w mieszaninie, nie zawsze pamiętamy, że nie należy stosować preparatów o podobnym mechanizmie działania.

Pod wpływem presji selekcyjnej, wynikającej np. z braku rotacji substancji czynnej pestycydu, szkodniki potrafią uodporniać się na stosowane trucizny. Dodatkowo, powstawaniu odporności szkodnika sprzyjać może uprawa monokultury (kukurydza, rzepak) na dużym obszarze czy stosowanie uproszczeń agrotechnicznych (Węgorek i wsp., 2011).

Zjawisko odporności agrofagów na środki ochrony roślin opiera się na różnych mechanizmach (Malinowski, 2000, 2001; Węgorek, 2011). Znaczące osłabienie skutków działania wielu zoocydów może wynikać np. z ograniczonej penetracji środka ochrony przez kutykulę szkodnika, ze zwiększonej sprawności enzymów detoksykacyjnych (monooksygenaz, hydrolaz, transferaz) szkodnika lub z ograniczonego powinowactwa receptorów (wskutek mutacji) układu nerwowego odpowiedzialnych za wiązanie substancji aktywnej zoocydu.

Ocenia się, że na świecie pierwsze cztery miejsca na liście szkodników o wysokim poziomie odporności na wiele zoocydów zajmują: przędziorek chmielowiec (odporny na 92 substancje czynne), tantniś krzyżowiaczek (odporny na 81 substancji czynnych), mszyca brzoskwińowa (odporna na 73 substancje czynne) i stonka ziemniaczana (odporna na 51 substancji czynnych) (Whalon i wsp., 2008). W Polsce, rasy odporne na środki ochrony roślin stwierdzono u stonki ziemniaczanej, słodyszka rzepakowego, chowacza podobnika (Węgorek i wsp., 2011), przędziorka owocowca (Maciesiak i Olszak, 2010) i przędziorka chmielowca (Gorzka i wsp. 2014). Obowiązujące od 1 stycznia 2014 roku zasady integrowanej ochrony roślin powinny skutecznie zapobiegać i opóźniać występowanie zjawiska odporności szkodnika na pestycydy (Zamojska i Malinowski, 2012). Jednak pogłębianie wiedzy o mechanizmach odporności owadów i roztoczy na pestycydy to w dalszym ciągu ważny element strategii zapobiegającej odporności. Co więcej, nabywanie przez owady odporności na substancje

czynne środków ochrony roślin wymusza poszukiwanie nowych, których oddziaływanie na szkodnika byłoby skuteczne i bezpieczne dla środowiska. Zarejestrowanie nowego zoocydu, spełniającego liczne wymogi (np. skuteczność w małych dawkach, bezpieczeństwo dla człowieka, pszczoł, owadów pożytecznych) jest coraz kosztowniejsze. Dlatego ceny nowych zoocydów są coraz wyższe, a ochrona roślin uprawnych stanowi coraz wyższy udział w kosztach uprawy.

Feromony i porozumiewanie się owadów

Feromony to związki, które występują pojedynczo lub w mieszaninach, wytwarzane są przez zwierzęta i rośliny, a wydzielane na zewnątrz organizmu służą do komunikowania się w obrębie własnego gatunku. Ułatwiają np. agregację, odstraszaają i wabią osobniki płci przeciwnej, regulują liczebność populacji własnego gatunku i populacji obcych (np. obronne, alarmowe, odstraszaające, rozpraszające, stymulatory składania jaj) lub umożliwiają odnajdowania drogi i pożywienia. Zwykle są to związki o charakterze lotnym. Wydzielane są w bardzo niskich stężeniach. Są niezmiernie istotne dla zachowania życia pojedynczych osobników i przetrwania gatunku. Np. kolonie mszyc zaatakowane przez biedronkę wydzielają z syfonów (*E*)- β -farnezen, feromon alarmu, dzięki czemu osobniki w kolonii rozpraszają się przed drapieżcą. Niektóre z feromonów, choć działają w niewielkich stężeniach, wykazują skuteczność na znaczne odległości. Samce motyli, zwykle dużo większymi czułkami niż czułki samic wyczuwają partnerkę z odległości kilku do kilkudziesięciu metrów. Bombykol, feromon płciowy wytwarzany przez samice jedwabnika morwowego (*Bombyx mori*), motyla z rodziny prządkowatych, wabi samce z odległości nawet 11 km. Obecnie feromony płciowe uzyskuje się na drodze syntezy chemicznej i znajdują one zastosowanie w pu-

łapkach feromonowych do monitorowania i pojawiania się wielu gatunków szkodników np. brudnicy nieparniki, owocówki jabłkoweczki, zwójek liściowych, mkliska mącznego, omacnicy spichrzanki, rolnic i innych. Dokładna analiza pułapek feromonowych umożliwia ocenę zagrożenia ze strony określonego gatunku i daje możliwość wskazania optymalnego terminu zabiegu interwencyjnego.

Hormony gwarancją wzrostu i rozwoju owada

Hormony to związki biologicznie czynne, wytwarzane przez układ endokryalny owadów w skład którego wchodzi gruczoły protorakalne, *corpora allata*, *corpora cardiaca* oraz różne zgrupowania komórek neurosekrecyjnych mózgu czy zwojów nerwowych. Pod nadzorem hormonów przebiegają procesy wzrostu, rozwoju i metamorfozy owadów, jak również metabolizm lipidów i węglowodanów oraz procesy rozrodcze, diapauza, behavior owadów dorosłych. Ekdyzon (ekdysteroid, hormon młodzieńczy) produkowany jest przez gruczoły protorakalne. Reguluje procesy metamorfozy owada. Odgrywa też ważną rolę w sterowaniu komórkowymi reakcjami obronnymi. Natomiast hormony juwenilne to grupa nienasyconych kwasów tłuszczowych produkowanych przez gruczoł *corpora allata*. Jest ich dużo w hemolimfie larw. Odpowiadają za syntezę kutykuli wszystkich stadiów rozwojowych oraz odgrywają istotną rolę w komórkowych reakcjach obronnych. Wzrost produkcji ekdyzonu z równoczesnym spadkiem poziomu hormonów juwenilnych skutkuje przejściem larwy w stadium poczwarki. Inne hormony owadzie to np. hormon mózgowy (PTTH), hormon wylinkowy, bursykon czy proktolina.

Wiedza podstawowa o procesach metamorfozy owada pozostających pod kontrolą układu hormonalnego jest niezbędna w poszukiwaniu takich środków

ochrony roślin, które zakłóciłyby prawidłowy przebieg metamorfozy w kierunku np. powstawania rozwojowych form przejściowych, niezdolnych do funkcjonowania czy reprodukcji (Aldrich i wsp., 1996).

Wyniki badań nad syntetycznymi analogami hormonów juvenilnych i hormonów linienia oraz związkami antyjuwenoidowymi doprowadziły do powstania preparatów mających zastosowanie w praktyce. Znane są syntetyczne inhibitory biosyntezy chityny, które hamują proces twardnienia oskórka, przez co zakłócają proces linienia larw np. owocówki jabłkoweczki. Zna-ne są też mimiki hormonu juvenilnego, które regulu-ją wzrost szkodnika. Wśród produktów pochodzenia roślinnego znajdują się również takie, które wykazują działanie juvenizujące. Przykładem takich produk-tów są nasiona miodli indyjskiej (*Azadirachta indica*) zawierające limonoidy (azadirachtyna). Są to związki, które hamują biosyntezę ekdyzonu, co skutkuje spowol-nieniem procesu przekształcania larw w osobniki doro-słe u wielu gatunków szkodliwych owadów i roztoczy.

W mózgu i w zwojach brzuszego łańcucha ner-wowego owada zlokalizowane są komórki neurosekre-cyjne, które produkują białka, pobudzające gruczoły protorakalne do produkcji i uwalniania ekdyzonu oraz pośrednio wpływają na efektywność reakcji obron-nych owada (Jarosz i Gliński, 1996; Marciniak i wsp., 2011). Choć opisano ponad 400uropeptydów, nie ma jeszcze pełnej wiedzy o sposobie ich oddziaływa-nia np. na rozród, behavior czy pracę mięśni owadów (Marciniak i Rosiński, 2007). Jednak w oparciu o zna-jomość struktury hormonów owadzich o charakterze peptydów i funkcjonowanie ich receptorów powstają nowe syntetyczne insektycydy i antyfidanty, wykazują-ce znaczną selektywność i nieszkodliwość dla środowi-ska (Gäde i Goldsworthy, 2003). Podobnie, na podsta-wie znajomości budowy i działania stabilnych krótkich peptydów z jądów pajaków udało się uzyskać bioinsek-

tycydy działające na owady: np. na krwiopijne koma-ry czy niektóre fitofagi (Windley i wsp., 2012). Jednak obecnie większość stosowanych insektycydów to głów-nie neurotoksyny działające na układ nerwowy owada. Na przykład insektycydy fosforoorganiczne i karbami-niany blokują acetylocholinoesterazę, kluczowy enzym układu nerwowego; neonikotynoidy działają na recep-tory acetylocholino; fenylopirazole zaburzają działanie postsynaptycznych receptorów kwasu gamma amino-masłowego (GABA), a pyretroidy (pochodne pirazoli) działają na napięciowo zależny kanał sodowy (Węgorrek i wsp., 2012).

Afrodyzjaki i pielęgnacja zachowań prokreacyjnych

Afrodyzjaki to zwykle substancje, których spożycie prowadzi do zwiększonego zainteresowania płcią prze-ciwną i większej aktywności seksualnej. W różnych

rejonach świata afrodyzjaki pozyskuje się z różnych naturalnych źródeł, m.in. z niektórych owadów (Ta-bela 1). W Indiach królowa termitów była i jest cenio-nym afrodyzjakiem zwiększającym zdolność prokre-acji. W Maroku takim owadem jest pluskwa domowa. W przeszłości Europejczycy wykorzystywali jako afro-dyzjaki biedronki oraz mrówki i pozyskiwany z nich kwas mrówkowy. W Chinach od dawna korzystano z wydaliny tarczników i uważano, że jaja modliszek ograniczają przedwczesne wytryski czy impotencję. Podobnie, popiół ze spalonych os lub pszczoł zmiesza-ny z winem miał stymulować erekcję i zwiększać ilość produkowanej spermy. Aby uniknąć bezpłodności, za-leczano zjadanie karaczanów, cykad czy szarańczy. Mło-dym małżonkom wkładano pod poduszki larwy mrów-kolwów, które miały przypominać im o pielęgnowaniu zachowań prokreacyjnych.

W przeszłości, powszechnie używanym afrodyzja-kiem, także w Europie, był miód, który miał zwiększać

Tabela 1. Przykłady owadów i produktów z nich pozyskiwanych, wykorzystywanych jako afrodyzjaki w różnych rejonach świata

Źródło: na podstawie Prischmann i Sheppard, 2002.

Owad lub produkt	Rejon świata	Sposób działania
Biedronki	Europa	Poszukiwanie partnera
rodz. Majkowate	Świat	Stymulant płciowy
Pluskwa domowa	Maroko	Lek na miłość
rodz. Tarczówkowate	Chiny	Stymulacja erekcji
Cykady	Chiny	Stymulacja produkcji spermy; zwiększenie płodności
Miód	Świat	Zwiększenie wigoru płciowego
Mrówki	Włochy	Stymulant seksualny
Termity	Indie	Odmładzanie
Jedwabniki	Chiny	Stymulacja erekcji; przedłużenie kopulacji; zwiększenie ejakulacji
Szarańcza	Chiny	Zwiększenie atrakcyjności

produkcję spermy i vitalność. Najczęściej mieszano go z pyłkiem sosny lub z migdałami. Dodawano też gałkę muszkatołową, szafran, imbir czy sproszkowane liście konopi. W Anglii szczególnie ceniono mleczko pszczele. Z kolei kantarydyna, toksyczny dla ssaków związek pozyskiwany z pokryw majki lekarskiej (*Lytta vesicatoria*), chrząszcza atakującego jesiony i bzy, stosowany w minimalnych dawkach działa jak silny afrodyzjak, a nie trucizna (Prischmann i Sheppard, 2002).

Prezenty ślubne

U owadów i pajaków, podobnie jak u ptaków, bardzo często przed kopulacją, samica zostaje obdarowana przez samca prezentem. Może nim być spermatofor, czyli sperma w worku z grubej niejadalnej lub jadalnej masy. W drugim przypadku, samica dostaje nie tylko męskie komórki płciowe, ale i pożywienie, które może być wykorzystywane jako źródło energii, niekiedy nawet przez jakiś okres po kopulacji. U niektórych drapieżnych muchówek (wujkowate) prezent ślubny wystarcza samicy nie tylko jako pokarm przez 2–3 dni, ale też jest repelentem dla drapieżców (Gwynne, 2008).

Prezentem dla modliszki może też być część ciała samca lub zdobytą przez niego ofiara, a nawet płynne wydzieliny specjalnych gruczołów albo wymiociny (np. u muchówek *Panorpa*). Prezent może być opakowany w jedwab (np. muchówki wujkowate Empididae) lub liść i jest przekazywany w czasie lub po kopulacji. U ćmy *Utetheisia ornatrix* samiec ofiarowuje samicy porcję alkaloidu, którym samica okrywa jaja (Dussourd i wsp., 1991; Sandroni, 2001).

Niekiedy samiec łapie ofiarę i demonstruje ją samicy do akceptacji, a dopiero potem następuje kopulacja. Jeśli samicy nie podoba się prezent, to szuka innego samca. Jeśli prezent nie jest jadalny, to swoją wielkością i kształtem stanowi przedmiot konkurencji (Simmons i Parker,

1989; Dussourd i wsp., 1991; Sandroni, 2001). Ejakulat samca świerszcza (*Grillus lineaticeps*) zawiera substancję, dzięki której samica kopuluje wielokrotnie, przez co żyje dłużej i składa blisko 2-krotnie więcej jaj niż samica, która kopuluje tylko raz (Wagner i wsp., 2001).

Opieka nad potomstwem

Wśród bezkręgowców opieka nad jajami i larwami nie jest tylko domeną skorupiaków, wijów czy pajęczaków, ale dotyczy też owadów z co najmniej 13 rzędów. Opieka nad potomstwem, nawet 7-krotnie zwiększa jego żywotność. Samica chroniąca potomstwo przed pasożytami i drapieżcami wydatkuje dużo energii i sama często naraża się na śmierć. W razie niebezpieczeństwa opiekun (samica lub samiec) wytwarza feromon alarmu, potrafi obrzucać napastnika kałem albo cuchnącymi lub lepкими wydzielinami specjalnych gruczołów. Owady-matki często nakrywają złożę jaj jedwabnymi niciami, kałem lub produktami pozyskiwanymi z najbliższego otoczenia, a przed wylęgiem larw usuwają te zabezpieczenia. Karaczany licznych gatunków (np. *Diploptera punnctata*) noszą swoje jaja w ootekach, a wylęgłe larwy ukrywają się pod samicą jak kurczęta pod skrzydłami kwoki (Boczek, 1987). U niektórych pluskwiaków samica siedzi na jajach (np. ochojnikowate) lub pozostaje w ich pobliżu do czasu wylęgu larw (np. knieżyca szara, *Elasmucha grisea*; rodz. puklicowate). Często larwy owadów unikają miejsc zagrożonych i poszukują kryjówek dzięki informacjom uzyskanym za pośrednictwem feromonu alarmu. Niekiedy dla ochrony potomstwa przed wrogami wykorzystywane są mrówki (np. u ochojnikowatych), które lepiej potrafią chronić larwy niż sami rodzice. W innych przypadkach, np. u niektórych karaczanów i chrząszczy (np. grabarza, *Necrophorus*), samice troskliwie karmią larwy przetrawionym przez siebie pokarmem.

Produkcja jedwabiu

Ponad 99% jedwabiu znajdującego się w handlu wytwarzane jest przez gąsienice jedwabnika morwowego, nocnego motyla z rodziny prządkowatych. Inne stawonogi (pajaki, roztocze) też potrafią wytwarzać nici, które pełnią bardzo różne funkcje. Jednak w przeciwieństwie do jedwabników pajaki trudno hodować w dużych grupach.

U owadów jedwabny kokon służy do ochrony poczwerek, ale jedwabne nici mogą też chronić złoża jaj. Samce niektórych wojsilków wykorzystują jedwab do owijania prezentów przekazywanych samicy lub do przekazywania spermy. Wyjątkowe właściwości jedwabnych nici sprawiają, że używane są przez różne stawonogi do różnych celów (sporządzania kokoników, tuneli, siatek do łowienia ofiar, pozyskiwania informacji o otoczeniu oraz jako środek transportu). Choć nić jedwabna jest bardzo mocna, to nić pajęcząca jest najbardziej wytrzymałym włóknem jakie znamy („biologiczna stal”). Pozwala to wielu pająkom łowić i wykorzystywać ofiary nawet 700 razy większe i cięższe od siebie. Poznanie struktury i właściwości białka (fibroiny) budującego jedwabne nici (szybko chłonie wilgoć, szybko wysycha, łatwo się wybarwia, jest silnym antyoksydantem, nie powoduje alergii) przyczyniło się do wykorzystania w medycynie, dentystyce i kosmetyce (Boczek, 2014). Białko jedwabiu nadaje się na opatrunki stosowane przy oparzeniach. Jest wykorzystywane do budowy protez stawów, sztucznych więzadeł, ścięgien, protez naczyń krwionośnych, zastawek serca czy nowego rodzaju nici chirurgicznych. Stosuje się je do produkcji niektórych leków i soczewek kontaktowych. Powtarzające się sekwencje aminokwasów (glicyny, alaniny, seryny) w białku fibrylarnym nadają włóknom jedwabiu właściwości nawilżające. Dodatkowo, włókna te spaja serycyna, białko, którego struktura i skład (reszty seryny, glicyny

i kwasu asparaginowego) wzmacniają właściwości nawilżające, odżywcze i regeneracyjne wielu kosmetyków pielęgnacyjnych (szampony, balsamy, tusze, kremy). Ponadto, białka te dobrze odbijają UV, co chroni skórę przed oparzeniami słonecznymi.

Ocenia się, że do krajów europejskich z Azji dociera corocznie jedwab za kwotę około 200 milionów euro. Zapotrzebowanie na białko jedwabiu stale rośnie, i dlatego poszukuje się możliwości jego produkcji z wykorzystaniem np. transgenicznym bakterii (Boczek, 2014). Naukowcy poszukują też skutecznych metod wzmocnienia jedwabnych nici. Ostatnio, japońscy badacze wprowadzili do jaj jedwabnika morwowego gen pająka – *Araneus ventricosus* z rodziny krzyżakowatych (Kuwana i wsp., 2014). Z tych jaj udało się uzyskać transgeniczne gąsienice, potrafiące wytwarzać nici składające się w 0,4–0,6% z białka nici pajęczej. Nici produkowane przez transgeniczne gąsienice okazały się o ponad 50% mocniejsze od nici produkowanych przez osobniki nie-transformowane.

Produkcja światła

Niektóre owady, np. chrząszcze z rodziny świetlikowatych, potrafią wytwarzać światło. W trzech końcowych członach odwłoka świetlika świętojańskiego (*Lampyrus noctiluca*) (nazywanego potocznie robaczkiem świętojańskim), w procesie utleniania barwnika – lucyferyny pod nadzorem enzymu lucyferazy powstaje energia, której 98% zamieniane jest w światło (bioluminescencja). Dla ciekawości – w żarówkach tylko od 4 do 35% energii zamieniane jest w światło, a reszta w ciepło. Świetlik może zmieniać zarówno kolor jak i intensywność produkowanego światła. Chociaż wszystkie stadia rozwojowe mogą świecić, to samice świetlika, lecz także innych gatunków wykorzystują specyficzne błyski światła do wabienia samców. Samica (dwukrotnie więk-

sza od samca) ukrywa się między roślinami i przez dwa tygodnie (w okresie czerwca lub lipca) emituje żółto-zielone światło. Każda samica wabi samca specyficznymi błyskami. Samiec również błyska światłem. Światło jest widoczne nawet z odległości kilkudziesięciu metrów. Jeśli samiec znajdzie samicę, następuje kopulacja, po której samica składa ponad 100 jaj, a potem zamiera. Obecnie potrafimy dokonać chemicznej syntezy lucyferyny, a zjawisko bioluminescencji wykorzystywane jest w laboratoriach medycznych, w testach onkologicznych, neurologicznych i wielu innych (Van de Bittner i wsp., 2010).

Przewidywanie pogody

Informacja o przewidywanej pogodzie jest bardzo ważna nie tylko dla rolników, lecz także dla turystów, rybaków, budowniczych czy transportowców. Obecnie dzięki komputerom i internetowi przewidywanie pogody jest znacznie łatwiejsze niż kiedyś. Komputerowe modelowanie w oparciu o bardzo liczne dane meteorologiczne pozwala ze znaczą precyzją przewidywać pogodę. Dawniej prognozy pogody bazowały na wielu informacjach meteorologicznych; brano też pod uwagę wygląd tarczy księżyca, kolor zachodzącego słońca czy obserwacje zachowania zwierząt, takich jak żaby, ptaki, owady i pająki. Najcenniejszych informacji dostarczały obserwacje mrówek, które przed większymi opadami zwiększają intensywność poszukiwania pokarmu i żerowania, a także szybciej się poruszają. Ich ruchliwość, kojarzenie i pobieranie pokarmu zależą od poziomu ciśnienia atmosferycznego, a nawet jego wahań, od szybkości wiatru i wielkości opadów. Silny wiatr zmienia rozprzestrzenienie feromonów oraz ogranicza żerowanie. Podobnie, wzrost intensywności ćwierkania świerszczy i cykad oraz świecenia świetlików, częstsze ataki muchy domowej i komarów, liczniejsze odławianie się

na światło motyli nocnych czy aktywniejsze budowanie sieci pajęczych przez pająki zapowiadają opady deszczu. Jak też wiadomo, przyczyną zjawiska nisko latających jaskółek „wróżących deszcz”, jest to, że przed deszczem nisko latają owady (Boczek, 1999; Pellegrino i wsp., 2013).

Spoczynek w rozwoju

Stawonogi, podobnie jak inne zwierzęta, różnie reagują na stresy środowiska. Wiele z nich, aby przetrwać, zapada w stan uśpienia (hibernację), niekiedy nawet na długie okresy. Dla wielu gatunków spoczynek zimowy jest istotną częścią cyklu życiowego. W tym stanie organizm owadzi może przeżywać nawet ekstremalne zmiany temperatury, wilgotności, natężenia światła, fotoperiodu, dostępności pożywienia, zawartości tlenu lub CO₂. W reakcji na niskie temperatury, organizmy owadów społecznych (np. os, trzmieli) wchodzi w stan hibernacji, co pozwala im na przeżycie okresu zimy. W tym stanie uwodnienie i temperatura ciała zostają ograniczone, co skutkuje zwolnieniem przemian metabolicznych. Są jednak owady (np. chrząszczyki), które hibernują zimą, a latem zapadają w stan odrętwienia letniego (estywacja).

W naszych warunkach klimatycznych stan diapauzy owadów oraz roztoczy jest metodą na przeżycie zimy. Najważniejszym czynnikiem wprowadzającym owada w stan diapauzy jest nieodpowiedni fotoperiod, wilgotność, temperatura, brak pokarmu, przegęszczenie populacji. Przed okresem diapauzy, większość owadów i roztoczy gromadzi duże ilości lipidów, białek, aminokwasów. Owady dla ochrony przed niskimi temperaturami tworzą np. kokony, potrafią otulać się woskiem czy chować głęboko w ziemi. W stan diapauzy zapadać mogą wszystkie stadia rozwojowe. O diapauzie embrionalnej mówimy, gdy diapauzuje jajo (np. prze-

dziorek owocowiec; mszyca brzoskwińowa). Diapauza larwalna następuje, gdy zahamowany zostaje wzrost i rozwój larwy (np. u owocówki jabłkowieczki). Diapauza poczwarkowa, czyli zahamowanie różnicowania występuje u piętnówki kapustnicy, a diapauza imaginalna (zahamowanie aktywności seksualnej i reprodukcyjnej) np. u stonki ziemniaczanej.

O znaczeniu diapauzy (stanu ograniczenia procesów życiowych, który u owadów i roztoczy może trwać nawet latami) w ochronie roślin przed szkodnikami wiadomo ciągle zbyt mało (Boczek i Lewandowski, 2008). Jednak dogłębne poznanie mechanizmów warunkujących zapadanie i wychodzenie owadów z diapauzy w przyszłości może pozwolić na wywoływanie tego stanu, co mogłoby być metodą wygaszania aktywności i ograniczania liczebności roślinożernych stawonogów, o znaczącej szkodliwości dla gospodarki człowieka.

Podsumowanie

Owady w toku długiego okresu ewolucji przystosowały się do życia w różnych środowiskach. Poznanie budowy, zachowań i przystosowań wielu gatunków owadów do życia w bardzo różnych, czasem ekstremalnych warunkach, stwarza możliwość nauczania się i wykorzystania umiejętności owadzich w codziennym życiu człowieka. Obecnie nie tylko korzystamy z szeregu produktów wytwarzanych przez owady (np. miód, воск, mleczko pszczele, jedwab, kwas mrówkowy, afrodyzjaki); niektóre z nich umiemy także produkować. Podpatrujemy budowę anatomiczną owadów (np. skrzydeł, odnóży), poznajemy lepiej procesy fizjologiczne i metaboliczne, obserwujemy organizację społeczeństw owadzich oraz zjawiska towarzyszące rozrodczości (wykorzystanie afrodyzjaków, prezenty ślubne, opiekę nad potomstwem), próbujemy wykorzystać specyficzne zachowania owadów do przewidywania pogody. Pozostaje

jednak przed nami jeszcze wiele nierozwikłanych zagadek z życia owadów.

Literatura

- Aldrich J, Schaefer P, Oliver J, Vander Meer R (1996). Biochemistry of the exocrine secretion from gypsy moth caterpillars (Lepidoptera: *Lymantria dispar*). *Ann Entomol Soc Am* 90: 75-82.
- Boczek J (1987). Opieka nad potomstwem u owadów. *Kosmos* 36:91-5.
- Boczek J (1999a). Igrzyska olimpijskie owadów. *Biul. DDD*. 5:7.
- Boczek J (2001). *Człowiek i owady*. Fundacja Rozwój SGGW. Warszawa.
- Boczek J (2014). Jedwab i jego funkcje w życiu owadów, roztoczy i pajaków. *Zag. Dor. Roln* 1:75-84.
- Boczek J, Lewandowski M (2008). Venomous arthropods and their venoms. W: Buczek A., Błaszak C., eds. *Stawonogi. Oddziaływanie na żywiciela*. AKAPIT, Lublin: 273-8.
- Dussourd DE, Harvis CA, Meinwald J, Eisner T (1991). Pheromonal advertisement of a nuptial gift by a male moth (*Utetheisa ornatrix*). *Proc Natl Acad Sci USA* 88:9224-9227.
- Eisner T (2003). *For love of insects*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Gäde G, Goldworthy GJ (2003). Insect peptide hormones: a selective review of their physiology and potential application for pest control. *Pest Manag Sci* 59:1063-1075.
- Gorzka D, Olszak RW, Hołdaj M (2014). Odporność przędziorka chmielowca (*Tetranychus urticae*, Koch) na METI akarycydy analizowana w wybranych sadach jabłoniowych w Polsce. *Prog Plant Prot/Post Ochr Roślin* 54: 304-307.
- Gündüz EA, Douglas AE (2009). Symbiotic bacteria enable insect to use a nutritionally inadequate diet. *Proc. R. Soc. B* 276: 987-991.
- Gwynne DT (2008). Sexual Conflict over Nuptial Gifts in Insects. *Ann Rev Entomol* 53: 83-101.
- Jarosz J, Gliński Z (1996). *Leksykon immunologii owadów*. PWN, Warszawa.
- Kędzia B, Hołderna-Kędzia E (2006). Produkty pszczele w żywieniu i suplementacji diet. *Post Fitoter* 4:213-22.
- Kędzia B, Hołderna-Kędzia E (2013). Aktywność antybiotyczna propolisu krajowego i europejskiego. *Post Fitoter* 2: 97-107.
- Kuwana Y, Sezutsu H, Nakajima K, Tamada Y, Kojima K (2014). High-toughness silk produced by a transgenic silkworm expressing spider (*Araneus ventricosus*) dragline silk protein. *PLoS One* 27;9(8):e105325; doi: 10.1371/journal.pone.0105325. eCollection 2014.
- Maciesiak A, Olszak RW (2010). Wzrost zagrożenia sadów jabłoniowych przez przędziorka owocowca (*Panonychus ulmi* Koch) –

przyczyny niepowodzeń zwalczania. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50 (3): 1292-1296.

- Malinowski H (2000). Fizjologiczne, biochemiczne i behawioralne mechanizmy odporności owadów na insektycydy chemiczne. *Prac Inst Bad Leś, A*, 1(892): 7-43.
- Malinowski H (2001). Powstawanie odporności na insektycydy u owadów. *Prac Inst Bad Leś, A*, 1(908): 5-40.
- Marciniak P, Rosiński G (2007). Aktualny stan badań nad neuropeptydami miotropowymi owadów: tachykininy, sulfakininy i fmrf-pokrewne peptydy. *Post Biol Kom* 43:241-249.
- Marciniak P, Szymczak M, Rosiński G (2011). Hormony peptydowe owadów – przegląd najważniejszych rodzin. *Post Biol Kom* 38:43-63.
- Müller UG, Gerardo N (2002). Fungus farming insects: multiple origins and diverse evolutionary histories. *Proc Natl Acad Sci USA* 99:15247-15249.
- Pellegrino AC, Peñaflor MF, Nardi C, Bezner-Kerr W, Guglielmo CG, Bento JM, McNeil JN (2013). Weather forecasting by insects: modified sexual behaviour in response to atmospheric pressure changes. *PLoS One*. 2013; 8(10): e75004; doi: 10.1371/journal.pone.0075004.
- Peterson C, Coats J (2001). Insect repellents – past, present and future. *Pesticide Outlook* 12:154-158.
- Prischmann DA, Sheppard CA, (2002). A world view of insects as aphrodisiacs, with special reference to Spanish fly – A review of the historical and contemporary uses of insects or their products as aphrodisiacs by various cultures around the world, also the history and effects of Spanish fly (cantharidin) on humans, and the functions of cantharidin in meloid beetles (Coleoptera: Meloidae). *Amer Entomol* 48:208-220.
- Sandroni P (2001). Aphrodisiacs past and present: a historical review. *Clin Auton Res* 11:303-307.
- Sawicka D, Car H, Borawska MH, Nikliński J (2012). The anticancer activity of propolis. *Folia Histochem Cytochem* 50: 25-37.
- Simmons L, Parker GA (1989). Nuptial feeding in insects: mating efforts versus paternal investment. *Ethology* 81:332-343.
- Sary M, Kowalski S (2010). Miód – jego właściwości żywieniowe i zdrowotne. *Zdr. Styl Życia* 1:14-18.
- Ślepiński P (2014). Inżynierowie ekstremalni. *Wiedza i Życie* 7:42-47.
- Van de Bittner GC, Dubikovskaya EA, Bertozzi CR, Chang CJ (2010). In vivo imaging of hydrogen peroxide production in a murine tumor model with a chemoselective bioluminescent reporter. *PNAS* 107:21316-21321.
- Wagner WE Jr, Kelley RJ, Tucker KR, Harper CJ (2001). Females receive a life-span benefit from male ejaculates in a field cricket. *Evolution* 55:994-1001.
- Węgorz P, Ruszkowska M, Korbas M, Wachowiak H, Kierzek R (2011). Obecny stan badań nad odpornością szkodników na in-

- sektycydy w Polsce. *Post. Ochr. Roślin*, 51:232-240.
- Węgorek P, Zamojska J, Ruszkowska M (2012). Odporność agrofagów na środki ochrony roślin. W: *Program Ochrony Roślin Rolniczych* 2012:8–11.
- Whalon ME, Mota-Sanchez RM, Hollingworth RM, Duynslager L (2008). Arthropods Resistant to Pesticides Database (ARPD). <http://www.pesticideresistance.org>.
- Windley MJ, Herzig V, Dziemborowicz SA, Hardy MC, King GF, Nicholson GM (2012). Spider-Venom Peptides as Bioinsecticides. *Toxins* 4:191-227.
- Zamojska J, Malinowski H (2012). Integrowana metoda ochrony roślin – odporność agrofagów na pestycydy w Polsce (Integrated plant protection and pest resistance to pesticides in Poland). *Post. Ochr. Roślin* 52:1222-1226.

Insects – the source of knowledge and inspiration for humans

Jan Boczek, Małgorzata Kiełkiewicz

Insects share main part of the world animal biodiversity. Studying their life, physiology and behaviour during various life situations we see how wonderfully they adapt themselves to various habitats. They live in soils, as parasites on plants and animals, and within all kind of organic products. They live in coexistence with other animals and in water. Some of these adaptations we can utilize for our purposes in agriculture, medicine, and sociology. Insects formed wings, so they may easily change their habitats. They ingest very different, for us even unusual products like wool, wax and wood and some of them produce their food. They grow fungi. They form colonies and race/biotypes resistant to insecticides and other toxins. In the reproduction processes, insects apply hormones, pheromones, aphrodisiacs, nuptial gifts, and look after their offsprings. Some of them can produce silk, cold light, and forecast weather.

Key words: drones, symbiotic microorganisms, fungus farming, insect community, pest resistance, pheromones, hormones, aphrodisiacs, nuptial gifts, offspring care, silk production, light production, weather forecast

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele:

- 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:

- IV. Przegląd różnorodności organizmów.
11. Zwierzęta bezkręgowce. Uczeń:
 - 9) rozróżnia skorupiaki, pajęczaki, wije i owady oraz porównuje środowisko życia budowę i czynności życiowe tych grup
 - 11) przedstawia znaczenie stawonogów w przyrodzie i życiu człowieka
13. Porównanie struktur zwierząt odpowiedzialnych za realizację różnych czynności życiowych. Uczeń:
 - 7) podaje przykłady regulacji hormonalnej u zwierząt na przykładzie przeobrażenia u owadów.

Wpływ testosteronu na organizm człowieka

Monika Wójcicka, Bernadetta Skrzeczyńska, Justyna Biernacka, Iwona Stanisławska

zgodność z PP – zob. s. 47

Streszczenie:

Testosteron jest hormonem steroidowym. W organizmie człowieka odgrywa ważną rolę zarówno w rozwoju m.in. jąder oraz prostaty, jak również drugorzędowych cech płciowych, które powodują przyrost mięśni, masy kości i pojawienie się owłosienia ciała. Ponadto testosteron jest niezbędny w utrzymaniu właściwego stanu zdrowia i zapobieganiu osteoporozom.

Słowa kluczowe: testosteron, jądra, mięśnie

otrzymano: 8.09.2015; przyjęto: 4.09.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr n. med. Monika Wójcicka:
Wyższa Szkoła Rehabilitacji w Warszawie



mgr Bernadetta Skrzeczyńska:
Wyższa Szkoła Rehabilitacji w Warszawie



dr inż. Justyna Biernacka: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie



dr Iwona Stanisławska:
Wyższa Szkoła Rehabilitacji w Warszawie

Wprowadzenie

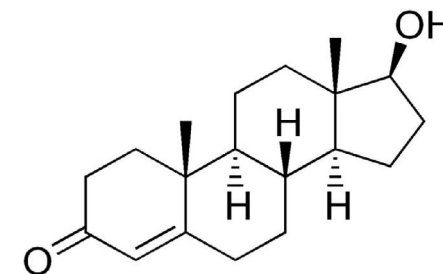
Testosteron jest steroidowym hormonem płciowym, produkowanym w jądrach mężczyzny. Występowanie typowo męskich cech, takich jak wygląd, budowa ciała, sposób zachowania, jest ściśle związane z tym hormonem. W badaniach wykazano, że oprócz głównego działania w kwestii rozrodu, testosteron aktywuje behawioralne cechy, takie jak: chęć rywalizacji, dominacji, współzawodnictwo, odwaga oraz niejednokrotnie agresja. Działanie testosteronu nierzadko wykorzystują sportowcy stosując środki dopingujące. Zbyt wysokie stężenie testosteronu u mężczyzn prowadzi do zaburzeń sercowo-naczyniowych, natomiast niedobór testosteronu prowadzi do ubytku masy kostnej oraz hipogonadyzmu. Zarówno nadmiar jak i niedobór testosteronu jest niepożądanym.

Testosteron jest hormonem maskulinizującym, który odgrywa również bardzo ważną rolę w organizmie żeńskim. U kobiet syntetyzowany jest w korze nadnerczy, jajnikach oraz w czasie ciąży w łożysku. Nadmiar tego męskiego hormonu płciowego może doprowadzić do zmian w wyglądzie i zachowaniu kobiety. Natomiast niedobór steruje zaburzeniami pamięci, koncentracji, zniechęceniem, obniżeniem napędu życiowego czy seksualnego. U kobiet po menopauzie spadek testosteronu jest przyczyną osteoporoz.

Budowa testosteronu

Testosteron (17β-hydroksy-4-androsten-3-on) jest steroidowym hormonem płciowym z grupy androgenów. Steroidy to grupa związków organicznych charakteryzująca się budową opartą na cząsteczce skonstruowanej z czterech pierścieni węgla. Z pośród czterech pierścieni trzy zawierają po sześć atomów węgla, a jeden z nich – pięć. Do każdej z tych cząsteczek są przyłączo-

Ryc. 1.
Struktura
chemiczna
testosteronu
Źródło: Traczyk,
2007.



ne różne łańcuchy boczne, które warunkują podział steroidów na pochodne: cholestanu, cholanu, pregnanu, estronu czy androstanu (Pasternak, 2005). Cząsteczka testosteronu jest hydrofobowa, a jej kształt jest płaski (ryc. 1). Wzór sumaryczny testosteronu to $C_{19}H_{28}O_2$, masa molowa wynosi 288,43 g/mol.

Testosteron jest hormonem maskulinizującym, który wytwarzany jest przede wszystkim za pośrednictwem komórek śródmiąższowych Leydiga w jądrach, które są pobudzane przez LH. Testosteron jest syntetyzowany z cholesterolu (Berg i wsp., 2007). Poziom testosteronu jest kontrolowany przez GnRH (*gonadotropin – releasing hormone*) z ośrodków podwzgórza, a także przez hormon luteinizujący z części gruczołowej przysadki. U kobiet testosteron w niewielkich ilościach produkowany jest przez jajniki i korę nadnerczy, a podczas ciąży przez łożysko.

Data pierwszych badań nad testosteronem przypada na rok 1927. Wtedy to Fred Chase Koch wyizolował substancję z jąder wołu, którą następnie zaaplikował szczurom i kogutom poddanym wcześniej kastracji. Substancja ta dała efekt maskulinizujący u badanych zwierząt. Kilka lat później europejskie firmy farmaceutyczne wyizolowały testosteron z badanej przez Kocha substancji. W 1939 roku Adolf Friedrich Johann Butenandt i Leopold Stjepan Ružička zostali nagrodzeni nagrodą Nobla z dziedziny chemii za opracowanie syntezy testosteronu.

Działanie testosteronu w organizmie człowieka

Hormony steroidowe, do których należy testosteron wytwarzane są głównie w korze nadnerczy, jądrach oraz jajnikach. Do krwi testosteron wydzielany jest po stymulacji przysadki mózgowej przez hormon luteinizujący LH. Hydrofobowy charakter hormonu sprawia, że łatwo przenika przez lipidową błonę komórkową. Przenoszony jest w postaci związanej z białkami transportującymi SHBG (*sex hormone binding globuline*), a jedynie niewielka jego ilość krąży w stanie wolnym. Testosteron w cytoplazmie łączy się z receptorami dla hormonów sterydowych, co prowadzi do zmian konformacyjnych: receptor – ligand. Po czym następuje prętko-transportowanie kompleksu do jądra komórek efektorowych, gdzie łączy się już jako czynnik transkrypcyjny do regulatorowych sekwencji nukleotydowych łańcucha DNA. Skutkiem tego procesu jest pobudzenie proliferacji komórek, dojrzewania tkanek lub biosyntezy białek.

W zależności od płci oraz stopnia dojrzałości obserwuje się różne skutki działania testosteronu. Hormon ten odgrywa ważną rolę już w życiu płodowym, zapoczątkowuje specjalizację płciową mózgu. Bierze udział w kształtowaniu pierwszorzędowych i drugorzędowych męskich cech płciowych. Do pierwszorzędowych cech zalicza się wykształcenie jąder, do drugorzędowych wykształcenie prącia, moszny i nasieniowodów. Testosteron w życiu płodowym ma również za zadanie pobudzić wzrost prostaty i pęcherzyków nasiennych oraz różnicować ośrodek rozrodczy umieszczony w podwzgórzu, tak aby był ukierunkowany na ośrodek typu męskiego z względnie stałym poziomem gonadotropin. Poziom testosteronu zasadniczo wzrasta u chłopców w dwóch okresach: pierwszy raz w czasie życia płodowego, sześć tygodni po zapłodnieniu, a drugi w okresie dojrzewania. Najwyższy poziom osiąga około 20 roku

życia. Kolejną istotną funkcją jest wykształcenie trzeciorzędowych cech płciowych, do których zalicza się: pełną dojrzałość płciową, zakończenie wzrostu kości, odpowiedni rozwój mięśni, zarys męskiej sylwetki, męskich rysów twarzy, mutację głosu i późniejsze jego obniżenie, zwiększenie prącia oraz przygotowanie do okresu rozrodczego. Ważną rolę pełni również w formowaniu chłopięcej psychiki. Testosteron ma ogromny wpływ na organizm dorosłego mężczyzny, odpowiadając za popęd seksualny, kondycję fizyczną i psychiczną. Produkcja tego hormonu nie kończy się jednak wraz z zakończeniem dojrzewania płciowego. Obniżone stężenie testosteronu obserwuje się u około 9% mężczyzn, w wieku 40-60 lat i u 20% w wieku 60-80 lat (Traczyk, 2007). Ocenia się, że stężenie całkowitego testosteronu obniża się o około 0,8-1,0% rocznie. Wykazano, że wyznaczona dolna granica normy stężenia testosteronu w surowicy krwi u mężczyzn wynosi 2,3-3,5 ng/ml (8-12 nmol/l) (Rabijewski i wsp., 2007).

Mimo, że testosteron jest hormonem maskulinizującym determinującym posiadanie typowo męskich cech, produkowany jest, chociaż w mniejszym stopniu, również w organizmie kobiety. Poziom testosteronu u kobiet jest 7-8-krotnie niższy niż u mężczyzn, a jego nadmiar może być przyczyną wirylizacji (nadmierne owłosienie, przerost łechtaczki, męski typ urody).

Wpływ testosteronu na układ kostny

Jednym ze skutków wzmożonego wydzielania hormonów płciowych w okresie dojrzewania u mężczyzn jest bardzo gwałtowny wzrost masy kostnej (Marecki, 2005). Hormon ten ma pozytywny wpływ na wytrzymałość i gęstość kości. Z drugiej strony konsekwencją niedoboru testosteronu w okresie andropauzy, może być ubytek masy kostnej i zmiany osteoporotyczne. Jeśli obniżenie stężenia testosteronu ma charakter liniowy,

to ubytek kości nie jest zbyt gwałtowny, co zabezpiecza przed częstymi i nagłymi złamaniami w początkowej fazie andropauzy. Opóźnienie złamań osteoporotycznych u mężczyzn w stosunku do wystąpienia ich u kobiet wynosi ok. 5 do 7 lat (Misiorowski, 2007). Badania pokazują, że u osób powyżej 50 roku życia, poza testosteronem, także estrogeny wpływają na prawidłową funkcję masy kostnej. Jeśli wartości obu tych hormonów spadają o połowę w porównaniu do ich wartości u młodych mężczyzn, stwierdza się gwałtowne obniżenie wytrzymałości kości. Przyczynia się to do zwiększonego ryzyka złamań osteoporotycznych (Levesque i wsp., 2005).

Wpływ testosteronu na układ sercowo-naczyniowy

Testosteron wpływa na stan układu sercowo-naczyniowego. Zarówno jego niedobór jak i nadmiar w organizmie jest niekorzystny. Może przyczyniać się do zawału mięśnia sercowego i zaburzenia krzepliwości krwi, prowadzącej do zatorów oraz udarów niedokrwiennych (Shores i Matsumoto, 2014). Wpływ testosteronu na układ sercowo-naczyniowy nie jest zależny od wieku, ale od indywidualnych predyspozycji danego organizmu.

U 30% mężczyzn, których dotyka zespół niedoboru testosteronu w wieku 40-70 lat, stwierdzono, że pojawia się on w momencie obserwacji wzrostu czynników determinujących proces starzenia się, takich jak nadciśnienie tętnicze, otyłość czy cukrzyca (Pasternak, 2005). Przeprowadzone badania wykazały, że uzupełnienie niedoboru testosteronu opóźnia pojawienie się skutków fizjologicznych starzenia się mężczyzn, inne pokazują niepożądane skutki leczenia testosteronem (Miner i wsp., 2014). Jednym z nich jest właśnie zwiększona liczba zaburzeń sercowo-naczyniowych.

Wpływ testosteronu na skórę

Testosteron ma bardzo duży wpływ na strukturę skóry. Dowiedziono, że gdy jego stężenie w surowicy krwi spada, męska skóra jest bardziej podatna na pojawienie się większej ilości zmarszczek. To właśnie ten hormon sprawia, że męska skóra jest twardsza, grubsza oraz bardziej nawilżona od skóry kobiecej, ponadto zawiera więcej gruczołów łojowych, a co za tym idzie częściej pojawia się na niej trądzik. Badania dowodzą, że w przypadku leczenia testosteronem częściej występuje łojotokowe zapalenie skóry niż w przypadku braku suplementacji tym hormonem. Wykazano również, że w przypadku niedoboru testosteronu pacjenci borykają się częściej z problemem łuszczycy niż osoby z normalnym bądź podwyższonym jego stężeniem (Kacker i wsp., 2014). Wysokie stężenie testosteronu w surowicy krwi jest częstą przyczyną łysienia androgenowego typu męskiego, które pozbawia włosów w zakolach, w okolicy czołowo skroniowej, następnie zanika linia włosów w okolicy czołowej i pojawia się tzw. wysokie czoło. Do stopniowo nasilających się zmian dochodzi łysienie na szczycie głowy (Miner i wsp., 2014).

Wpływ testosteronu na męski układ płciowy

Udowodniono, że testosteron oddziałując na ciśnienie wewnątrz ciał jamistych wpływa na pożądanie seksualne oraz podejmowanie aktywności seksualnej. Zaobserwowano, że w przypadku mężczyzn cierpiących na hipogonadyzm (tab. 1) erekcja jest opóźniona, a jej osiągnięcie jest zdecydowanie bardziej utrudnione niż w przypadku mężczyzn o prawidłowym stężeniu testosteronu w surowicy krwi (Rabijewski, 2011). U mężczyzn z cechami hipogonadyzmu, którym przez 6 miesięcy podawano dzienną dawkę (50 mg, 75 mg lub 100 mg 1%) żelu z testosteronem, obserwowano zanik

objawów hipogonadalnych. Poprawiła się jakość ich życia oraz znacznie spadły zaburzenia erekcji. Badani zaznaczyli również, że pożądanie seksualne znacznie wzrosło (Rabijewski i Zgliszczyński, 2013). Inne badania obejmowały grupę mężczyzn dotkniętych pooperacyjnym hipogonadyzmem hipogonatropowym, którego przyczyną jest uszkodzenie układu podwzgórzowo-przysadkowego lub zaburzenie jego funkcji. Zastosowanie leczenia testosteronem, spowodowało, że badani odzyskiwali w pełni sprawność seksualną.

Wpływ testosteronu na żeński układ płciowy

W przypadku młodych kobiet prawidłowe stężenie testosteronu w surowicy krwi wynosi 0,7-3,0 nmol/l, czyli 7-8 razy mniej niż u mężczyzn. U kobiet testosteron jest wytwarzany w komórkach wnikowych jajnika oraz w korze nadnerczy. Zauważono, że o ile w przypadku próby zajścia w ciążę podwyższony poziom testosteronu może utrudnić poczęcie, o tyle w okresie samej ciąży podwyższone stężenie nie powoduje skutków ubocznych (Medra i wsp., 2005). W wieku rozrodczym testosteron ma wpływ na wzorec miesiączkowania u kobiet ze zdiagnozowanym zespołem policystycznych jajników (PCOS). U zdrowych kobiet cykl trwa zwykle ok. 28 dni. Przy wzroście stężenia testosteronu w surowicy, kobiety z PCOS mogą spodziewać się wydłużenia cyklu miesiączkowego aż do wtórnego braku miesiączki (Rudnicka i wsp., 2010). U kobiet po menopauzie jajniki przestają produkować estrogeny. Cały czas dostarczają jednak testosteron, chociaż w zmniejszonej ilości (ok. 40% swojej wcześniejszej produkcji) (Łukasiewicz i wsp., 2009). Konsekwencją tego jest obniżenie aktywności seksualnej, zmęczenie oraz osteoporoza (Levesque i wsp., 2005). Wykazano, że kobiety leczone testosteronem przez 6 miesięcy, przejawiały większą aktywność seksualną w porównaniu do badanych przyjmujących

placebo. Pacjentki przyjmowały testosteron podawany za pomocą plastrów z wydzielaną dzienną dawką 300 µg. Badania nie trwały dłużej niż 6 miesięcy, więc skutki długotrwałej terapii nie są znane (Rapa i Paszkowski, 2005).

Wpływ testosteronu na psychikę człowieka

Na zachowanie człowieka mają wpływ zarówno czynniki genetyczne, środowiskowe, jak również w dużej mierze hormony (Bilikiewicz, 2011). Podjęto próbę zbadania korelacji między agresją a poziomem stężenia testosteronu w surowicy krwi. Badaniom poddano 87 kobiet odbywających karę pozbawienia wolności w więzieniach dla osób szczególnie niebezpiecznych. Stwierdzono, że u kobiet, które częściej wykazywały zachowanie agresywne, stężenie testosteronu było wyższe niż u więźniarek niewykazujących takiego zachowania. Dodatkowo zaobserwowano, że u kobiet w okresie postmenopauzalnym, gdy poziom testosteronu spada w porównaniu z kobietami 20-letnimi agresja była prawie niezauważalna (Oniszczenko, 2011). Przeprowadzono również badania mężczyzn, które obejmowały zależność między poziomem testosteronu a przestępczością. Wykazano, że osoby ze stwierdzonym wyższym stężeniem testosteronu częściej wykazują zachowania skrajnie agresywne. Badani o takim wskaźniku przejawiali większe problemy w trakcie edukacji szkolnej, odbywania służby wojskowej oraz częściej zażywali twarde narkotyki co więcej, wykazano, że podwyższony poziom testosteronu sprzyjał podejmowaniu aktywności seksualnej – badani mieli więcej partnerek seksualnych.

Inną korelację zauważono w grupie przedszkolnej. Zbadano poziom testosteronu w ślinie przedszkolaków w celu sprawdzenia korelacji między ilością tego hormonu, a agresją dziecięcą. Wykazano, że u chłopców odznaczających się zachowaniem agresywnym w sto-

sunku do rówieśników poziom testosteronu jest wyższy niż u chłopców, którzy przejawiają takie zachowanie stosunkowo rzadko (Wikiera, 2008).

Badania wykonane na Uniwersytecie w Utrechcie, w Holandii pozwoliły na stwierdzenie, że testosteron motywuje dominowanie społeczne ludzi. Osoby z wyższym stężeniem testosteronu częściej przyznawały się do braku kontroli swoich słów w czasie gniewu, a podczas zabierania głosu w trakcie publicznej przemowy, odczuwały satysfakcję i zadowolenie (Traczyk, 2007). Wysoki poziom testosteronu, oprócz korelacji z agresją, pojawia się również w korelacji z sukcesem. Taka osoba wykazuje większą tendencję do dominacji, co może prowadzić do frustracji dominującej. U wyraźnie agresywnych osób obserwuje się znacznie wyższy poziom testosteronu, bez względu na to, czy są to przedszkolaki, czy przestępcy odbywający karę (Vetulani, 2013).

Przyczyny i skutki niskiego testosteronu – hipogonadyzm

Hipogonadyzmem nazywa się zbiór objawów charakterystycznych dla pacjentów z obniżonym stężeniem testosteronu w surowicy krwi (tabela 1).

W obrazie klinicznym hipogonadyzmu obserwuje się zaburzenia funkcjonowania gonad. Dysfunkcja ta prowadzi do nieprawidłowego wydzielania hormonów gonadowych. Problem hipogonadyzmu dotyczy do 2% populacji dwudziestoletnich mężczyzn oraz 38% mężczyzn po 45 roku życia.

Schorzenie zwane hipogonadyzmem podzielono na pierwotne oraz wtórne. Pierwotny aspekt jest związany z upośledzeniem czynności jąder i określa się go mianem hipogonadyzmu hipergonadotropowego. W przypadku hipogonadyzmu wtórnego, nazywanego również hipogonadotropowym, dysfunkcji ulega działanie układu podwzgórzowo-przysadkowego. Jeśli hipogonadyzm

Tabela 1. Objawy hipogonadyzmu
Źródło: Rabijewski i Zgliczyński, 2009.

narząd/objaw	hipogonadyzm przedpokwitaniowy	hipogonadyzm popokwitaniowy
krtań	brak mutacji	bez zmian
włosy	horyzontalna linia owłosienia tonowego, skąpe owłosienie innych okolic	zmniejszenie owłosienia łonowe jak i innych okolic
skóra	blada, brak trądziku, niedorozwój gruczołów łojowych	zmniejszona czynność gruczołów łojowych, blada
kości	mała masa kostna	osteoporoza
sylwetka	wysilki wzrost, otluszczenie bioder i brzucha	otyłość
hematopoeza	niedokrwistość	niedokrwistość
gruczoły piersiowe	czasami ginekomastia	czasami ginekomastia
mięśnie	nierozwinięte	sarkopenia
prącie	infantylnie	bez zmian
jądra	małe/twarde	zmniejszenie objętości/miękkie
gruczoł krokowy	niedorozwinięty	atrofia
spermatogeneza	brak	zahamowana
nastrój	obniżony	obniżony
libido/erekcje	niedorozwinięte	obniżone/brak

objawia się w okresie przedpokwitaniowym, model pacjenta charakteryzuje się niepłodnością i impotencją, upośledzeniem rozwoju cech płciowych drugiego i trzeciego rzędu, eunuchoidalną sylwetką oraz małą masą kostną. Ten rodzaj jest charakterystyczny dla mężczyzn z nieprawidłowymi proporcjami ciała i widocznym odkładaniem się tkanki tłuszczowej w okolicy bioder i brzucha. Płeć męska z tą dolegliwością rzadziej posiada owłosienie typu męskiego, ale również rzadziej występuje u nich łysienie typu androgenne. Głos zazwyczaj jest wyższy niż u mężczyzn z prawidłowym poziomem testosteronu. W przypadku hipogonadyzmu popokwitaniowego organizm wykazuje zaburzenia spermatogenezy i impotencję, tendencję do osteoporozy oraz sarkopenii – procesu starzenia się tkanki mięśniowej. Zauważalny jest zanik drugo- i trzeciorzędowych cech płciowych (Schubert i wsp., 2005).

Przyczyny hipogonadyzmu pierwotnego zostały znalezione na poziomie genetycznym. Są to zaburzenia

chromosomów płci na tle strukturalnym, liczbowym oraz czynnościowym. Do zaburzeń tego typu należy zespół Klinefeltera, który jest spowodowany obecnością przynajmniej jednego dodatkowego chromosomu X, najczęściej u mężczyzn o kariotypie 47,XXY. Inną przyczyną może być atrofia jąder w wyniku urazu, stanu zapalnego, niedokrwienia, choroby nowotworowej lub interwencji chirurgicznej. Powodem wystąpienia tego schorzenia jest również kastracja farmakologiczna, jak i chirurgiczna.

W przypadku hipogonadyzmu wtórnego, określanego mianem hipogonadotropowego przyczyny mają swoje źródła gdzie indziej. Najczęstszym powodem jest zespół Kallmanna, który charakteryzuje się zaburzeniem wydzielania przez podwzgórze gonadoliberyny – hormonu odpowiedzialnego za uwalnianie gonadotropiny. Wtórny hipogonadyzm może być spowodowany również chorobą nowotworową. Niemniej jednak inne czynniki odpowiedzialne za zaburzenie działania tych

ośrodków, czyli udary, tętniaki, urazy mechaniczne kości czaszki, trepanacje, zmiany zapalne również są podawane jako przyczyny hipogonadyzmu. Hipogonadyzm wtórny może być również spowodowany radioterapią, stosowaną w leczeniu chorób nowotworowych.

Oprócz podstawowego różnicowania wymienia się także hipogonadyzm obwodowy oraz hipogonadyzm związany ze starzeniem się. Typ obwodowy charakteryzuje się upośledzeniem odpowiedzi tkanek docelowych na androgeny. Przykładem może być zespół Morrisa, zwany zespołem niewrażliwości na androgeny lub zespołem feminizujących jąder. Występuje on u osób z kombinacją chromosomów płciowych XY, co genetycznie oznacza płć męską, ale fenotypowo takie osoby są kobietami (Rabijewski i Zgliszczyński, 2009). Hipogonadyzm związany ze starzeniem się jest charakterystyczny dla mężczyzn po 65 roku życia, gdzie stężenie testosteronu zmniejsza się do 2% rocznie, a synteza testosteronu całkowitego do 1% rocznie. W tym wieku obserwuje się również zwiększoną konwersję testosteronu do estradiolu (Rabijewski i Zgliszczyński, 2009), co może być przyczyną ginekomastii (rozwój gruczołów sutkowych).

Leczenie hipogonadyzmu

Po zdiagnozowaniu hipogonadyzmu, należy rozpocząć terapię. Przyczyny tego schorzenia można leczyć w różnoraki sposób. Wyróżnia się działanie gonadotropinami, gonadoliberyną i testosteronem (Rabijewski, 2009).

Po podjęciu decyzji o leczeniu gonadotropinami stosuje się gonadotropinę kosmówkową HCG (*human chorionic gonadotropin*), która jest odpowiednikiem hormonu luteinizującego. Stosuje się także rekombinowaną gonadotropinę FSH. Farmakologicznym zamiennikiem hormonu folikulotropowego (FSH) jest gonadotropina

menopauzalna HMG (*Human Menopausal Gonadotropin*). Leczenie ma na celu pobudzić komórki Leydiga odpowiedzialne za sekrecję testosteronu, oraz komórki Sertolego (komórki kanalików nasiennych w jądrach), które wspomagają i kontrolują proces spermatogenezy. Działanie skojarzone stosuje się ze względu na możliwość uszkodzenia krążenia wewnątrzjądrowego lub wystąpienia martwicy jąder. Terapia ta uznawana jest za skuteczną w przypadku hipogonadyzmu hipogonadotropowego (Wikiera, 2008).

W przypadku terapii gonadoliberyną (GnRH), która stymuluje przysadkę mózgową do uwalniania gonadotropin uważa się, że na niektórych działa lepiej niż terapia gonadotropinami. GnRH dawkuje się za pomocą podskórnej pompy, która imituje fizjologiczne wydzielanie gonadoliberyny. Terapia daje pozytywny wynik u pacjentów z zaburzeniem dojrzewania płciowego i spermatogenezy.

Metoda terapeutyczna polegająca na domięśniowej iniekcji estrów opiera się na skojarzeniu undecylanu, testosteronu, propionianu, cypionianu oraz enantanu w konsystencji zawiesiny. Domięśniowe wstrzykiwanie hormonu posiada jednak wadę. Poziom stężenia testosteronu różni się w zależności od czasu podania. Tuż po iniekcji obecność testosteronu jest hiperfizjologiczna, zaś po ok. dwóch dobach poziom hormonu spada nawet poniżej dolnej granicy normy (Schubert i wsp., 2005). Podanie doustne zestryfikowanego testosteronu skutkuje ominięciem wątroby i dzięki jego lipofilności przejściem od razu do układu limfatycznego. Przyjęcie testosteronu w takiej formie łączy się z koniecznością skojarzenia go z pokarmem zawierającym tłuszcze. Innym lekiem podawanym doustnie w hipogonadyzmie jest mesterolone, który nie ulega aromatyzacji. Do preparatów przekórnych zaliczono plastry zawierające testosteron, które w tej chwili stosuje się stosunkowo rzadko ze względu na częste podrażnienia skórne i wy-

soką cenę. Do grupy tej zalicza się również preparaty testosteronu w żelu (Vetulani, 2013).

W momencie podjęcia leczenia wyżej wymienionymi preparatami wymagane jest monitorowanie poziomu stężenia testosteronu w surowicy krwi oraz oznaczaniu hematokrytu. Bezwzględny przeciwwskazaniem do terapii jest nowotwór gruczołu krokowego oraz gruczołów piersiowych. W trakcie terapii należy obserwować gruczoł krokowy i monitorować, morfologię krwi, funkcje wątroby, krzepliwość krwi oraz lipidogram (Rabijewski, 2009).

Testosteron i steroidy androgenno-anaboliczne w sporcie

W świecie rywalizacji sportowej spotykamy się z różnymi sposobami wspomagania organizmu do wzmoczonego wysiłku. Zawodnicy startujący w różnych dyscyplinach sportowych często korzystają z substancji zakazanych przez Międzynarodowy Komitet Olimpijski. Prawa i obowiązki zawodnika zawarte w Światowym Kodeksie Antydopingowym zostały przyjęte przez najważniejsze zrzeszenia sportowe na całym świecie. Historia wspomagania androgenno-anabolicznego ma swoje początki już w średniowieczu, kiedy to wojownicy spożywali zwierzęce jadra, będące symbolem siły, męskości oraz wytrzymałości.

Odkrycie testosteronu, jego wyizolowanie, synteza oraz wyniki badań potwierdzające jego działanie spowodowały, że stał się on substancją, po którą sięgają sportowcy. Uważa się, że już w latach 1935-1936 hormon ten był wykorzystywany nie zawsze zgodnie ze swoim przeznaczeniem. Olimpijczycy startujący w zawodach sportowych byli podejrzani o próby eksperymentowania z testosteronem, a żołnierzom w trakcie II Wojny Światowej podawano go, aby ich poziom agresji i wytrzymałości uległ znacznemu podwyższeniu. Pierw-

sze udokumentowane podanie testosteronu w celach dopingowym miało miejsce w 1945 roku i miało służyć poprawie wyników koni sportowych, startujących w wyścigach (Barosso i wsp., 2008).

Z wyników badań przeprowadzonych na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia wynika, że w Stanach Zjednoczonych 75% osób korzystających z usług siłowni niebędących zawodnikami startującymi w zawodach sportowych, przyznaje się do stosowania środków AAS (*anabolic androgenic steroids*). Około 250 osób na 500 zapytanych, otwarcie przyznało się do stosowania testosteronu powyżej 1 g tygodniowo. W Polsce u ponad 6% mężczyzn oraz 2% kobiet zbadanych w grupie 3600 osób wykazano zastosowanie AAS. W skali całego świata mówi się o 15 milionach osób uprawiających sport, którzy dopingują się steroidami androgenno-anabolicznymi a w Stanach Zjednoczonych odnotowano coroczny 20% wzrost sprzedaży tych substancji (Mędraś i Jozków, 2009).

Preparaty AAS różnią się między sobą sposobem dawkowania, siłą działania jak i właściwościami farmakokinetycznymi. Chemiczna modyfikacja cząsteczki testosteronu polega na estryfikacji oraz zmianie rdzenia steroidowego, co zmniejsza ilość skutków ubocznych. AAS pobudzają receptory androgenowe, występujące w prostaty, jądrach, skórze, krtani, tkance tłuszczowej i mięśniach, co sprawia, że stosowanie steroidów wpływa na wiele układów ludzkiego organizmu. Uważa się, że dla organizmu sportowca największe znaczenie ma aspekt anaboliczny steroidów oraz działanie psycho-genne (Marecki, 2005).

Przyjmowanie steroidów androgenno-anabolicznych zazwyczaj determinowane jest chęcią poprawy siły i wytrzymałości u sportowców (Górski, 2001). Najbardziej popularne sposoby przyjmowania to: cykliczny i piramidowy. W pierwszym przypadku stosuje się przyjmowanie steroidów do 12 tygodni, aby później za-

stosować przerwę maksymalnie o takiej samej długości. System piramidowy przyjmowania AAS polega na stopniowym zwiększaniu substancji dopingujących, tak aby po osiągnięciu przyjęcia największej dawki pozwoli ją zmniejszać do początkowego stanu (Medra i wsp., 2005).

Do skutków ubocznych stosowania steroidów androgenno-anabolicznych zalicza się oprócz problemów natury neurologicznej aspekty nieprawidłowego działania układu sercowo-naczyniowego. Badania wykazały, że osoby stosujące doping mogą wykazywać problemy z krzepiwością krwi, prowadzące w późniejszym okresie do zatorów, udaru niedokrwinnego serca, a nawet do zawału mięśnia sercowego podczas wysiłku fizycznego. Sportowcy korzystający z AAS częściej przedstawiali wyniki badań z podwyższonym stężeniem niekorzystnego cholesterolu frakcji LDL (*low-density lipoprotein*) co jest związane z hiperaktywnością lipazy lipoproteinowej w wątrobie, co więcej, koncentracja cholesterolu frakcji HDL (*high-density lipoprotein*) uległa obniżeniu (Miner i wsp., 2014). Z badań wynika, że u osób stosujących doping od dłuższego czasu zwiększa się ryzyko wystąpienia nowotworu wątroby. Do innych schorzeń skojarzonych z przyjmowaniem tego rodzaju dopingów zalicza się również zwiększone ryzyko żółtaczki związanej z zastojem żółci, utrudnionym jej odpływem oraz plamicę wątrobową (Clark i Schofield, 2005).

W przypadku zażywania AAS nieprawidłowości zostają zauważone w pracy układu rozrodczego zarówno męskiego, jak i żeńskiego. U kobiet substancje te wywołują problemy z cyklem miesięcznym, mogą powodować problemy z zajściem w ciążę, a przy długim stosowaniu nawet trwałą niepłodność. Do anatomicznych objawów zalicza się rozrost łechtaczki oraz widoczne zmniejszenie się gruczołów piersiowych. U mężczyzn stosujących steroidy androgenno-anaboliczne występują zaburzenia procesu powstawania i dojrzewania

plemników (spermatogeneza), prowadzące do obniżonej liczby plemników w nasieniu (oligozoospermii) lub braku plemników w ejakulacie (azoospermii), ponadto częściej cierpią oni na ginekomastię. Dodatkowo wykazano, że występuje zwiększone ryzyko raka prostaty u tych mężczyzn.

Pożądanym efektem stosowania AAS jest nawet 20 procentowy przyrost masy mięśniowej. Wykazano, że AAS mają największy wpływ na mięśnie obręczy barkowych, ich procent przyrostu jest jednak uzależniony od wykonywanych ćwiczeń i mięśni w to zaangażowanych. Z badań wynika, że steroidy mają wpływ również na osoby, które nie wykonują stałych ćwiczeń fizycznych. Długoletnie badania mięśni, osób poddających się suplementacji steroidami androgenno-anabolicznych potwierdzają, że przyrost masy mięśniowej nie jest do końca bezpieczny (Barosso i wsp., 2008). Podstawowym ryzykiem w aspekcie przyrostu masy mięśniowej przy stosowaniu AAS jest uszkodzenie mięśni oraz aparatu stawowo – więzadłowego. Jest to spowodowane szybkim ich przyrostem, a co za tym idzie niemożnością organizmu do syntezy odpowiednich ilości kolagenu, którego synteza nie jest wspomagana przez sterydy. Widoczny jest wzmożony trądzik, szczególnie w okolicach barków i pleców. Dodatkowo możliwe jest zahamowanie wzrostu, szczególnie u nastolatków stosujących doping. U kobiet korzystających z dopingów ton głosu jest zdecydowanie niższy, pojawia się hirsutyzm, natomiast w przypadku mężczyzn szybciej dochodzi do łysienia androgenowego (Miner i wsp., 2014).

Do wykrycia steroidów androgenno-anabolicznych wykorzystuje się próbki z krwi, potu, moczu lub ekstrakt z włosów osoby badanej. Zaletą badania włosów na obecność AAS w porównaniu z innymi tkankami czy wydzielinami organizmu, jest możliwość stwierdzenia obecności związków w organizmie badanej osoby nawet po zaprzestaniu ich przyjmowania. Zaletą jest tak-

że brak ograniczenia czasowego od pobrania materiału do przeprowadzenia analizy. Badania przeprowadza się przy wykorzystaniu chromatografii cieczowej i gazowej oraz spektrometrii masowej i izotopowej.

Literatura

- Barosso O, Mazzoni I, Rabin O (2008). Hormone abuse in sports: the antidoping perspective. *Asia J Androl.* 10(3): 391-402.
- Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L (2007). *Biochemia*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Bilikiewicz A (2011). *Psychiatria: podręcznik dla studentów medycyny*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa.
- Clark BM, Schofield RS (2005). Dilated cardiomyopathy and acute liver injury associated with combined use of ephedra, gamma-hydroxybutyrate, and anabolic steroids. *Pharmacotherap.* 25(5): 756-761.
- Górski J (2001). Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego. Podręcznik dla studentów akademii wychowania fizycznego i akademii medycznych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa.
- Kacker R, Connors W, Zade J, Morgentaler A (2014). Bone mineral density and response to treatment in men younger than 50 years with testosterone deficiency and sexual dysfunction or infertility. *J. Urol.* 191(4): 1072-1076.
- Levesque JF, Templeton E, Trimple L and others (2005). Discovery, biosynthesis, and structure elucidation of metabolites of a doping agent and a direct analogue, tetrahydrogestrinone and gestrinone, using human hepatocytes. *Anal. Chem.* 77(10): 3164- 3172.
- Łukasiewicz M, Lew-Starowicz Z, Bińkowska M (2009). Androgeny i seksualność kobiet. *Przegląd Menopauzalny.* 3: 161-164.
- Marecki B (2005). Anatomia funkcjonalna w zakresie studiów wychowania fizycznego i fizjoterapii. Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego. Poznań.
- Medra M, Tworowska U, Jozkow P (2005). Postoperative course and anabolic-androgenic steroids abuse- a case report. *Anaesthesia.* 60: 81-84.
- Mędraś M, Jozków P (2009). Zastosowanie testosteronu i steroidów androgenno-anabolicznych w sporcie. *Endokrynologia Polska.* 3: 204-209.
- Miner M, Barkin J, Rosenberg MT (2014). Testosterone deficiency: myth, facts and controversy. *Can J Urol.* 21(Suppl 2): 39-54.
- Misiorowski W (2007). Osteoporoza u mężczyzn. *Geriatrics.* 1: 30-36.
- Oniszczenko W (2011). Genetyka osobowości: krótki przegląd najnowszych badań, *Neuropsychiatria i Neuropsychologia.* 6(3-4): 113-119.

- Pasternak K (2005). *Biochemia dla studentów medycznych studiów licencjackich*. Czelej. Lublin.
- Rabijewski M, Zgliczyski W (2009). Etiopatogeneza, rozpoznawanie i leczenie hipogonadyzmu u mężczyzn. *Endokrynologia Polska.* 3: 222-233.
- Rabijewski M, Zgliczyski W (2009). Niedobór testosteronu u starszych mężczyzn. *Polski Merkuriusz Lekarski.* 162: 517-523.
- Rabijewski M (2009). Praktyczne aspekty rozpoznawania i leczenia zespołu niedoboru testosteronu (TDS) u mężczyzn. *Przegląd Urologiczny.* 4: 48-50.
- Rabijewski M (2011). Testosteron a dysfunkcje seksualne u mężczyzn. *Przegląd Urologiczny.* 3: 14-16.
- Rabijewski M, Papierska L, Kozakowski J, Zgliczyski W (2007). Współzależność pomiędzy stężeniami androgenów (testosteronu i siarczanu dehydroepiandrosteronu) a zespołem metabolicznym u starszych, nieotyłych mężczyzn. *Endokrynologia Polska.* 6(58): 496-504.
- Rabijewski M, Zgliczyski W (2013). Zespół niedoboru testosteronu u mężczyzn w starszym wieku. *Przegląd Menopauzalny.* 1: 34-39.
- Rapa D, Paszkowski T (2005). Suplementacja testosteronem a seksualność kobiet. *Seksuologia Polska.* 3(2): 69-73.
- Rudnicka E, Kmiński M, Radanicki S (2010). Stężenie hormonów androgenowych oraz 17- hydroksyprogesteronu w surowicy krwi a wzorzec miesiączkowania u pacjentek z zespołem policystycznych jajników. *Ginekologia Polska.* 2:745-749.
- Schubert M, Minnemann T, Hubler D, Rouskova D, Christoph A, Oettel M, Ernst M, Mellinger U, Krone W, Jockenhovel F (2005). Intramuscular testosterone undecanoate: pharmacokinetic aspects of a novel testosterone formulation during long-term treatment of men with hypogonadism. *J Clin Endocrinol Metab.* 89: 5429.
- Shores MM, Matsumoto AM (2014). Testosterone, aging and survival: biomarker or deficiency. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 21(3): 209-216.
- Traczyk W (2007). *Fizjologia człowieka w zarysie*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa.
- Vetulani J (2013). Neurochemia impulsywności i agresji. *Psychiatria Polska.* 1: 103-115.
- Wikiera B (2008). Późny hipogonadyzm mężczyzn. *Acad. Aesthet. Anti-Aging Med.* 4:39-41.

The influence of testosterone in the human body

Monika Wójcicka, Bernadetta Skrzeczyńska, Justyna Biernacka, Iwona Stanisławska

Testosterone is a steroid hormone. In men, testosterone plays a key role in the development of male reproductive tissues such as the testis and prostate as well as promoting secondary sexual characteristics such as increased muscle, bone mass, and the growth of body hair. In addition, testosterone is essential for health and well-being as well as the prevention of osteoporosis.

Key words: testosterone, testis, muscle

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

Cele:

- 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:

- V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka.
2. Homeostaza organizmu człowieka. Uczeń:
 - 2) określa czynniki wpływające na zaburzenie homeostazy organizmu (...i niektórych używek)
12. Układ dokrewny. Uczeń:
 - 1) klasyfikuje hormony według kryterium budowy chemicznej oraz przedstawia wpływ hormonów peptydowych i sterydowych na komórki docelowe;
 - 2) wymienia gruczoły dokrewne, podaje ich lokalizację i przedstawia rolę w regulacji procesów życiowych;

Zawartość kadmu i ołowiu w warzywach, efekt toksyczności pierwiastków śladowych

Anna Szymonik

zgodność z PP – zob. s. 53

Streszczenie:

Obecność pierwiastków śladowych, takich jak kadm ołów w roślinach przeznaczonych do spożycia może być zagrożeniem dla zdrowia ludzkiego. Metale ciężkie mają zdolność przenikania do poszczególnych części rośliny: korzeń, liść, owoc. Przyczyną nadmiernej zawartości pierwiastków śladowych w roślinach jest skażenie gleby i atmosfery czy uprawy na terenach skażonych (np. w pobliżu zakładów przemysłowych). Nadmierna zawartość kadmu i ołowiu w roślinie może wywierać negatywny wpływ na fizjologię i morfologię roślin (hamują wzrost, powoduje spadek biomasy i zaburzenia procesie fotosyntezy). Spożywanie roślin zawierających nadmierną zawartość kadmu i ołowiu może wywierać negatywne skutki dla zdrowia człowieka, m.in. wpływa na metabolizm białek, węglowodanów i tłuszczów, zaburza aktywność niektórych enzymów a w skrajnych przypadkach powoduje niewydolność narządową i przyczynia się do wzrost zachorowań na nowotwory.

Słowa kluczowe: kadm, ołów, toksyczność

otrzymano: 24.05.2016; przyjęto: 27.09.2016; opublikowano: 30.09.2016



mgr Anna Szymonik:
doktorantka, Politechnika Częstochowska,
Instytut Inżynierii Środowiska

Wstęp

Na ilość składników mineralnych w roślinach ma wpływ zawartość tych pierwiastków w środowisku naturalnym. Wraz z postępującym rozwojem przemysłu i urbanizacją dochodzi do skażenia środowiska naturalnego, w tym gleb metalami ciężkimi. Pierwiastki śladowe obecne w środowisku wywierają wpływ na łańcucha pokarmowego: rośliny, zwierzęta i człowieka.

Pierwiastki śladowe działając na organizmy roślin, mogą wywierać efekt stymulujący, do tych metali należą m.in. żelazo, mangan, cynk i miedź, choć metale te obecne w nadmiarze mogą wywołać efekty toksyczne. Metale takie jak kadm i ołów obecne w niewielkiej ilości w organach roślin nie wywołują efektów toksycznych, ale zakumulowane w nadmiarze tak, a spożywanie nadmiernie skażonych warzyw i owoców może być niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego. Ich toksyczne działanie może ujawniać się dopiero po wielu latach. Ilość pierwiastków śladowych w roślinach zależy m.in. od zawartości metali ciężkich w glebach. Kadm charakteryzuje się największą mobilnością, a średnia zawartość tego pierwiastka śladowego w glebach na terenie Polski wynosi około 0,2 mg kg⁻¹ (Dziubanek i wsp., 2012). Obszary rolnicze mogą być zanieczyszczone przez kadm zawarty w sztucznych nawozach rolniczych (np. fosforowych). Jeśli w glebie występuje zwiększona zawartość miedzi to pobieranie kadmu przez rośliny maleje, przy nadmiernym zakwaszeniu gleby biodostępność kadmu rośnie. Jednym ze sposobów obniżenia zawartości kadmu w kwaśnej glebie jest jej wapniowanie. Na wzrost pobierania kadmu przez rośliny mają wpływ obecne w glebie chelaty żelaza (Dziubanek i wsp., 2012; Kowol i wsp., 2003; Maciołek i wsp., 2013). Średnia naturalna koncentracja ołowiu w glebach na terenie Polski wynosi 18 mg kg⁻¹ a na obszarach rolniczych 14 mg kg⁻¹ (Dziubanek i wsp., 2012). Ołów jest mało mobilny w glebach o charakterze zasadowym, w glebach

o charakterze kwaśnym wykazuje lepszą rozpuszczalność i większą biodostępność dla roślin. Na pobieranie ołowiu przez rośliny działa hamująco obecność w glebach wapnia, siarki i fosforu. By zapobiec spożywaniu roślin o podwyższonej zawartości wyżej wymienionych pierwiastków śladowych należy nie spożywać owoców i warzyw nieznanego pochodzenia, gotować w dużej ilości wody usuwać liście zewnętrzne, myć starannie powierzchnie warzyw i owoców (Avila i wsp., 2016; Bednarek i wsp., 2007).

Celem pracy jest wykazanie, w oparciu o dane literaturowe dróg przenikania kadmu i ołowiu do poszczególnych części roślin, wykazanie zawartości tych pierwiastków śladowych w najczęściej uprawianych warzywach, oraz ukazanie skutków zdrowotnych nadmiernej ekspozycji na metale ciężkie.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r. ustaliło najwyższy dopuszczalny poziom zawartości ołowiu dla roślin uprawnych i owoców. Najwyższe dopuszczalne stężenie ołowiu dla warzyw (z wyłączeniem warzyw kapustnych, warzyw liściastych, świeżych ziół i grzybów) i obranych ziemniaków wynosi 0,1 mg kg⁻¹ św.m., dla warzyw kapustnych i grzybów uprawnych wynosi 0,3 mg kg⁻¹ św.m.,. Najwyższy dopuszczalny poziom ołowiu dla owoców, w tym jagód i małych owoców wynosi 0,1 mg kg⁻¹ św.m. (Rozporządzenie Komisji WE nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r.) Rozporządzenie Komisji WE nr 488/2014 z dnia 12 maja 2014 r. określiło najwyższą dopuszczalną zawartość kadmu w warzywach i owocach. Dla warzyw i owoców (z wyłączeniem warzyw liściastych, świeżych ziół i grzybów, warzyw łodygowych, warzyw korzennych i ziemniaków) wynosi 0,05 mg kg⁻¹ św.m. Dla warzyw liściastych, świeżych ziół, grzybów uprawnych i selera wynosi 0,2 mg/kg św.m. Dla warzyw łodygowych, korzeniowych, bulwiastych i ziemniaków obranych, z wyłączeniem selera wynosi 0,1 mg kg⁻¹ św.m.

Poziom pierwiastków śladowych w wybranych warzywach

Pierwiastki śladowe obecne w warzywach i owocach pochodzą z trzech źródeł: gleby, wody i powietrza, ale najważniejszą przyczyną zawartości metali ciężkich w roślinach jest skażona gleba. Natomiast największa ilość pierwiastków śladowych przenika do roślin przez system korzeniowy. Ilość pobieranych przez korzeń metali ciężkich zależy m.in. od ich stężenia w glebie a większość pobranych związków i jonów jest zatrzymywana w ścianie komórkowej korzenia. Bariere w transporcie wody i zawartych w niej pierwiastków

śladowych stanowi endoderma korzenia, która zawiera substancje hydrofobowe, dlatego dochodzi do transportu przez symplast, czyli cytoplazmę komórek połączonych plazmodesmami. Transport przez błony komórkowe zachodzi na drodze dyfuzji prostej i ułatwionej lub poprzez endocytozę (Romanowska-Duda., 2015). Drugą pod względem ilości drogą przedostawania się metali ciężkich do roślin są liście. Ołów zawarty w atmosferze jest wprowadzany do rośliny poprzez szparki w kutykuli a największa ilość ołowiu jest zgromadzona w komórkach budujących wiązkę liścia i w przestworach międzykomórkowych (Staniak., 2014). Największą zawartość pierwiastków śladowych zaobserwowano

w korzeniu, następnie w liściach, łodydze, owocach, nasionach i kwiatach (Romanowska-Duda, 2015).

W większości próbek warzyw pochodzących z Poznania średnia zawartość kadmu była podwyższona. W próbkach ziemniaków zebranych w Trzebinie podwyższona była zawartość ołowiu w skórce w porównaniu do zawartości tego pierwiastka w mięszu ziemniaków. Średnie zawartości ołowiu w naci pietruszki pochodzącej z rejonu lubińskiego były wyższe w porównaniu do średnich zawartości tego pierwiastka w natce pietruszki zebranej w rejonie wrocławskim. Nie stwierdzono znacznych różnic pomiędzy zawartością pierwiastków śladowych w próbkach szczypioru zebranego w rejonach wrocławskim i lubińskim. Zaobserwowano wyższą średnią zawartość ołowiu w próbkach sałaty pochodzącej z rejonu wrocławskiego – 0,184 mg kg⁻¹ w porównaniu do sałaty zebranej w rejonie lubińskim – 0,059 mg kg⁻¹. Warzywa pochodzące z rejonu głogowskiego były zebrane w okolicach Huty Miedzi „Głogów”, w naci pietruszki pochodzącej z tych okolic zawartość ołowiu była podwyższona (Petryk i wsp., 2010; Orzeł i wsp., 2010; Orzeł i wsp., 2010).

Toksyczność metali ciężkich wobec roślin i człowieka

Wpływ metali ciężkich na rośliny

Opisując mechanizmy przenikania pierwiastków śladowych w roślinach należy użyć pojęć: biokoncentracja, współczynnik biokoncentracji i współczynnik translokacji. Biokoncentracja jest to stężenie pierwiastka śladowego w roślinie w stosunku do stężenia badanego pierwiastka śladowego w otaczającym środowisku. Współczynnik biokoncentracji (BCF) jest to stężenie danego pierwiastka śladowego w roślinie podzielone przez stężenie tego pierwiastka w otaczającym środowisku a zdolność translokacji metali ciężkich z korzenia do

Tab. 1. Zawartość kadmu i ołowiu w warzywach zebranych na terenach Polski

Źródło: oprac. własne.

Pierwiastek śladowy	Surowiec	Zawartość (mg kg ⁻¹ s.m.)	Miejsce poboru	Literatura
Kadm	Kapusta	1,79	Poznań	(Bosiacki., 2007)
	Kapusta	0,65	Wilanów	(Kawecka i wsp., 2013)
	Marchew	1,98	Poznań	(Bosiacki., 2007)
	Marchew	0,65	Wilanów	(Kawecka i wsp., 2013)
	Salata	2,64	Poznań	(Bosiacki., 2007)
	Salata	0,036	rejon wrocławski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Salata	0,025	rejon lubiński	(Orzeł i wsp., 2010)
	Pomidor	1,61	Poznań	(Bosiacki., 2007)
	Pietruszka	1,78	Poznań	(Bosiacki., 2007)
	Nać pietruszki	0,017	Rejon wrocławski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Nać pietruszki	0,008	Rejon lubiński	(Orzeł i wsp., 2010)
	Ogórek	1,84	Poznań	(Bosiacki., 2007)
Ołów	Szczypior	0,012	Rejon wrocławski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Szczypior	0,02	Rejon lubiński	(Orzeł i wsp., 2010)
	Ziemniaki-skrórka	2,56	Trzebinia	(Petryk i wsp., 2010)
	Ziemniaki-mięsz	0,62	Trzebinia	(Petryk i wsp., 2010)
	Ziemniaki-mięsz	0,027	Region lubelski	(Kot i wsp., 2009)
	Kapusta	0,009	Rejon głogowski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Marchew	0,046	Rejon głogowski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Salata	0,184	Rejon wrocławski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Salata	0,059	Rejon lubiński	(Orzeł i wsp., 2010)
	Pietruszka	0,097	Rejon głogowski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Nać pietruszki	1,308	Rejon głogowski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Szczypior	0,247	Rejon wrocławski	(Orzeł i wsp., 2010)
	Szczypior	0,175	Rejon lubiński	(Orzeł i wsp., 2010)

poszczególnych części nadziemnych rośliny nazywamy współczynnikiem translokacji (TF). BCF obliczono dla każdej części rośliny ze wzoru: $BCF = \frac{\text{stężenie metalu ciężkiego w roślinie}}{\text{stężenie metalu ciężkiego w glebie}}$, gdy współczynnik $BCF < 1$ metal nie jest zakumulowany w roślinie, gdy $1 < BCF < 10$ metal akumuluje się w roślinie, gdy wartość jest powyżej 10 zachodzi zjawisko zwane hiperakumulacją. Współczynnik TF oszacowano jako stężenie metalu ciężkiego w kłacu w porównaniu do stężenia tego metalu w korzeniu rośliny i gdy wartość współczynnika TF jest większa od 1 roślina jest zaklasyfikowana jako hiperakumulująca metale ciężkie, a jeśli mniejsza od 1 jako roślina tolerująca metale ciężkie (Avila i wsp., 2016).

Korzeń najczęściej jest pierwszym organem mającym kontakt ze skażeniami zawartymi w glebie. Najczęstszą i najpoważniejszą przyczyną obecności pierwiastków śladowych w roślinach jest przenikanie ich z gleby do korzenia. Pod wpływem pierwiastków śladowych w korzeniu może dojść do zmian morfologicznych i fizjologicznych, takich jak: zahamowanie wzrostu, spadek biomasy korzenia, spadek ilości naczyń przewodzących, uszkodzenia czapeczki korzenia, zanik włosników, spadek liczby korzeni bocznych (w przypadku systemów korzeniowych palowych), spadek liczby korzeni (dla systemów korzeniowych wiązkowych) (Ociepa-Kubicka i wsp., 2012). Pierwiastkiem śladowym ulegającym akumulacji w największej ilości w korzeniu jest ołów, ze względu na to, że to jest pierwiastek o ograniczonej mobilności. Korzenie roślin mogą pobierać znacznie więcej ołowiu niż liście (nawet do 95% całkowitego pobrania) i transportują go do części nadziemnych rośliny. Ołów w największej ilości odkłada się w błonach komórkowych komórek strefy wydłużania korzeni (Staniak, 2014).

Ołów jest pierwiastkiem śladowym, który naturalnie występuje w organizmach roślin, ale jego funkcja

fizjologiczna jest słabo poznana. Efektem toksycznego oddziaływania ołowiu na organizmy roślin są zmiany morfologiczne w liściach: małe czerwone, lub ciemnozielone liście, pojawienie się skróconych korzeni o niższej gęstości włosników (Ociepa-Kubicka i wsp., 2012). Ołów obecny w roślinach hamuje wzrost korzenia roślin, powoduje nieregularne pogrubienia w korzeniu. Kadm uszkodzając korzeń wywiera wpływ na gospodarkę azotową hamując wchłanianie azotanów przez korzeń i transport ich z korzenia do pędów oraz zahamowanie wzrostu korzenia, brązowienie wierzchołków korzeni a w konsekwencji obumarcie korzenia. (Nagajyoti i wsp., 2010). Choć większość wymienionych efektów toksycznego oddziaływania ołowiu i kadmu na poszczególne części roślin zaobserwowano hodując rośliny na podłożach sztucznie skażonych.

Akumulacja pierwiastków śladowych, takich jak: ołów, kadm w roślinach wywiera negatywny wpływ na proces fotosyntezy, zaburzając fazę jasną fotosyntezy. Wymienione pierwiastki śladowe powodują uszkodzenie chloroplastów i błon tylakoidów w których zachodzi jasna faza fotosyntezy, zaburzają transport elektronów, co w prowadzi do zaburzeń w syntezie ATP i NADPH (Syta i wsp., 2013). Nadmierna zawartość pierwiastków śladowych, takich jak kadm i ołów w roślinie zaburza gospodarkę węglowodanów, gdyż metale te mogą pełnić rolę inhibitorów enzymów α - i β -amylazy, które rozkładają cukry w trakcie procesu dojrzewania owoców. Gospodarka białkowa pod wpływem metali ciężkich również ulega zaburzeniu. Wzrost zawartości pierwiastków śladowych w roślinach może powodować nadmierną peroksydację lipidów, czyli utlenianie lipidów a produktami tego procesu są aldehydy i węglowodory, które wywołują zaburzenia w funkcjonowaniu błon komórkowych, enzymów błonowych i białek transportujących. Pierwiastki śladowe, głównie kadm, mają wpływ na asymilację azotu, poprzez hamowanie aktywności en-

zymów biorących udział w tym procesie (Solanik i wsp., 2011). Pod wpływem pierwiastków śladowych, takich jak kadm i ołów dochodzi do uszkodzenia chloroplastów, obrzęku chloroplastów, zaburzeniu struktury tylakoidów, zmian powierzchni tylakoidów oraz spadku przestrzeni między tylakoidalnych. Uszkodzenia chloroplastów wiążą się ze spadkiem liczby chloroplastów, hamowaniem metabolizmu chlorofilu oraz redukcją enzymów biorących udział w przemianach CO_2 . Kadm i ołów mogą powodować obrzęk lub rozpad mitochondriów oraz wywołują zaburzenia w budowie ściany komórkowej (Nagajyoti i wsp., 2010).

Poruszając problem toksycznego wpływu metali ciężkich na rośliny należy wspomnieć o reaktywnych formach tlenu ROS (reactive oxygen species). ROS w komórkach roślinnych pełni dwojaką funkcję: pożyteczną, gdyż uczestniczą w regulacji najważniejszych dla komórek roślinnych procesów, czyli wzrostu, rozwoju, starzenia i obumierania. Biorą udział w odpowiedzi komórek na atak patogenów i uszkodzenia. W odpowiedzi na czynniki stresowe, takie jak wysoka lub niska temperatura, niedostateczna ilość nawodnienia podłoża, nadmierna ilość światła czy obecność pierwiastków śladowych, może dojść do nadmiernej produkcji reaktywnych form tlenu. W rezultacie mogą one doprowadzić do dezaktywacji enzymów komórkowych, uszkodzenia DNA komórki, uszkodzenia zasad azotowych i reszt cukrowych oraz uszkodzenia nici DNA. Uszkodzenie białek obejmujące utlenianie reszt aminokwasowych i zmiany w strukturze trzeciorzędowej, może prowadzić do agregacji lub degradacji białek. Uszkodzenia lipidów mogą prowadzić do uszkodzeń błon komórkowych, do zmniejszenia płynności błon i do zwiększenia przepuszczalności (Nowicka i wsp., 2013). Najważniejszym mechanizmem obrony roślin przed toksycznym działaniem nadmiernych ilości pierwiastków śladowych jest synteza fitochelatyn – polipeptydów wytwarzanych

w komórkach roślinnych. Uczestniczą one w procesie wychwytu jonów metali, tworząc kompleksy, które przemieszczają się do wakuol. Kolejnym sposobem detoksykacji jest tworzenie kompleksów metali ciężkich z pochodnymi fenoli, aminokwasami czy z kwasami organicznymi. Powstałe w ten sposób kompleksy również przemieszczają się do wakuol. Zmniejszenie pobierania pierwiastków śladowych przez roślinę może być wynikiem ich blokowania w ścianie komórkowej przez pektyny (Romanowska-Duda., 2015).

Wpływ kadmu i ołowiu na organizm ludzki

Największą zawartość kadmu oznaczono w ziemniakach, ziarnach zbóż, ryżu i warzywach liściastych (głównie pochodzących z upraw na terenach uprzemysłowionych). Warzywami pobierającymi ołów w największej ilości są: buraki, pietruszka sałata, rzodkiewka, szpinak, marchew. Najwięcej tego pierwiastka jest akumulowane w korzeniu, w porównaniu do liści czy owoców (Gruca-Królikowska i wsp., 2006). Spożywanie warzyw zawierających pierwiastki śladowe, takie jak kadm czy ołów nie jest jedyną drogą przenikania tych metali do organizmu ludzkiego. Kadm i ołów są obecne w mięsie, wątrobie i nerkach jagniąt, kurcząt, bydła, ryb (tuńczyk, łosoś) i zwierząt wolno żyjących (sarny, jelenie). Stężenie tych pierwiastków śladowych w nerkach i wątrobie zwierząt jest większe w porównaniu do stężenia w mięśniach, a ich poziom zależy m.in. od gatunku i wieku zwierząt oraz od stopnia degradacji środowiska (Maciołek i wsp., 2013; Szymonik i wsp., 2015). Jednak w przypadku kadmu w 75% pierwiastek ten jest pobierany z żywnością pochodzenia roślinnego – głównie z ziemniakami (Wilk i wsp., 2013). W przypadku ołowiu kolejnym źródłem skażenia produktów żywnościowych mogą być procesy technologiczne, gdyż pierwiastek ten może przedostawać się z urządzeń stosowanych przy produkcji żywności, pochodzić z naczyń,

opakowań czy wykorzystywanej aparatury (Staniak., 2014). Pierwiastki śladowe zakumulowane w pożywieniu mogą przedostawać się do organizmu ludzkiego, powodując zatrucia przewlekłe, które przez pewien czas mogą nie dawać objawów. Po urodzeniu kadm nie jest obecny w organizmie, przedostaje się do niego głównie przez układ pokarmowy. W przewodzie pokarmowym wchłanianie kadmu następuje w dwunastnicy a odkłada się głównie w wątrobie i nerkach. Przewlekła ekspozycja na stosunkowo niskie dawki kadmu prowadzi do nieodwracalnego uszkodzenia nerek, a dokładniej kanalików nerkowych, co prowadzi do zaburzeń ponownego wchłaniania białek, glukozy i aminokwasów. Uszkodzenie kanalików nerkowych z czasem może prowadzić do niewydolności nerek (Wilk i wsp., 2013). Kolejnym następstwem przewlekłego narażenia na kadm są choroby naczyniowo-sercowe: obniżenie kurczliwość mięśnia sercowego, czego konsekwencją jest zmniejszenie pojemności wyrzutowej i minutowej serca. Kadm również wpływa negatywnie na układ rozrodczy, powodując martwicę kanalików nasiennych. Działa toksycznie na gruczoł krokowy, zaburzając produkcję testosteronu. Zaburzając równowagę androgenowo-estrogenową może przyczynić się do powstania nowotworu gruczołu krokowego. Kadm nawet w niskich dawkach przyczynia się do rozwoju osteoporozy poprzez wypieranie wapnia z kości i utrudnianie adsorpcji tego pierwiastka w układzie pokarmowym. Wpływa na metabolizm: cynku, żelaza, miedzi czy magnezu, zastępując cynk w przemianach biologicznych. Zaburza syntezę DNA, RNA i wpływa na aktywność enzymów zawierających cynk (Kaczyńska i wsp., 2015; Avila i wsp., 2016). Ołów odkłada się w narządach bogato ukrwionych, początkowo w wątrobie, nerkach i organach mięszkowych a następnie w ośrodkowym układzie nerwowym. Poziom ołowiu we krwi jest w równowadze ze stężeniem w tkankach i kościach. Parametrem okre-

ślającym stopień zatrucia organizmu ołowiem jest jego poziom we krwi – BLL (blood lead level). BLL może się utrzymywać na stosunkowo wysokim poziomie nawet wiele lat po ekspozycji z uwagi na powolny proces uwalniania ołowiu z kości. Akumulacja ołowiu w kościach stanowi wyznacznik wielkości ekspozycji na ołów. Poza układem kostnym, ołów w największej ilości akumuluje się w wątrobie – $1 \mu\text{g g}^{-1}$, a następnie w korze nerek – $0,8 \mu\text{g g}^{-1}$, rdzeniu nerek – $0,5 \mu\text{g g}^{-1}$, trzustce – $0,4 \mu\text{g g}^{-1}$, śledzionie – $0,3 \mu\text{g g}^{-1}$, nadnerczach – $0,2 \mu\text{g g}^{-1}$, mózgu i tkance tłuszczowej – $0,1 \mu\text{g g}^{-1}$ i mięśniach szkieletowych – $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Ołów, nawet przy niskich dawkach powoduje uszkodzenia centralnego i ośrodkowego układu nerwowego, zaburzając formowanie się prawidłowych połączeń synaptycznych, integrację neuronów z glejem, co w konsekwencji prowadzi do upośledzenia procesów przekazywania sygnałów w systemach cholinergicznym i dopaminergicznym w mózgu. Ołów wpływa negatywnie na układ krwionośny; hamuje syntezę hemu, czego konsekwencją jest niedokrwistość (Omaye., 2004). Powoduje upośledzenie pracy nerek, prowadząc do spadku szybkości przesączania kłębuszkowego, białkomoczu i cukromoczu. Wpływa negatywnie na wątrobę wpływając na aktywność cytochromu C-450, który katalizuje reakcje hydroksylacji, ważne w syntezie cholesterolu. Akumulacja ołowiu może wpływać na funkcję enzymów łańcucha oddechowego, szlaku glikolizy oraz na funkcjonowanie białek strukturalnych. Wykazuje również działanie immunosupresyjne i zaburza funkcjonowanie układu odpornościowego, przez co zwiększa podatność na zachorowania na choroby autoimmunologiczne, np. stwardnienie rozsiane (Krzywy i wsp., 2010; Pietraszuk-Giel i wsp., 2012). Ołów wykazuje zdolność przenikania przez łożysko. Ołów przenikający przez łożysko to ołów, który uległ mobilizacji z kości matki, powodując wzrost poziomu

we krwi (BLL) i przenikanie przez barierę łożyskową (McGowan i wsp., 1996). Stężenie ołowiu we krwi pępowinowej stanowi 85% stężenia ołowiu we krwi matki. Na zatrucie ołowiem szczególnie narażone są dzieci, ponieważ absorbują ołów w większym stosunku do ich masy ciała a zwiększona obecność tego metalu w organizmie dziecka może być jedną z przyczyn obniżenia ilorazu inteligencji i trudności w uczeniu się. Karcinogenne działanie ołowiu na organizmy nie zostało jak do tej pory udowodnione (Krzywy i wsp., 2010; Pietrzak-Giel i wsp., 2012).

Poruszając problem efektu toksycznego pierwiastków śladowych na organizm ludzki należy wspomnieć o cynku i miedzi, które są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego, ale obecne w nadmiarze w organizmie mogą wywołać skutki negatywne. Cynk jest pierwiastkiem niezbędnym dla prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego i rzadko dochodzi do zatrucia cynkiem. Pobieranie cynku przez organizm ludzki jest regulowane hormonalnie i zwiększa się wraz ze zwiększeniem tego pierwiastka w pożywieniu (Piontek i wsp., 2014). Jedną z przyczyn toksyczności cynku są zaburzenia metabolizmu żelaza i glinu, które wchłaniają się takim samym szlakiem co cynk (Omaye, 2004). Początkowo cynk gromadzi się w wątrobie, gdzie wiąże się z białkami, w późniejszych etapach odkłada się w nerkach. Długotrwałe spożywanie zwiększonych ilości cynku może przyczynić się do rozwoju miażdżycy i zwiększenia podatność naczyń krwionośnych na uszkodzenia. Cynk przyczynia się do powstawania niedokrwistości, ponieważ hamuje przyswajanie żelaza, wapnia, fosforu i miedzi. Może być czynnikiem potencjalnie rakotwórczym (Piontek i wsp., 2014). Zatrucie cynkiem objawia się spadkiem odporności w wyniku upośledzenia układu odpornościowego i zaburzeniami gospodarki lipidowej, m.in. spadkiem

frakcji HDL cholesterolu (Omaye, 2004). Miedź jest niezbędnym składnikiem wielu enzymów i białek. W organizmie tworzy kompleksy min. z histydyną i kwasem glutaminowym. Bierze udział w procesach oksydacyjno-redukcyjnych, jest składnikiem wielu koenzymów. W organizmie powoduje wzrost czerwonych krwinek, wzrost hemoglobiny i hematokrytu. Zbyt duża ilość miedzi powoduje uszkodzenie wątroby, nerek, spadek ilości hemoglobiny. Wykazuje działanie antagonistyczne w stosunku do cynku, co powoduje niedobór cynku i spadek odporności (Kondej., 2007; Piontek i wsp., 2014).

Niezbędnym pierwiastkiem dla prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego jest żelazo, ale w przeciwieństwie do miedzi i cynku zatrucia żelazem występują częściej w wyniku przedawkowania preparatów zawierających żelazo, takich jak Askofer. Mechanizm toksycznego działania żelaza nie został w pełni poznany, wiadomo, że dochodzi do zablokowania enzymów cyklu kwasów tri karboksylowych. Nadmiar żelaza prowadzi do uszkodzenia narządów mięsnych, działa drażniąco na błonę śluzową przewodu pokarmowego, powodując zapalenie błony śluzowej o charakterze krwotocznym (Kokot, 2000).

Opisane powyżej toksyczne działanie pierwiastków śladowych występuje najczęściej gdy spożywa się pokarmy dość silnie zanieczyszczone; warzywa pochodzące z upraw na terenach uprzemysłowionych. Spożywaniem mleka i mięsa od bydła karmionego zanieczyszczoną paszą lub wypasanych na terenach skażonych. Jedzeniem ryb pochodzących z nieznanego łowiska czy nadmiernym spożywaniem mięsa zwierzęcy wolno żyjącej (sarny). Spożywanie warzyw z hodowli ekologicznych, mięsa i mleka bydła z chowu ekologicznego i ryb z gospodarstw hodowlanych obniży spożycie metali ciężkich (Maciołek i wsp., 2013; Szymonik i wsp., 2015).

Podsumowanie

Zawartość metali ciężkich w roślinach przeznaczonych do spożycia zależy od stopnia skażenia gleby. Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach uprawianych na terenach potencjalnie narażonych na skażenie, położonych przy zakładach produkcyjnych jest wyższe w porównaniu do zawartości u roślin pochodzących z upraw ekologicznych. Metale ciężkie wywierają określony wpływ na poszczególne części roślin, powodując spadek biomasy zahamowanie wzrostu, zaburzenia procesów fotosyntezy, syntezy DNA, wpływają na gospodarkę białkową i lipidową. Spożywanie roślin zawierających metale ciężkie wywiera negatywny wpływ na zdrowie, wpływa na metabolizm białek, węglowodanów i tłuszczów, aktywność enzymów i funkcjonowanie narządów. W skrajnych przypadkach może przyczynić się do powstawania nowotworów. By zminimalizować narażenie organizmu na pierwiastki śladowe należy spożywać żywność pochodzącą z certyfikowanych gospodarstw i hodowli.

Literatura

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007). Toxicological profile for lead. U.S. Department of Health and Human Services.
- Avila P, Ferreira da Silva F, Candeias C (2016). Health risk assessment through consumption of vegetables rich in heavy metals: the case study of the surrounding villages from Panasqueira mine, Central Portugal. In: *Environ Geochem Health*. [serial online]
- Dostępny na; https://www.researchgate.net/publication/303644403_Health_risk_assessment_through_consumption_of_vegetables_rich_in_heavy_metals_the_case_study_of_the_surrounding_villages_from_Panasqueira_mine_Central_Portugal
- Bednarek W, Tkaczyk P, Dresler P (2007) Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości kapusty białej. *Acta Agrophysica*. 10:7-18.
- Bosiacki M (2007). The lead and cadmium content in edible parts of vegetables sold in the area of city of Poznań. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*. 41:427-432.

Dziubanek G, Baranowska R, Olesiuk K (2012). Metale ciężkie w glebach Górnego Śląska- problem przeszłości czy aktualne zagrożenie? *JEcolHealth*.4:169-176.

Gruca-Królikowska S, Waclawek W (2006). Metale ciężkie w środowisku. Cz II. Wpływ metali ciężkich na rośliny. *Chemia. Dydaktyka. Ekologia, Metrologia*.11:41-56.

Kaczyńska A, Zajączkowski M, Grzybiak M (2015). Toksyczny wpływ kadmu na rośliny i człowieka. *Ann. Acad. Med. Gedan*.45:65-70.

Kawecka W, Rychlik E, Rachtan- Janicka J, Wrońska A (2013). Obecność kadmu i ołowiu w warzywach i zbożach pochodzących z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej. *JEcolHealth*. 17:18-21.

Kokot F (2000). Ostre zatrucia preparatami żelaza. In: *Choroby wewnętrzne* 2. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa:1204.

Kondej D (2007). Metale ciężkie- korzyści i zagrożenia dla zdrowia i środowiska. *Bezpieczeństwo Pracy*.2:25-27.

Kot A, Zaręba S, Koma-Wyszogrodzka L (2009). Ocena skażenia ołowiem zbóż, przetworów zbożowych i ziemniaków z regionu lubelskiego. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*. 4:86-91.

Kowol J, Kwapiński J, Brodziak B (2003). Współwystępowanie wybranych metali ciężkich w naparstnicy purpurowej w Karkonoszach i Beskidzie Śląskim. *Opera Corcontica*.41:194-203.

Krzywy I, Krzywy E, Pastuszak- Gabinowska M, Brodziejewicz A (2010). Ołów- czy jest się czego obawiać? *Roczniki Pomorskiej Akademii Medycznej*.56:118-128.

Maciolek H, Zielinska A, Domarecki T (2013). Oddziaływanie geobiologiczno-chemiczne kadmu i ołowiu na środowisko przyrodnicze. *JEcolHealth*.17:63-71.

McGowan AJ, Mason H (1996). Target and source of environmental pollutant exposure. *Otolaryngol Head Neck Surg*.114: 220-223.

Nagajyoti PC, Lee DK, Sreekanth TVM (2010). Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environ Chem Lett*.8:199-216.

10.Nowicka B, Kruk J (2013). Reaktywne formy tlenu w roślinach – więcej niż trucizna. *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych*.62:583-596.

Ociepa-Kubicka A, Ociepa E (2012). Toksyczne oddziaływanie metali ciężkich na rośliny, zwierzęta i ludzi. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*.15:169-180.

Omaye S.T (2004). Residues in Food. In: *Food and Nutritional Toxicology*. CRC Press LLC; 249-250.

Omaye S.T (2004). Toxicity of Nutrients. In: *Food and Nutritional Toxicology*. CRC Press LCC; 218.

Orzeł D, Bronkowska M, Ciura-Figurska A, Styczyńska M, Wyka J (2010). Ocena zanieczyszczeń ołowiem produktów roślinnych z rejonu legnicko-głogowskiego. *Bromat. Chem. Toksykol*.1:79-85.

Orzeł D, Styczyńska M, Biernat J (2010). Ocena zanieczyszczeń metalami ciężkimi produktów roślinnych terenów uprzemysłowionych dolnego śląska. *Bromat. Chem. Toksykol*. 2:152-157.

Petryk A, Bedla D (2010). Ocena zawartości Pb, Zn, Cr, Fe w bulwach ziemniaka oraz w glebie na terenie gminy Trzebinia. *Inżynieria*

Ekologiczna.22:18-24.

Pietraszuk-Giel M, Hybza K, Chelchowska M, Barciszewski J (2012). Mechanizmy toksyczności ołowiu. *Postępy Biologii Komórki*.39:217-248.

Piontek M, Fedyczak K, Łuszczynska K, Lechów H (2014). Toksyczność miedzi, cynku oraz kadmu i ołowiu dla człowieka, kręgowców i organizmów wodnych. *Uniwersytet Zielonogórski. Zeszyty Naukowe*.155:70-83.

Romanowska-Duda Z.(2015) Metale ciężkie jako specyficzne zanieczyszczenia środowiska wodnego. *Autoreferat*. Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska

ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych

ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 488/2014 z dnia 12 maja 2014 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów kadmu w środkach spożywczych

Solanik R, Dhankhar R (2011). Biochemical changes and adaptive strategies of plants under heavy metal stress. *Biologia*.66:195-204.

Staniak S (2014). Źródła i poziom zawartości ołowiu w żywności. *Polish Journal of Agronomy*.19:36-45.

Sytar O, Kumar A, Latkowski D, Kuczyńska P, Strzałka K, Prasad MNV (2013). Heavy metal-induced oxidative damage, defense reactions, and detoxification mechanisms in plants. *Acta Physiol Plant*.35:985-999.

Szymonik A, Lach J (2015). Akumulacja metali ciężkich w organizmach ryb, efekt toksyczności. *Technologia Wody*.4:30-35.

Wilk A, Kalisińska E, Różański J, Łanocha N (2013).Kadm, ołów i rtęć w nerkach człowieka. *Medycyna Środowiskowa- Environmental Medicine*.16:75-81.

Content of heavy metals in plants intended for human consumption

Anna Szymonik

The content of heavy metals in plants intended for human depends on the degree of contamination of the soil. The content of heavy metals in plants grown in areas potentially exposed to pollution or located at the factories is higher compared to the content in plants grown in organic farming. Heavy metals have an impact on various parts of the plant, causing a decrease in biomass, growth retardation, disturbances of photosynthesis, synthesis of DNA, affect the metabolism of lipids and proteins. Consumption of products containing heavy metals have a negative impact on the health, affects the metabolism of proteins, carbohydrates and fats, enzymes and organ function. In extreme cases, it may contribute to tumor formation. To minimize the exposure of the body to heavy metals should consume food derived from certified farms and breeding.

Key words: cadmium, lead, toxicity

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Biologia – IV etap, zakres rozszerzony:

Cele:

IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji.

V. Rozumowanie i argumentacja.

VI. Postawa wobec przyrody i środowiska.

Treści:

V.2. Homeostaza organizmu człowieka. Uczeń:

2) określa czynniki wpływające na zaburzenie homeostazy organizmu

3) wymienia przyczyny schorzeń poszczególnych układów i przedstawia zasady profilaktyki w tym zakresie

Chemia, zakres podstawowy, IV etap

Cele:

I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.

Treści:

4. Chemia gleby. Uczeń:

3) wymienia źródła chemicznego zanieczyszczenia gleb oraz podstawowe rodzaje zanieczyszczeń (metale ciężkie (...))

4) proponuje sposoby ochrony gleby przed degradacją

Chemia, zakres rozszerzony, IV etap

Cele:

I. Wykorzystanie i tworzenie informacji

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.

Treści:

15. Białka. Uczeń:

3) wyjaśnia przyczynę denaturacji białek, wywołaną oddziaływaniem na nie soli metali ciężkich (...)

Dwujądrowe *Rhizoctonia* spp. jako patogeny roślin

Ewa Moliszewska, Dagna Maculewicz

zgodność z PP – zob. s. 62

Streszczenie:

Grzyby rodzaju *Rhizoctonia* stanowią dużą i zróżnicowaną grupę, w większości patogenów roślin lub izolatów saprotroficzných. Jest to kompleks grzybów o skomplikowanej systematyce, której podstawę stanowi podział nieformalny na grupy anastomozowe. Pośród nich wyróżnić można grupę określaną jako dwujądrowe *Rhizoctonia* spp. (BNR – binucleate *Rhizoctonia*). Grzyby te porażają szereg roślin, głównie infekując organy podziemne zbóż, ziemniaków, buraków, truskawek, róż i innych gatunków. Wciąż niewiele wiadomo o grupach anastomozowych występujących na terenie Europy (izolowano reprezentantów tylko pięciu ze znanych grup), preferowanych przez nie roślinach żywicielskich i konsekwencjach ich występowania, szczególnie w uprawach. Jednocześnie pojawiają się informacje o izolatach BNR niepasujących do znanych dotychczas grup anastomozowych, co wyraźnie sugeruje, że jeszcze wiele pozostaje do zbadania. Wciąż istniejące problemy w klasyfikacji i określeniu relacji między dwu- i wielojądrowymi grupami *Rhizoctonia* spp. mają szansę być rozwiązane dzięki postępowi badań genetycznych. Do tego niezbędne jednak są izolacje i badania kolejnych przedstawicieli BNR w Europie i innych rejonach świata oraz udostępnianie ich sekwencji regionu rDNA w ogólnodostępnych bazach danych. Pozwoli to na uzyskanie wiarygodnych informacji na temat ich ewolucji i rozprzestrzeniania geograficznego, a także rozstrzygnięcie dylematy co do ich roli gospodarczej i ekologicznej.

Słowa kluczowe: patogeniczne BNR, dwujądrowe *Rhizoctonia*, *Ceratobasidium*

otrzymano: 4.09.2015; przyjęto: 5.02.2016; opublikowano: 30.09.2016

Wprowadzenie

W uprawie roślin okresowo obserwowany jest wzrost znaczenia różnorodnych organizmów patogenicznych przyczyniających się do strat w rolnictwie. W ostatnich latach wzrosła częstotliwość występowania np. *Aphanomyces cochlioides* lub wirusa rhizomianii w uprawie buraka cukrowego (Moliszewska, 2009). Podobna tendencja dotyczy także grzybów z rodzaju *Rhizoctonia*, choć w ich przypadku obserwacje i badania nie są już tak jednoznaczne. W warunkach Polski obserwujemy wzrost znaczenia grzybów z rodzaju *Rhizoctonia* w różnych uprawach (np. buraki cukrowe oraz inne gatunki rolnicze, rośliny ozdobne, uprawy leśne), jednak większość informacji dotyczy przede wszystkim *R. solani* (Moliszewska, 2009; informacje ustne). W kontekście tych doniesień pojawiają się pojedyncze informacje dotyczące grzybów pokrewnych, określanych mianem dwujądrowych *Rhizoctonia*, w skrócie BNR (BNR=binucleate *Rhizoctonia*). Rodzaj *Rhizoctonia* stanowi dużą i bardzo zróżnicowaną grupę roślinnych patogenów glebowych. Są one w większości polifagami, choć zakres preferowanych przez nie roślin żywicielskich jest zróżnicowany. Mogą one także doskonale funkcjonować jako saprotrofy (Kuramae i wsp., 2007). W obrębie tego rodzaju poznano także wiele gatunków mikoryzujących, głównie z roślinami z rodziny *Orchidaceae* (Maculewicz, 2015). Rodzaj ten występuje powszechnie na świecie, w tym także w Europie i Polsce. Pomimo powszechności jego występowania i mnogości literatury fachowej, znajomość grzybów z tego rodzaju

bywa fragmentaryczna. W Polsce badania nad chorobami powodowanymi przez rodzaj *Rhizoctonia* prowadzone są przez wąskie grono specjalistów, zajmujących się głównie przedstawicielami gatunku zbiorowego *R. solani*. Nieliczne prace dotyczą też tzw. izolatów dwujądrowych (Binucleic *Rhizoctonia* = BNR) i obejmują głównie *R. cerealis* (Stępniewska-Jarosz i wsp., 2006; Bełka i Mańka, 2008; Moliszewska, 2009; Świerczyńska i Pieczul, 2012; Lemańczyk, 2010; Lemańczyk i Kwaśna, 2013).

Historia i podstawy morfologii oraz systematyki rodzaju *Rhizoctonia*

Rodzaj *Rhizoctonia* DC opisany został w 1815r. przez francuskiego mykologa A.P. De Candolle'a z gatunkiem typowym – *Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC. Pośród pierwszych opisanych żywicieli tego rodzaju były *Crocus*, *Medicago* i *Solanum*. Do roku 1900 opisano 32 taksony należące do rodzaju *Rhizoctonia*, dziś jednak wiadomo, że nie wszystkie z nich zostały prawidłowo sklasyfikowane. Z badań przeprowadzonych w XIX wieku tylko *R. solani* i *R. crocorum* są dobrze udokumentowane. W chwili obecnej IndexFungorum zawiera 149 wpisów dla tego rodzaju, a literatura naukowa pełna jest licznych nazw synonimowych. Rodzaj *Rhizoctonia* jest klasyfikowany w obrębie grzybów anamorficzných¹. Zaliczanych jest do niego wiele gatunków różnorodnych pod względem morfologiczným, ekologiczným i genetycznym. Ich teleomorfy² należą z reguły do typu *Basidiomycota*, klasy *Agaricomycetes*. Typowo pod pojęciem „*Rhizoctonia*” rozumiane są grzyby klasyfikowane jako rodzaj *Rhizoctonia* D.C. (syn. = *Moniliopsis* Ruhland.) z teleomorfą *Thanatephorus* Donk, dla którego basionym³ stanowi wielojądrowy *R. solani* J.G. Kühn (rodzina *Ceratobasidiaceae*). Dwujądrowe „*Rhizoctonia*” (BNR) stanowi takson *Ceratorhiza* R.T.



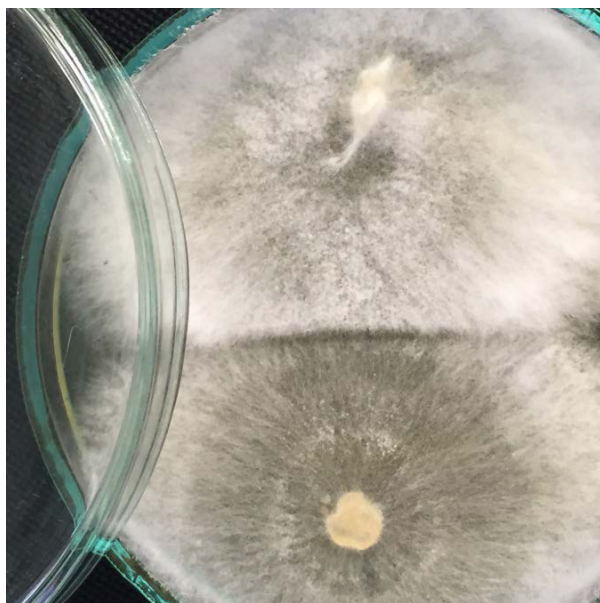
dr hab. Ewa Moliszewska, prof. UO:
Uniwersytet Opolski, Wydział Przyrodniczo-Techniczny



mgr Dagna Maculewicz:
Uniwersytet Opolski, Wydział Przyrodniczo-Techniczny

Moore ze stadium teleomorficznym *Ceratobasidium* D.P. Rogers, dla którego gatunek typowy to *C. goodyerae-repentis* (Constantin) R.T. Moore, a jego basionym³ to *Rhizoctonia goodyerae-repentis* Constantin (rodzina *Ceratobasidiaceae*). W skład tego dużego kompleksu grzybów zaliczane są także rodzaje, które często otrzymują miano „*Rhizoctonia*-like”: *Chrysorhiza*, *Thanatophytum*, *Opadorhiza*, *Epulorhiza* oraz *Ascorhizoctonia* (rodzina *Otideaaceae*, typ *Ascomycota*) (Gonzalez Garcia i wsp., 2006).

Nieformalną podstawą różnicowania w obrębie *Rhizoctonia* spp. jest system grup anastomozowych. W latach 30tych XX w. Matsumoto i współpracownicy oraz Schultz, niezależnie od siebie, zaobserwowali zjawisko anastomozowania (zlewania się) pomiędzy strzępkami



Fot. 1. Strzępki dwóch izolatów BNR na podłożu glukozowo-ziemniaczanym

Źródło: fot. autorek.

izolatów *Rhizoctonia* spp., a ich badania dały podstawę do stworzenia obecnego, użytecznego systemu klasyfikacji w obrębie tego rodzaju (Fot. 3,4). Grupy anastomozowe są oznaczane cyframi dla wielojądrowych *Rhizoctonia* spp. lub dużymi literami alfabetu łacińskiego dla BNR. System ten jest nieformalny, choć powszechnie uznawany z uwagi na dużą przydatność w klasyfikowaniu i rozróżnianiu poszczególnych izolatów populacji, gdyż ze środowiska lub roślin izolowane są zwykle anamorfy¹ (Fot. 9), a uzyskanie teleomorfy (Fot. 6-8) nastręcza wielu trudności. Reakcje anastomozowania zachodzące pomiędzy strzępkami *Rhizoctonia* spp. mają związek z pokrewieństwem genetycznym izolatów (Matsumoto i wsp., 1932; Sneh i wsp., 1991). W różnicowaniu tych grzybów pomocne są także techniki molekularne i biochemiczne, m. in. analiza izoenzymów specyficznych takich jak np. pektynolityczne (esterazy pektynowe, poligalakturonazy). Mogą one mieć zastosowanie także w identyfikacji podgrup dla grup anastomozowych. Profil enzymów pektynolitycznych jest zwykle zgodny z charakterystyką morfologiczną, patogennością oraz wynikami analiz technikami molekularnymi np. RAPD⁴.

Rodzaj *Rhizoctonia* obejmuje formy anamorficzne, których kolonie są zróżnicowane zarówno pod względem koloru, struktury jak i wielkości, a także występowania sklerocjów (Sneh i wsp., 1991). Wytwarzają one dość puszystą grzybnię w kolorze od kremowego do ciemnobrązowego (Fot. 1), choć niektóre izolaty są niemal białe. Większość z nich jest zdolna do tworzenia sklerocjów. Struktury te mają różną wielkość (do 6 mm średnicy), kształt (nieregularny, zaokrąglony, płaski, „dziobaty”) i kolor (jasnobrązowy do ciemnobrązowego). Zbudowane są one ze zwartych skupisk komórek monilioidalnych (Fot. 5) i luźnych pętli zmelanizowanej⁵ grzybni (Fot. 3), a powstają przez bezpośredni podział grzybni wegetatywnej. W naturze grzybnia i skle-



Fot. 2. Komórki BNR (dwie komórki z widocznymi dwoma jądrami)

Źródło: fot. autorek.



Fot. 3. Strzępki *Rhizoctonia solani* – charakterystyczne cechy; z prawej strony widoczna anastomoza

Źródło: fot. autorek.

rocja⁶ rozwijają się na szczątkach roślin umożliwiając organizmowi przetrwanie niedogodnych warunków w glebie. Sklerocja w obrębie rodzajów *Ceratobasidium* i *Thanatephorus* są w zasadzie nieodróżnialne od siebie. Podstawowe cechy morfologiczne dla rodzaju *Rhizoctonia* to jednolita struktura grzybni, zdolność do tworzenia niezróżnicowanych sklerocjów, występowanie podłużnych, septowanych⁷ strzępek rozgałęziających się pod kątem niemal prostym (Fot. 3), występowanie przewężenia w pobliżu miejsca rozgałęzienia, formowanie doliporowych⁸ sept, niezdolność do wytwarzania mitospor⁹ (bezpłodność stadium anamorficznego) i wytwarzanie rozgałęzionych łańcuchów „nadętych”, owalnych komórek (są to komórki monilioidalne) (Fot. 5). Szczególnie duże ich skupienia występują w sklerocjach, których wielkość i kształt może być zróżnicowany w obrębie całego rodzaju *Rhizoctonia*. Morfologia komórek

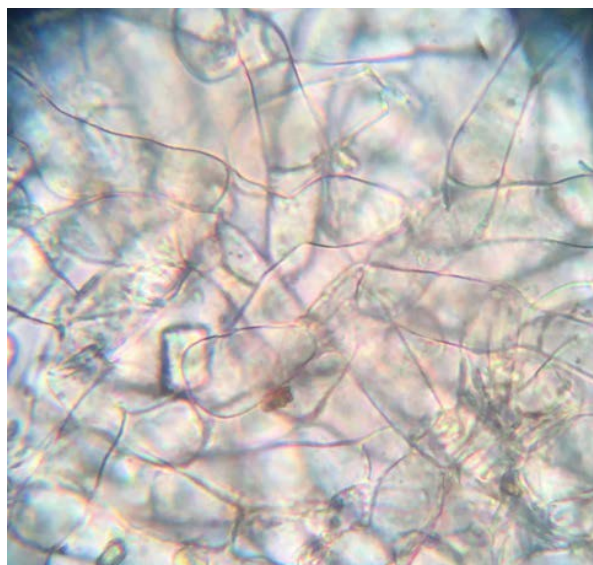


Fot. 4. Anastomozowanie u rodzaju *Rhizoctonia*

Źródło: fot. autorek.

monilioidalnych nie ma dużej wartości taksonomicznej, ponieważ w znacznym stopniu zależy od podłoża, na którym hodowane są grzyby. Rodzaj *Rhizoctonia* cechuje też brak sprzążek¹⁰ charakterystycznych dla podstawczaków oraz brak ryzomorfi¹¹ (Arakawa i Inagaki, 2014; Gonzalez Garcia i wsp., 2006).

Jednym z ważnych kryteriów podziału w obrębie rodzaju *Rhizoctonia* jest liczba jąder w młodych (Fot. 2), aktywnie rosnących komórkach wegetatywnych (Sneh i wsp., 1991). Obok tej cechy pomocne jest także określenie średnicy strzępek wegetatywnych. Średnice strzępek grzybów *Rhizoctonia* związane są z liczbą jąder w komórce, więc zazwyczaj są one mniejsze u BNR (3-7µm) niż u wielojądrowych *R. solani* (Moliszewska, 2009; Sneh i wsp., 1991). W ten sposób możliwe jest wyróżnienie grupy grzybów o stosunkowo cienkich strzępkach (do ok. 5-7 µm) i przeciętnej liczbie jąder



Fot. 5. Skupisko strzępek monilioidalnych

Źródło: fot. autorek.

poniżej czterech. U izolatów określanych jako dwujądrowe, komórki zawierają z reguły dwa jądra (Fot. 2), choć są i takie, u których można się doliczyć jednego, trzech lub czasami czterech jąder w pojedynczych komórkach. Osobne grupy stanowią wielojądrowe izolaty *R. solani* oraz jednojądrowe izolaty *Rhizoctonia* sp. odkryte i opisane w 1994 roku w Finlandii przez zespół Lilja jako patogeny sosny. Były one tożsame z izolatami opisanymi w 1986 r. przez Venn'a z Norwegii, a dokładniejsze badania morfologiczne i molekularne pozwoliły na wskazanie jako ich teleomorfy *Ceratobasidium bicorne* J.Erikss. & Ryvarden (Hietala i wsp., 2001; Lilja i wsp., 1996).

Dwujądrowe *Rhizoctonia* spp.

W 1935r. amerykański mykolog D.P. Rogers opisał rodzaj *Ceratobasidium* ze stadium bezpłciowym (anamorfą) o typowej morfologii dla rodzaju *Rhizoctonia*. Typowym dla niego gatunkiem jest *Ceratobasidium calosporum*. Pierwotnie w obrębie rodzaju znajdowały się 4 gatunki, a z biegiem czasu opisano kolejne. Obecnie IndexFungorum¹² zawiera 43 rekordy z rodzaju *Ceratobasidium*. Nazywane są one potocznie *Rhizoctonia*-like lub dwujądrowymi *Rhizoctonia* (BNR), zwykle bez podania epitetu gatunkowego (Sneh i wsp., 1991). Początkowo dwujądrowe *Rhizoctonia* reprezentował gatunek *Ceratobasidium cornigerum* i jemu pokrewne, które Burpee i współautorzy (1980) podzielili na siedem grup anastomozowych *Ceratobasidium* (grupy CAG-1 do CAG-7). W wyniku następnych badań Ogoshi i wsp., (1983) wyróżnili już siedemnaście AGs (AG-A do AG-Q), a ostatecznie Sneh i współautorzy (1991) rozszerzyli liczebność tych grup do 21. Dziś, dzięki porównaniom rDNA¹³, wyróżnia się ich 16 (Sharon i wsp., 2008; Oberwinkler i wsp., 2013). Grzyby klasyfikowane, jako przedstawiciele rodzaju *Rhizoctonia* różnią się

nieco pomiędzy sobą, a jednym z charakterystycznych elementów różnicujących jest budowa septy (Oberwinkler i wsp., 2013).

Badania molekularne wykazały, że rodzaj *Thanatephorus* jest bliżej spokrewniony z rodzajem *Ceratobasidium*, a oba taksony należą do jednej rodziny – *Ceratobasidiaceae* (Sharon i wsp., 2008). Oberwinkler i współautorzy (2013) na podstawie swoich badań morfologicznych i molekularnych uznali, że nazwa rodzajowa *Ceratobasidium* może być stosowana tylko w odniesieniu do gatunku typowego *C. calosporum* oraz podkreślili, że nazwa *Rhizoctonia* ma pierwszeństwo przed *Thanatephorus*. Zaproponowali także nowe nazwy zarówno dla rodzaju (*Rhizoctonia*), jak i dla kilku gatunków, w tym także gatunków rodzaju *Ceratobasidium*, proponując w miejsce nazwy rodzajowej nazwę *Rhizoctonia* (Oberwinkler i wsp., 2013).

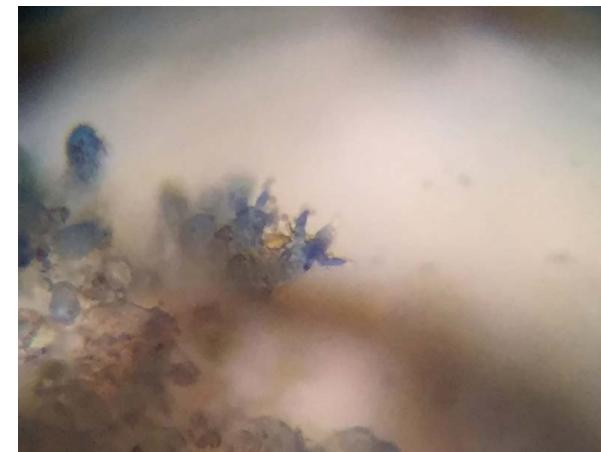
Stadia teleomorficzne odpowiadające grzybom rodzaju *Rhizoctonia* wytwarzają charakterystyczne dla gatunku podstawki, sterygmy¹⁴ i zarodniki (Fot. 7, 8). W naturze teleomorfy są rzadko badane, zwykle występują ich odpowiedniki anamorficzne. Basidiospory są bezbarwne, gładkie, cienkościenne i zwykle jednojądrowe, natomiast ich kształt jest zróżnicowany: owalny, cylindryczny, elipsoidalny, wrzecionowaty, cytrynowaty. Mogą wytwarzać spory wtórne, drugorzędowe, zwykle mniejsze i w zasadzie nieodróżnialne od spor pierwszorzędowych (Oberwinkler i wsp., 2013).

Podział na grupy anastomozowe w obrębie grupy BNR, niezależnie od siebie, zaproponowali Ogoshi i współautorzy (1983, 1983a) oraz Burpee i współpracownicy (1980). Japońskie izolaty Ogoshi'ego podzielone zostały na grupy oznaczone literami od AG-A do AG-Q, natomiast izolowane w Ameryce Północnej izolaty Burpee'go na grupy CAG-1 do CAG-7. Pięć grup CAGs okazało się mieć swoje odpowiedniki w AGs zaproponowanych przez Ogoshie'go (por. tabela 1). Obec-



Fot. 6. Owocowanie *Rhizoctonia* sp. na powierzchni gleby

Źródło: fot. autorek.



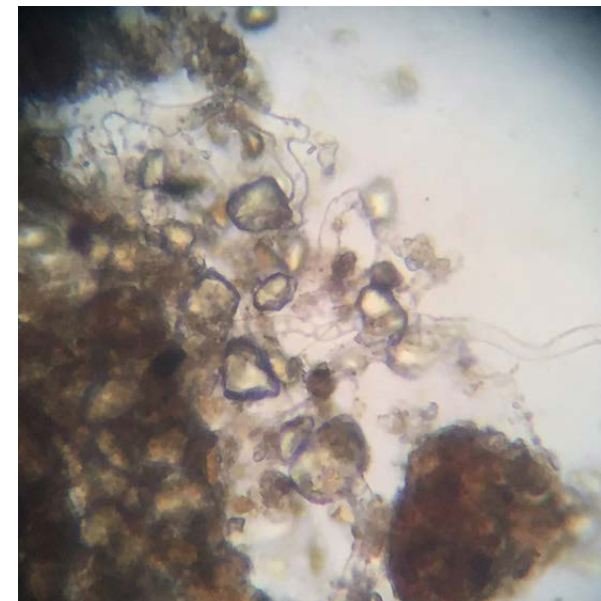
Fot. 7. Podstawki *R. solani* ze sterygmami

Źródło: fot. autorek.



Fot. 8. Podstawki *R. solani* ze widocznymi basidiosporami

Źródło: fot. autorek.



Fot. 9. Strzępki *Rhizoctonia* sp. pomiędzy cząstkami gleby

Źródło: fot. autorek.

nie najczęściej stosowany jest podział wg Ogoshi'ego. Dwie CAGs nie opisane przez Ogoshiego zostały oznaczone jako AG-R (CAG-5) i AG-S (CAG-7). Po dokładniejszych badaniach CAG-3 i CAG-6 okazały się być tą samą grupą (AG-E), mimo że wcześniej nie zaobserwowano pomiędzy nimi świadczących o tym reakcji (Ogoshi i wsp., 1983). Podstawowy podział Ogoshi'ego funkcjonuje do dzisiaj, jest jednak stale rozbudowywany i modyfikowany: w 2005 r. Hyakumachi i współautorzy zidentyfikowali kolejne grupy anastomozowe w obrębie BNR, były to AG-T i AG-U. Przedstawiciele tych grup to izolaty pochodzące z miniaturowych róż uprawianych w Japonii (Hyakumachi i wsp., 2005). Spośród wyżej opisanych grup wyłączono AG-J, ponieważ okazało się, że przynależne tu grzyby tworzą sprzązki⁷ (ang. *clamp connections*), natomiast AG-M nie jest obecnie izolowany i nie występuje w żadnej ze znanych kolekcji (Kuninaga, 2002; Sharon i wsp., 2008). Analiza sekwencji ITS rDNA¹³ grupy AG-N (tylko jedna sekwencja dostępna w bazie NCBI) wykazała 61-72% podobieństwa do pozostałych grup BNR, podczas gdy pomiędzy sekwencjami regionów ITS pozostałych grup występuje podobieństwo w granicach w 75-95%, ponadto nie jest znana teleomorfa (Sharon i wsp., 2008). Baza sekwencji ITS *Rhizoctonia* spp. jest duża, ponieważ są one najlepiej zbadanym markerem DNA u tych grzybów. Największą ilość sekwencji w GenBank można znaleźć dla AG-A, prawdopodobnie ze względu na częstość występowania tej grupy związaną z szerokim zakresem jej roślin żywicielskich. Na przykładzie populacji AG-A z Chin wykazano, że izolaty te wykazywały zróżnicowanie morfologiczne (wydzielono trzy grupy) oraz na poziomie molekularnym, szczególnie wyraźne po zastosowaniu markerów mikrosatelitarnych ISSR (inter simple sequence repeat) (Li i wsp., 2011). Duża ilość sekwencji dostępna jest również dla grup AG-D, AG-F, AG-I, AG-R, AG-S, AG-T i AG-K, znacznie mniej

dla AG-C, AG-H, AG-L oraz pojedyncze sekwencje AG-O, AG-Q, AG-S. W bazie znajdują się także sekwencje dwujądrowych *Rhizoctonia* z kolokazji oraz imbiru przypisane do nowej grupy AG-V (dane niepublikowane, akcesy w GenBank np. KM505162.1 i KM505161.1), ale do tej pory nic więcej o tej grupie nie wiadomo. Analiza sekwencji ITS wskazuje, że niektóre grupy (AG-B, AG-D, AG-E, AG-G, AG-H, AG-I, AG-L, AG-O, AG-P, AG-R) są monofiletyczne¹⁵, sekwencje innych są rozproszone, więc prawdopodobnie można je podzielić na podgrupy (np. AG-C) (Veldre, 2012). Analiza sekwencji ITS potwierdza duże podobieństwo AG-T do AG-A. AG-U może należeć do niejednorodnej grupy AG-P i stanowić jej podgrupę (na podstawie sekwencji ITS i częstości reakcji anastomozowej) (Sharon i wsp., 2008; Hyakumachi i wsp., 2005). Veldre (2012) na podstawie analizy sekwencji ITS dostępnych w GenBank i INSD stwierdził, że AG-K może stanowić podgrupę AG-A. Niektóre grupy anastomozowe są dzielone na podgrupy na podstawie częstości anastomozowania, właściwości biochemicznych, zapotrzebowania na tiaminę, patogeniczności, morfologii kolonii i analiz metodami molekularnymi. AG-B podzielono na 3 podgrupy – AG-Ba, AG-Bb i AG-Bo (Ogoshi i wsp., 1983; 1983a; Urushizaki i wsp., 2011). Arakawa i Inagaki (2014) wyróżnili dalsze podgrupy AG-BaI i AG-BaII, proponując dla nich oraz pozostałych podgrup pary specyficznych starterów z regionu rDNA. AG-D dzielone są na trzy podgrupy (na AG-D(I) i AG-D(II) ze względu na patogeniczność, charakterystykę kolonii i na podstawie analizy restrykcyjnej enzymami EcoRI, HaeIII, HhaI, HinfI, MboI (Toda i wsp., 1999), oraz AG-D(III) na podstawie analizy regionów ITS) (Hayakawa i wsp., 2006). AG-F została podzielona na podgrupy AG-Fa i AG-Fb (Sharon i wsp., 2008). Co ciekawe, Gonzalez i współautorzy (2001) wcześniej obserwowali fuzję pomiędzy strzępkami AG-F i AG-6 *R. solani* (Gonzalez i wsp., 2001).

Według Veldre (2012) AG-Fb może być podgrupą AG 6, a jedynie ze względu na stan dwujądrowy organizm ten nie został przyporządkowany do wielojądrowych *Rhizoctonia solani*. Wydają się to potwierdzać badania molekularne, które wykazują, że podobieństwo między AG-F i AG 6 wynosi 87–96%, co jest wartością relatywnie wyższą niż wartość podobieństwa pomiędzy niektórymi innymi grupami BNR (75-83%) i MNR (61-88%). Podobieństwo rzędu 96% występuje na poziomie grupy anastomozowej, wiele więc wskazuje na to, że AG-F i AG 6 mogą stanowić jedną grupę (Sharon i wsp., 2008).

Wcześniejsze analizy rDNA wykazały, że AG-E, AG-F, AG-P, AG-R i AG-S są genetycznie zbliżone bardziej do wielojądrowych *Rhizoctonia* niż do BNR, co sugeruje, że mogłyby one być klasyfikowane w rodzaju *Thanatephorus* (Gonzalez i wsp., 2001; Sharon i wsp., 2007).

Analiza sekwencji *Rhizoctonia* spp. izolowanych w Polsce przez Moliszewską (2009) wskazuje, że AG-E są w mniejszym stopniu spokrewnione z AG-K niż z *R. solani* AG4 HG-II. Co ciekawe, niektóre izolaty AG-E Moliszewskiej są wyraźnie 3-jądrowe, różnią się także innymi cechami (np. biochemicznymi), co może być podstawą do wydzielenia odrębnej grupy trzyjądrowych *Rhizoctonia*.

Znaczenie BNR

Niewiele wiadomo o składzie gatunkowym populacji i o patogeniczności BNR występujących na terenie Europy. Tymczasem badania prowadzone na świecie, przedstawione w tabeli 1, często dowodzą negatywnej roli BNR w stosunku do roślin. BNR powodować mogą przed- i powschodowe uszkodzenia roślin uprawnych, ozdobnych, traw i drzew. Zaobserwowano szereg chorób, takich jak zgorzel siewek, gnicie korzeni i podstaw pędów, placowe uszkodzenia i zgnilizny traw, a także różnego rodzaju plamistości liści, szczególnie ważne

Grupa anastomozowa	Rośliny żywicielskie	Wpływ na rośliny*
AG-A (CAG2)	burak cukrowy, truskawka, ziemniak, orzech ziemny, jabłoń, fasola, groch, słonecznik, melon, ogórek, pomidor, szpinak, <i>Thryptomene saxicola</i> ;	powoduje – zgorzele siewek, zgnilizny korzeni, ospowatość bulw, nekrozy
AG-Ba	ryż, proso włoskie (ber)	powoduje – ospowatości, plamistości
AG-Bb	Ryż, proso, ber	powoduje – ospowatości, plamistości
AG-B(o)	ryż	powoduje – nekrozy pochw ryżu
AG-C ¹	burak cukrowy, truskawka, koniczyzna, pszenica	powoduje – mało istotne zgnilizny
AG-D (CAG1) (AG-DI, AG-DII, AG-DIII)	zboża i trawy, groch, cebula burak cukrowy, bawełna, ziemniaki, fasola, <i>Lo-mandra longifolia</i> , soja, koniczyzna, proso włoskie (ber), <i>Zoysia</i>	powoduje – zgnilizny, zgorzel podstawy źdźbła, ostra plamistość oczkowa podstawy źdźbła
AG-E (CAG3, CAG6)	burak cukrowy, różaneczniki i azalie, soja, len, pomidor, fasola, groch, soja, rzepa, cebula, sałata, len, żyto, orzechy ziemne, sosny	powoduje – zgorzele siewek, gnicie placowe
AG-F (CAG4) (AG-Fa, AG-Fb)	arbuz, fasola, groch, cebula, sałata, kolokazja jadalna, pomidory, truskawki, bawełna, koniczyzna	powoduje – nekrozy wiązek przewodzących, występuje bezobjawowo
AG-G	orzech ziemny, ziemniak yacón, róże miniaturowe, słonecznik, jabłoń, burak cukrowy, fasola, groch, melon, pomidor, truskawka, różanecznik, kalina wawrzynowa, tytoń	powoduje – zgorzel siewek, zgnilizny i nekrozy, zgnilizna korzeni i łodyg lub niepatogeniczne
AG-H	izolowany z gleb	
AG-I	burak cukrowy, jabłoń, lucerna, truskawki, pszenica	powoduje – zgorzele siewek, zgnilizny
AG-J	jabłoń	powoduje – brak szczególnych symptomów
AG-K	burak cukrowy, ziemniak, lucerna, cebula, marchew, kukurydza, pszenica, pomidor	powoduje – zgorzel siewek, ospowatość bulw
AG-L	ponikło igłowe	powoduje – brak typowych objawów
AG-N	izolowany z gleby	
AG-O	izolowany z gleby, jabłoń	powoduje – brak typowych objawów
AG-P	<i>Anaectochilus formosanus</i> , herbata	powoduje – czarna zgnilizna, zgorzel podstawy łodygi, mikoryza
AG-Q	jabłoń, trawy	powoduje – nekrozy, żółta zgnilizna placowa, bez objawów
AG-R (CAG5)	imbir, <i>Anaectochilus formosanus</i> , fasola, groch, sałata, pomidory, soja, orzechy ziemne, azalie, tytoń	powoduje – gnicie kłączy, zgorzel podstawy łodygi, mikoryza
AG-S (CAG7)	różaneczniki i azalie, jarmuż, pszenica, brzoza	powoduje – zgnilizna korzeni i łodyg lub brak szczególnych objawów
AG-T	miniaturowe róże	powoduje – zgnilizna korzeni i łodyg
AG-U	róże miniaturowe, azalie	powoduje – zgnilizna korzeni i łodyg

Tabela 1. Wpływ grup anastomozowych dwujędrowych *Rhizoctonia* spp. na wybrane rośliny

* opracowano na podstawie: Burpee i wsp., 1980; Ogoshi i wsp., 1983, 1983a; Ploetz i wsp., 1985; Oniki i wsp., 1986; Frisina i Benson, 1987; Sneh i wsp., 1991; Mazzolla, 1997; Toda i wsp., 1999; Eken i Demirci, 2003; Fenille i wsp., 2005; Hyakumachi i wsp., 2005; Aiello i wsp., 2006; Cedeno, 2006; Hayakawa i wsp., 2006; Kuramae i wsp., 2007; Sharon i wsp., 2007; Yang i wsp., 2008; Gonzalez Garcia i wsp., 2009; Moliszewska, 2009; Polizzi i wsp., 2009, 2010; Świerczyńska i Pieczul, 2012; Copes, 2013; Fang i wsp., 2013; Nischwitz i wsp., 2013; Molaei i wsp., 2014.

w przypadku roślin ozdobnych. Choroby te nie ograniczają się tylko do podziemnych części roślin, powodując również zamieranie całych roślin. Do najczęściej porażanych przez BNR gatunków roślin należą buraki cukrowe, ziemniaki i truskawki. Lista poznanych do tychczas roślin żywicielskich jest długa i obejmuje różne gatunki uprawne, ozdobne i drzewa (Tab. 1).

Jak do tej pory w badaniach niewiele uwagi poświęcono mechanizmowi zakażenia roślin z udziałem BNR. *R. solani* poraża nieuszkodzone tkanki roślinne poprzez formowanie poduszek infekcyjnych oraz charakterystycznych rozgałęzień strzępek pod kątem prostym (T-shape), jednak takich struktur nie zaobserwowano u BNR. Ich strzępki wnikają do komórek bezpośrednio, można jedynie zauważyć lekkie zgrubienie komórki przyległej do miejsca penetracji. Mechanizm wnikania wiąże się także z wydzielaniem enzymów rozkładających komórki skórki (Poromarto i wsp., 1998).

W Europie badania nad znaczeniem BNR prowadzone są m.in. w Skandynawii, gdzie izolowano jednujędrówce *Rhizoctonia* sp. z teleomorfą *Ceratobasidium bicorne*. Są one silnymi patogenami powodującymi uszkodzenia korzeni sosny pospolitej (*P. sylvestris*) (Hietala i wsp., 2001). We Włoszech izolowano BNR należące do AG-A powodujące zgniliznę korzeni i korony *Thryptomene saxicola*, rośliny ozdobnej introdukowanej z Australii, oraz patogeniczne AG-G z kaliny wawrzynowatej (*Viburnum tinus*) (Polizzi i wsp., 2009, 2010). Manici i Bonora (2007) wyizolowali we Włoszech 58 izolatów BNR powodujących brunatną zgniliznę i nekrozy korzeni truskawek. Zarówno doniesienia tych badaczy jak i innych zdają się świadczyć o istotnym znaczeniu BNR w uprawie tej rośliny (Hyakumachi i wsp., 2005; Fang i wsp., 2013; Molaei i wsp., 2014). Manici i Bonora (2007) zaobserwowali, że na południu Włoch częściej występuje AG-A, natomiast na północy AG-G. BNR izolowane są także w Polsce, choć zwykle

bez określenia przynależności do konkretnej AG (Bełka i Mańka, 2008; Świerczyńska i Pieczuł, 2012; Lemańczyk, 2010; Lemańczyk i Kwaśna, 2013). Moliszewska (2009) izolowała z siewek buraka cukrowego na południu Polski dwu- i trzujędrówce izolaty, należące odpowiednio do AG-K i AG-E. Powodowały one zgorzel przed- i powschodową. Zgodne jest to z wcześniejszymi badaniami Uchino i współautorów (1983), którzy podają, że grupy te, wraz z AG-A i AG-I, powodują choroby buraka cukrowego w Japonii.

R. cerealis (BNR AG-D) jest dwujędrowym patogenem zbóż i właściwie jedyną grupą BNR szerzej badaną w Polsce. *R. cerealis* powoduje powszechną w kraju ostrą plamistość oczkową podstawy źdźbła zbóż (Lemańczyk, 2010; Świerczyńska i Pieczuł, 2012; Lemańczyk i Kwaśna 2013). Izolaty z grupy AG-D powodują także choroby różnych gatunków traw (Hayakawa i wsp., 2006; Toda i wsp., 1999). Jak wskazują badania Lemańczyka *R. cerealis* występuje w uprawie pszenicy w Polsce wraz z *R. solani* (Lemańczyk, 2010).

Najczęściej izolowanymi w świecie i najbardziej patogenicznymi grupami BNR są AG-A i AG-K. Jest to prawdopodobnie związane z tym, że posiadają one najszersze spektrum roślin żywicielskich, podczas gdy inne AGs preferują konkretne grupy roślin np. AG-D, które są patogenami zbóż i traw. Często izolowane są też BNR należące do grup AG-E, AG-G i AG-I, które również wykazują właściwości patogeniczne (Tab. 1).

Jak do tej pory brak jest danych na temat patogeniczności kilku grup (AG-H, AG-L i AG-O) co wskazuje, że funkcjonują one najprawdopodobniej jedynie jako saprotrofy. Izolaty z AG-C, które mikoryzują ze storczykami uważane były do niedawna za niepatogeniczne, ale Fang i współautorzy (2013) zaobserwowali, że mogą one być umiarkowanie wirulentne względem truskawek. Także wśród przedstawicieli innych grup znajdujemy izolaty niepatogeniczne, choć wyodręb-

niane z roślin porażonych, jak np. AG-A, AG-K, AG-G wyizolowane w Turcji z papryki (Tuncer i Eken, 2013).

W Europie do tej pory wyizolowano BNR należące tylko do pięciu grup – AG-A, AG-G, AG-E, AG-K i AG-D. Wszystkie te organizmy były patogeniczne. Wciąż więc brakuje informacji o innych grupach BNR występujących na naszym kontynencie, a należy się spodziewać, że może być ich całkiem sporo. Doświadczenia Moliszewskiej (2009) i Lemańczyka (2010) wskazują, że izolaty BNR mogą być izolowane z tych samych roślin co wielojędrówce *Rhizoctonia solani* i równolegle z nimi, i mogą stanowić do ok. 30% uzyskiwanych izolatów w obrębie rodzaju *Rhizoctonia*. Trudność polega jedynie na możliwym ich przeoczeniu w trakcie izolacji (Carling, 1986; Manici i Bonora, 2007; Moliszewska, 2009; Lemańczyk, 2010).

Literatura

- Aiello D, Vitale A, Hyakumachi M, Polizzi G (2012). Molecular characterization and pathogenicity of binucleate *Rhizoctonia* AG-F associated to the watermelon vine decline in Italy. Eur. J. Plant Pathol. 134:161-165.
- Arakawa M, Inagaki K (2014). Molecular markers for genotyping anastomosis groups and understanding the population biology of *Rhizoctonia* species. J. Gen. Plant Pathol. 80:401-407.
- Bełka M, Mańka M (2008). The effect of soil fungi communities on *Rhizoctonia* spp., causing agents of scots pine seedling damping-off in Garncarski bród forest nursery. Phytopathol. Pol. 49:29-34.
- Burpee LL, Sanders PL, Cole H Jr, Sherwood RT (1980) Anastomosis groups among isolates of *Ceratobasidium cornigerum* and related fungi. Mycologia 72:689-701.
- Carling DE, Leiner RH, Kebler KM (1986). Characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate rhizoctonia-like fungi collected from Alaskan soils with varied crop histories. Can. J. Plant Pathol. 8:305-310.
- Cedeno L, Quintero K (2006). Damping-off on alfalfa caused by a binucleate *Rhizoctonia* in Merida, Venezuela. Fitopatol. Venez. 19(1):2-4.
- Copes W (2013). *Rhizoctonia* web blight development on azalea in relation to leaf wetness duration in the glasshouse. J. Phytopathol. 161(10):723-729.

- Eken C, Demirci E (2003). Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* anastomosis groups isolated from forage legumes in Erzurum, Turkey. *Phytoparasitica* 31(1):76-80.
- Fang X, Finnegan PM, Barbeti MJ (2013). Wide Variation in Virulence and Genetic Diversity of Binucleate *Rhizoctonia* Isolates Associated with Root Rot of Strawberry in Western Australia. *PLoS ONE* 8(2), e55877.
- Fenille RC, Ciampi MB, Souza NL, Nakatani AK, Kuramae EE (2005). Binucleate *Rhizoctonia* sp. AG G causing root rot in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in Brazil. *Plant Pathology* 54:325-330.
- Frisina TA, Benson DM (1987). Characterization and pathogenicity of binucleate *Rhizoctonia* spp. from azaleas and other woody ornamental plants with web blight. *Plant Dis.* 71:977-981.
- Gonzalez D, Carling DE, Kuninaga S, Vilgalys R, Cubeta MA (2001). Ribosomal DNA systematics of *Ceratobasidium* and *Thanatephorus* with *Rhizoctonia* anamorphs. *Mycologia* 93(6):1138-1150.
- Gonzalez Garcia V, Portal Onco MA, Rubio Susan V (2006). Review. Biology and Systematics of the form genus *Rhizoctonia*. *Span. J. Agric. Res.* 4(1):55-79.
- Gonzalez Garcia M, Ramos Ramos E, Chacón Chacón O, Pérez Bouchart Y, Ramírez Ochoa R (2009). First report of binucleate *Rhizoctonia* causing damping off in tobacco seedlings in Cuba. *FITOSANIDAD* 13(3):221.
- Hayakawa T, Toda T, Ping Q, Mghalu JM, Yaguchi S, Hyakumachi M (2006). A new subgroup of *Rhizoctonia* AG-D, AG-DIII, obtained from Japanese zoysia grass exhibiting symptoms of new disease. *Plant Dis.* 9(11):1386-1394.
- Hietala AM, Vahala J, Hantula J (2001). Molecular evidence suggests that *Ceratobasidium bicorne* has an anamorph known as a conifer pathogen. *Mycol. Res.* 105:555-562.
- Hyakumachi M, Priyatmojo A, Kubota M, Fukui H (2005). New anastomosis groups, AG-T and AG-U, of binucleate *Rhizoctonia* spp. causing root and stem rot of cut-flower and miniature roses. *Phytopathology* 95:784-792.
- Kuninaga S (2002). Current situation of the taxonomy of the genus *Rhizoctonia* and the *R. solani* species complex. *Jpn. J. Phytopathol.* 68:3-20.
- Kuramae EE, Buzeto AL, Nakatani AK, Souza NL (2007). rDNA based characterization of a new binucleate *Rhizoctonia* spp. causing root rot on kale in Brasil. *Eur. J. Plant Pathol.* 119:469-475.
- Lemańczyk G, Kwaśna H (2013). Effects of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) on yield and grain quality of winter wheat. *Eur. J. Plant Pathol.* 135:187-200.
- Lemańczyk G (2010). Occurrence of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) in winter triticale grown in some provinces of Poland. *Phytopathologia* 56:27-38.
- Li YQ, Lei LP, Dong WH, Wang SM, Naito S, Yang GH (2011). Molecular diversity of binucleate *Rhizoctonia* AG-A in China. *Phytoparasitica* 39:461-470.
- Lilja A., Hietala A.M., Karjalainen R.; 1996; Identification of a uninnucleate *Rhizoctonia* sp. by pathogenicity, hyphal anastomosis and RAPD analysis; *Plant Pathology* 45(5): 997-1006.
- Maculewicz D (2015). Binucleate *Rhizoctonia* spp. as a biocontrol agents against plant pathogens. *Ecological Chemistry and Engineering. A* 22(2):195-203.
- Manici LM, Bonora P (2007). Molecular genetic variability of Italian binucleate *Rhizoctonia* spp. isolates from strawberry. *Eur. J. Plant Pathol.* 118:31-42.
- Matsumoto T, Yamamoto W, Hirane S (1932). Physiology and parasitology of the fungi generally referred to as *Hypochnus sasakii* Shirai I. Differentiation of the strains by means of hyphal fusion and culture in differential media. *J. Soc. Trop. Agric.* 4:370-388.
- Mazzolla M (1997). Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from apple roots and orchard soils. *Phytopathology* 87:582-587.
- Molaei S, Alaei H, Mahmoudi SB, Sedeghati E (2014). New Anastomosis Group G (AG-G) of binucleate *Rhizoctonia* sp., the causal agent of root rot disease on miniature roses in Iran. *Mycol. Iranica* 1(2):99-106.
- Moliszewska EB (2009). Etiologia wybranych chorób korzeni buraka cukrowego: Studia i Monografie nr 412. Uniwersytet Opolski, Opole.
- Nischwitz C, Chitrampalam P, Olsen M (2013). *Ceratobasidium* root rot: A new disease of watermelon (*Citrullus lanatus*) in Arizona. *Plant Health Progress* DOI:10.1094/PHP-2013-1125-01-BR.
- Oberwinkler F, Riess K, Bauer R, Kirschner R, Garnica S (2013). Taxonomic re-evaluation of the *Ceratobasidium-Rhizoctonia* complex and *Rhizoctonia butinii*, a new species attacking spruce. *Mycological Progress* 12:763-776.
- Ogoshi A, Oniki M, Araki T, Ui T (1983). Studies on the anastomosis groups of binucleate *Rhizoctonia* and their perfect states. *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* 61:244-260.
- Ogoshi A, Oniki M, Araki T, Ui T (1983a). Anastomosis groups of binucleate *Rhizoctonia* in Japan and North America and their perfect states. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 24:79-87.
- Oniki M, Kobayashi K, Araki T, Ogoshi A (1986). A new disease of turfgrass caused by binucleate *Rhizoctonia*, AG-Q. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 52: 850-853.
- Ploetz RC, Mitchell DJ, Gallaher RN (1985). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* species from a reduced-tillage experiment multicropped to rye and soybean in Florida. *Phytopathology* 75:833-839.
- Polizzi G, Aiello D, Vitale A, Lahoz E, Nicoletti R, Hyakumachi M (2009). First report of crown rot, stem rot, and root rot caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-G on *Viburnum tinus* in Italy. *Plant Disease* 93(4):433.
- Polizzi G, Aiello D, Castello I, Vitale A, Kato M, Hyakumachi M (2010). First report of crown and root rot caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-A on *Thryptomene saxicola* in Italy. *Plant Disease* 94(2):275.
- Poromarto SH, Nelson BD, Freeman TP (1998). Association of binucleate *Rhizoctonia* with soybean and mechanism of biocontrol of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 88:1056-1067.
- Sharon M, Freeman S, Kuninaga S, Sneha B (2007). Genetic diversity, anastomosis groups, and virulence of *Rhizoctonia* spp. from strawberry. *Eur. J. Plant Pathol.* 117: 247-265.
- Sharon M, Kuninaga S, Hyakumachi M, Naito S, Sneha B (2008). Classification of *Rhizoctonia* spp. using rDNA-ITS sequence analysis supports the genetic basis of the classical anastomosis grouping. *Mycoscience* 49:93-114.
- Sneha B, Burpee L, Ogoshi A (1991). Identification of *Rhizoctonia* species: The American Phytopathological Society, St. Paul, USA.
- Stępniewska-Jarosz S, Mańka M, Osiebu FO (2006). Studies on anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolates causing disease in two forest nurseries in Poland. *For. Pathol.* 36(2):97-109.
- Świerczyńska I, Pieczul K (2012). Genetic diversity of *Rhizoctonia cerealis* isolates from western Poland. *Prog. Plant Prot.* 52(4):784-787.
- Toda T, Hyakumachi M, Suga H, Kageyama K, Tanaka A, Tani T (1999). Differentiation of *Rhizoctonia* AG-D isolates from turfgrass into subgroups I and II based on rDNA and RAPD analyses. *Eur. J. Plant Pathol.* 105: 835-846.
- Tuncer S, Eken C (2013). Anastomosis grouping of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* spp. isolated from pepper in Erzincan, Turkey. *Plant Protect. Sci.* 49: 127-131.
- Uchino H, Ogoshi A, Kanzawa K (1983). Anastomosis groups of binucleate *Rhizoctonia* isolated from diseased sugar beet seedlings. *Mem. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 13:494-499.
- Urushizaki S, Inagaki K, Kobayashi I, Arakawa M (2011). Molecular characterization of the subgroup differentiation in binucleate *Rhizoctonia* AG-Ba, causal agents of rice sclerotial diseases: Proceedings of the Second International Workshop on Regional Innovation Studies: (IWRIS2010):13-16.
- Veldre V (2012). Insights into the ecology of the *Ceratobasidium-Thanatephorus* complex based on phylogeny reconstruction using all publicly available ITS sequences. Master's Thesis, Tartu University.
- Yang GH, Conner RL, Cai H, Li F, Chen YY (2008). First report of rhizome blight of ginger caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-R in China. *Plant disease* 92(2):312. (2008)
- Yang GH, Li CY (2012). General description of *Rhizoctonia* species complex. (w:) *Plant Pathology: red. C.J.R. Cumagun, InTech*, DOI: 10.5772/39026:41-52.

Wyjaśnienia stosowanych terminów:

- 1 grzyby anamorficzne (anamorfy) – grzyby rozmnażające się bezpłciowo lub faza bezpłciowa w cyklu rozwojowym grzybów;
- 2 teleomorfa – faza płciowa w cyklu rozwojowym grzyba;
- 3 basionym – podstawowa, naukowa nazwa organizmu nadana jako pierwsza;
- 4 RAPD – (ang. *Random Amplification of Polymorphic DNA*) metoda losowej amplifikacji fragmentów DNA na podstawie losowo dobranych krótkich starterów (10–20 nukleotydów) stanowiąca podstawę różnicowania organizmów;
- 5 zmelanizowany – zawierający melaninę – ciemny barwnik;
- 6 sklerocja – struktury przetrwalnikowe zbudowane ze zbitych strzępek;
- 7 septowany – podzielony septami, czyli przegrodami poprzecznymi dzielącymi strzępkę grzybów na poszczególne komórki;
- 8 doliporowa septa – septa zbudowana w sposób charakterystyczny dla podstawczaków – otwór w sepcie osłonięty jest błoniastym kapturkiem nazywanym parentosomem;
- 9 mitospora – spora/zarodnik powstały w wyniku mejozy;
- 10 sprzążka – zgrubienie na strzępkach niektórych podstawczaków, zapewniające różnoimienność jąder w dzielących się komórkach;
- 11 ryzomorfa – sznur ciemnej, rozgałęzionej grzybni zbudowany z ciasno zbitych komórek, zapewniający możliwość rozrastania się grzyba w podłożu, często na duże odległości;
- 12 Index Fungorum – międzynarodowy projekt oraz serwis internetowy mający na celu zindeksowanie wszystkich grzybów (<http://www.indexfungorum.org/>);
- 13 rDNA – rybosomalne DNA, określenie dla regionu DNA odpowiedzialnego za kodowanie rybosomalnego RNA (rRNA), region ten zawiera wysoce konserwatywne fragmenty kodujące oraz fragmenty niekodujące (ITS) położone pomiędzy regionami kodującymi małą i dużą podjednostkę rRNA, są one zróżnicowane pomiędzy gatunkami ze względu na insercje, delecje i mutacje, przez co są wykorzystywane do porównań filogenetycznych pomiędzy gatunkami grzybów;
- 14 sterygma – u podstawczaków wypustka z podstawki, na której wyrasta zarodnik podstawkowy;
- 15 monofiletyczny – o pochodzeniu od wspólnego przodka.

Binucleate *Rhizoctonia* spp. an increasingly important pathogens in the cultivation of plants

Ewa Moliszewska, Dagna Maculewicz

The *Rhizoctonia* complex is a large, heterogenous group of filamentous fungi including multinucleate *R. solani* with *Thanatephorus* teleomorph, binucleate *Rhizoctonias* (BNR) with *Ceratobasidium* teleomorph and other „*Rhizoctonia*-like” species. They can be saprotrophs as well as crop pathogens or orchid mycorrhizal symbionts. Basic characteristics for *Rhizoctonia* genus is uniform hyphal structure, possibility to form undifferentiated into rind and medulla sclerotia, hyphae long, branched with dolipore septa, hyphae with branches growing almost on right angle, a bit narrower in the point of branching and with septum near the point of branching, no possibility to form mitospores, forming short and wider cells named monilioid cells, lack of clump connections and rhizomorphs. One of the basic criteria of dividing into genus *Rhizoctonia* is the number of nuclei in young, vegetative and actively growing hyphae as well as the diameter of vegetative hyphae. This allows to distinguish the group with narrow hyphae (5–7 µm) with the average number of nuclei less than four, mostly it is two and sometimes three, but it is also possible to find one or four nuclei in a separate cell.

This review focuses on biology, systematics and pathogenic properties of binucleate *Rhizoctonias* (BNR) with *Ceratobasidium* teleomorph. BNR have been divided into 19 groups

from AG-A to AG-U, based on the hyphal anastomosis. They have been reported in numerous countries, but it is possible that some anastomosis groups are present in every country. It seems that the distribution of anastomosis groups depends on the host plant presence and climate conditions. Some AGs have flexible capability for adaptation and wide host range, but isolates from other AGs have rather limited host ranges. Pathogenic isolates cause losses in different crops and the quality of sugar beet, ornamentals, vegetables, forest trees and obstacles to food production. This makes them ecologically and economically important group of fungi. By this reason they should be considered as important group of fungal plant pathogens with broad spectrum of hosts. Interaction of pathogenic BNR with plant tissues show that its hyphae is tightly attached to the epidermis and directly penetrate epidermal cells without forming distinct appressoria or infection cushions typical of *R. solani*. On the surface of the host at the point of penetration, infection hyphae is often slightly swollen, around the points of penetration degradation of the cuticle appears. Since now not many research with BNR were developed in Poland, most of them only signalize the BNR existence between other *Rhizoctonia* isolates on diseased plants. One of the most frequently investigated BNR in Poland is *R. cerealis* (AG D) from cereals and AG K as well as AG E from sugar beet seedlings.

Key words: pathogenic BNR, binucleate *Rhizoctonia*, *Ceratobasidium*

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:

IV. Przegląd różnorodności organizmów

10. Grzyby. Uczeń:

- 7) przedstawia znaczenie grzybów w gospodarce, podając przykłady wykorzystywania grzybów, jak i straty przez nie wywoływane.

Rozwój uzdrowisk dawnej Galicji Wschodniej do II wojny światowej na przykładzie Niemirowa-Zdroju i Horyńca-Zdroju

Agnieszka Rzepiela

Streszczenie:

Rozwój balneologii w XIX wieku wywołał zainteresowanie stanem polskich uzdrowisk. Na terenach ówczesnej Galicji znajdowało się kilka znanych kurortów, takich jak Krynica czy Szczawnica, jednak wiele miejscowości uzdrowiskowych z różnych przyczyn nie wykorzystywało w pełni swoich walorów leczniczych. Niektóre z nich zostały zniszczone podczas I wojny światowej i mogły rozwinąć się dopiero w latach 20. i 30. XX wieku. Przykładem mogą być dzieje dwóch sąsiadujących ze sobą uzdrowisk, Horyńca i Niemirowa, położonych na terenach dawnej wschodniej Galicji, w przedwojennym województwie lwowskim. Uzdrowisko w Niemirowie (obecnie Nemyriw, Ukraina) powstało na początku XIX wieku, podczas gdy Horyniec stał się uzdrowiskiem dopiero pod koniec XIX wieku.

Słowa kluczowe: historia polskich uzdrowisk, Wschodnia Galicja, polska balneologia, lecznictwo uzdrowiskowe

otrzymano: 27.08.2015; przyjęto: 25.05.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr Agnieszka Rzepiela:
adiunkt w Uniwersytecie Jagiellońskim Collegium
Medicum, Muzeum Farmacji

Wprowadzenie

Na terenach dawnej Galicji Wschodniej występowały złoża cennych tworzyw leczniczych, jak wody mineralne (solanki, szczawy, wody siarkowe i żelaziste), wosk ziemny i złoża borowin. Początki lecznictwa na tych terenach sięgają XVII wieku, kiedy to większość uzdrowisk należała do prywatnych właścicieli. Przykładem rozwoju dawnych polskich uzdrowisk we Wschodniej Galicji służą dzieje Horyńca i Niemirowa, leżących przed II wojną światową w granicach II Rzeczypospolitej, na terenie dawnego województwa lwowskiego. Położone na Roztoczu, blisko sąsiadujące ze sobą gdyż oddalone zaledwie o 11 km, dziś przedzielone są granicą. Uzdrowisko Niemirów (Nemyriw) znajduje się obecnie na terenie Ukrainy. Uzdrowiska te łączy położenie geograficzne, wspólna historia, podobne lecznicze bogactwa naturalne oraz klimat. Zarówno Horyniec, jak i Niemirów założone zostały przez właścicieli tych terenów, świadomych występowania walorów leczniczych. Historia lecznictwa uzdrowiskowego w tych dwóch miejscowościach jest w znacznie mniejszym stopniu opracowana, niż w przypadku innych, lepiej znanych uzdrowisk byłej Galicji.

Ogólna sytuacja polskich zdrojowisk dawnej Galicji od połowy XIX wieku do końca II Rzeczypospolitej

W połowie XIX wieku w Polsce, podobnie jak w całej Europie, znacznie wzrosło zainteresowanie problematyką balneologiczną. Jak pisał znany ówczesny balneolog, Ludomił Korczyński, „powstał nowy do pewnego stopnia odłam nauki przyrodniczo-lekarskiej, a z nią i przez nią rozrastała się nowa potężna gałąź narodowego i państwowego bogactwa”. (Korczyński, 1930). O popularności balneoterapii wśród polskich lekarzy, chemików

i farmaceutów świadczy podejmowanie zagadnień z nią związanych jako tematu badań naukowych, w formie np. rozpraw doktorskich, powstających m.in. w krakowskiej szkole lekarskiej Uniwersytetu Jagiellońskiego pod kierunkiem dra Józefa Brodowicza. Wiele wniosły także publikacje Teodora Torosiewicza, zawierające wyniki analizy („rozbioru”) wód mineralnych Małopolski. Przykładem jest Wykaz wód lekarskich w Galicji z kilkoma wiadomościami o bliższych Krakowa (Torosiewicz, 1841), czy ogłoszona w 1849 roku praca Źródła mineralne w królestwie Galicji i na Bukowinie pod względem fizyczno-chemicznej własności opisane, tudzież rozbiór fizyczno-chemiczny wód mineralnych w Iwoniczu (Torosiewicz, 1849), w której znalazły się wyniki analizy 26 źródeł, dokonanej przez autora oraz informacje na temat składu ponad stu wód zdrojowych. Nie można też pominąć prac słynnego geologa i geografę, Ludwika Zejsznera, powstałych w wyniku jego wędrówek po Karpatach i analizy tamtejszych wód mineralnych. Do grona osób najbardziej zasłużonych dla rozwoju polskiej balneologii XIX wieku należy przede wszystkim Józef Dietl, prezydent Krakowa, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego, lekarz, który szczególnie interesował się kwestią higieny i balneologią. W swoich pracach poświęconych „zdrojowiskom krajowym” zwrócił uwagę na konieczność poprawy stanu polskich uzdrowisk, znajdujących się przede wszystkim na obszarze zaboru austriackiego, wskazując na ich słabe strony. Określił także strategię rozwoju tych miejsc, zmierzającą do lepszego wykorzystania ich walorów naturalnych: wód mineralnych, złóż leczniczych i warunków klimatycznych. W swojej pracy Uwagi nad zdrojowiskami krajowymi ze względu na ich skuteczność, zastosowanie i urządzenie (Dietl, 1858) wymienił „w Galicji, na Bukowinie i w Wielkim Księstwie Krakowskim 102 zdrojowiska z 127 źródłami”. Działalność Dietla na rzecz rozwoju balneologii przyczyniła się znacznie do

zmodernizowania i rozwoju galicyjskiego lecznictwa uzdrowiskowego. Dzięki niemu w 1857 roku powołano Komisję Balneologiczną Krakowską w Oddziale Nauk Przyrodniczych i Ścisłych c. k. Towarzystwa Naukowego Krakowskiego.¹ Powstawały także prace z zakresu „biodynamiki wód lekarskich”, m.in. autorstwa Edwarda Korczyńskiego czy Walerego Jaworskiego. Zaczęły pojawiać się pierwsze polskojęzyczne podręczniki balneologii i balneografii dla lekarzy, chcących poszerzyć swoją wiedzę w zakresie balneologii, przede wszystkim prace Michała Zieleniewskiego Rys balneoterapii (1886) czy Słownik bibliograficzno-balneologiczny (1889) oraz Edwarda Korczyńskiego Zarys balneoterapii i balneografii krajowej (1900). Zwłaszcza te dwa pierwsze polskie podręczniki fizjoterapii stały się źródłem wiedzy o krajowym lecznictwie uzdrowiskowym. Istotnym czynnikiem uzupełniającym tę wiedzę i wpływającym na popularność zakładów leczniczych, było organizowanie wycieczek do uzdrowisk dla lekarzy balneologów i studentów medycyny, aby na miejscu mogli zapoznać się z warunkami i ofertą leczniczą. Relacje z takich wypraw ukazywały się później m.in. w „Pamiętniku Towarzystwa Balneologicznego”.²

Przemysł uzdrowiskowy zaczął stawać się ważną gałęzią gospodarki. Nadal jednak wiele polskich uzdrowisk nie wykorzystywało swoich walorów w pełni

(m.in. Horyniec, Morszyn i in.) a kuracjusze chętniej odwiedzali zagraniczne kurorty, jak Karlsbad, Marienbad, Piszczany, Vichy, Ems. Przyczyny takiego stanu rzeczy były różne. Jedną z nich był brak rzetelnych badań i analiz wód i źródeł leczniczych (np. borowin). Sytuacja poszczególnych uzdrowisk zmieniała się na lepsze, gdy dzięki dokładnemu poznaniu składu chemicznego wody można było zaoferować kuracjom profilowane, ukierunkowane leczenie w uzdrowisku lub zamieścić w folderze reklamowym wyniki analizy, dokonanej np. przez badacza o uznanym autorytecie, jak Adolf Aleksandrowicz, Karol Olszewski, Ignacy Lemberger, Teodor Torosiewicz, czy Henryk Ruebenbauer.

Korzystne dla rozwoju przemysłu uzdrowiskowego były też liczne badania geologiczne i prace wiertnicze, prowadzone w Galicji, głównie w poszukiwaniu ropy naftowej, dostarczające także wiedzy o rozmieszczeniu, pochodzeniu i składzie chemicznym wód mineralnych. Coraz większe znaczenie miała także klimatologia. Powstały uzdrowiska o cechach wyłącznie klimatycznych, czy tzw. stacje klimatyczne (np. Zaleszczyki, Hrebenów, Jaremce).

Konieczne stało się również stworzenie przepisów prawnych pozwalających na funkcjonowanie uzdrowisk i nadanie im statutu uzdrowiskowego. W 1891 roku została uchwalona pierwsza polska „ustawa zdrojowa”, która pozwoliła na ochronę uzdrowisk przez władze oraz na przeprowadzenie szeregu inwestycji, jak np. zmodernizowanie Krynicy czy budowę drogi do Morskiego Oka (Korczyński, 1934).

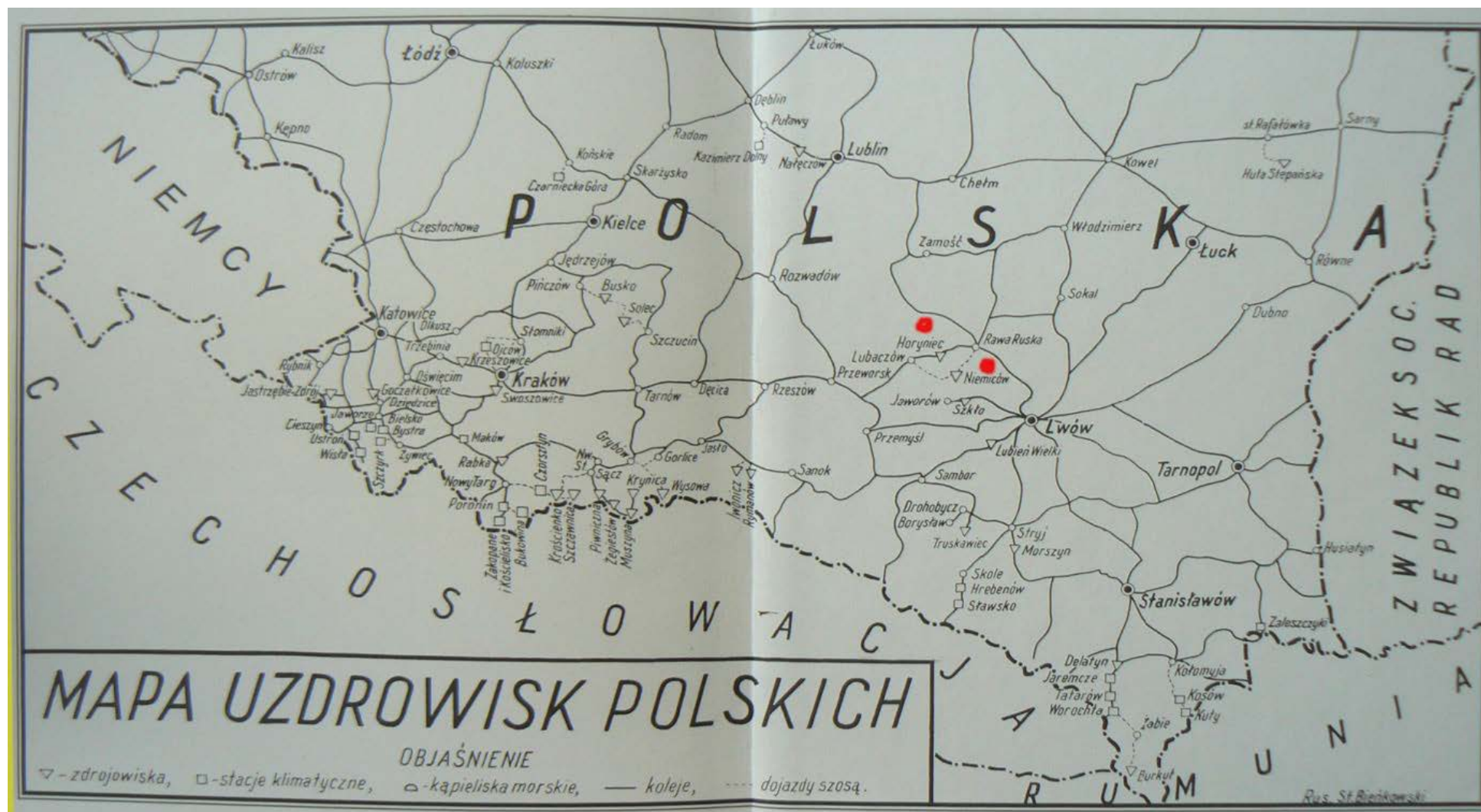
Do rozwoju polskiego lecznictwa i przemysłu uzdrowiskowego przyczyniła się działalność założonego w 1905 roku w Krakowie Polskiego Towarzystwa Balneologicznego i jego współpraca ze Związkiem Uzdrowisk Polskich. Szczególnie istotna była tu rezolucja Towarzystwa, uchwalona na I Krajowym Zjeździe w 1910 roku, mówiąca „o konieczności utworzenia katedr balneo-

logii na uniwersytetach w Krakowie i we Lwowie oraz Katedry Balneotechniki na Politechnice we Lwowie” (Korczyński, 1934).

Wybuch I wojny światowej przerwał wszystkie te działania. Te polskie uzdrowiska, które przetrwały, koncentrowały się na zorganizowaniu najpilniejszych spraw, jak bieżąca działalność, zakup żywności itd. Właściwie dopiero po zakończeniu wojny polsko-bolszewickiej można było podjąć z powrotem prace nad rozwojem polskiego zdrojownictwa. W 1922 roku przyjęto *Ustawę o uzdrowiskach*, która wprowadziła bardzo istotną, ale wymagała jednak dalszych prac i nowelizacji, ponieważ nie uwzględniała wszystkich aspektów organizacji lecznictwa uzdrowiskowego. Musiało ono nie tylko podnieść się ze zniszczeń wojennych, ale także konkurować z popularnością zagranicznych kurortów. Polskie zakłady zdrojowe mogły teraz pomieścić zaledwie połowę przedwojennej ilości kuracjuszy, których w ostatnim roku przed wybuchem I wojny światowej (w 1913) było 60 tysięcy. Według statystyk, w 1928 roku osiągnięto liczbę 180 tysięcy kuracjuszy (Korczyński, 1934). Na odbudowę zniszczonych zakładów zdrojowych po roku 1920 wydano kilkaset milionów złotych. Można było zaobserwować w tym czasie korzystną koniunkturę dla uzdrowisk. Po dokonaniu koniecznych remontów i odbudowy, wiele uzdrowisk zaczęło znów funkcjonować, „popyt zwiększył się niepomniernie, a frekwencja wzrosła do nigdy dawniej nieznanych rozmiarów” (Korczyński, 1929). Wzniesiono wiele nowych budynków uzdrowiskowych, jak również unowocześniono już istniejące. Powstały nowe pensjonaty, baseny kąpielowe, kanalizacja, wodociągi, nowe odwierty wód mineralnych, zadbane o infrastrukturę, poprawiono lub wybudowano połączenia kolejowe. Były to bardzo kosztowne inwestycje, trudne do zrealizowania przez wiele prywatnych uzdrowisk. Zajęto się również wewnętrzną organizacją zakładów uzdrowiskowych,

1 Komisją Balneologiczną stworzoną przez J. Dietla kierował od początku do 1862 roku prof. Fryderyk Skobel. Komisja zajmowała się m.in. badaniami wód i źródeł mineralnych. W 1877 roku, z inicjatywy Edwarda Korczyńskiego powołano nową Komisję Balneologiczną w ramach Krakowskiego Towarzystwa Lekarskiego, którą połączono po kilku latach z Komisją Przemysłowo-Lekarską tego towarzystwa.

2 Relacja z dydaktycznej wycieczki studentów medycyny do Horyńca-Zdroju i Niemirowa-Zdroju została zamieszczona w „Pamiętniku Polskiego Towarzystwa Balneologicznego” (Dornfeld, 1934), natomiast sprawozdanie z wcześniejszej wycieczki lwowskich lekarzy i studentów medycyny do Niemirowa-Zdroju w czerwcu 1930 roku znalazło się w „Pamiętniku Polskiego Towarzystwa Balneologicznego” 1930.



Ryc. 1. Mapa uzdrowisk polskich – część południowa

Rys.: S. Bieńkowski. Źródło: *Uzdrowiska polskie*. Warszawa Bydgoszcz 1936. Zaznaczono uzdrowiska Niemirow i Horyniec.

poprawą usług leczniczych, zwiększono liczbę lekarzy uzdrowiskowych, położono nacisk na podniesienie kwalifikacji personelu nie tylko medycznego, ale również obsługi. Działo się to staraniem Krakowskiej Izby Przemysłowej i Handlowej. Zwłaszcza w uzdrowiskach na terenach dawnej Galicji zaczęli pojawiać się absolwenci szkół handlowych, np. Wyższego Studium Handlowego w Krakowie, czy utworzonej również w Krakowie, w 1933 roku, Szkoły Hotelarstwa (Korczyński, 1934).

Do największych i najliczniej odwiedzanych uzdrowisk byłej Wschodniej Galicji należały Truskawiec, Iwonicz, Morszyn, Niemirów, Rymanów, Horyniec, Czerce, Lubień Wielki, Szkło (Krawczyk, 1999). Ich historia i rozwój jako miejscowości uzdrowiskowych kształtował się w różny sposób, w zależności od różnych czynników. Przykładem mogą być z jednej strony podobne, ale też i odmienne dzieje Horyńca-Zdroju i Niemirowa-Zdroju, uzdrowisk sąsiadujących bardzo blisko ze sobą, położonych do II wojny światowej w dawnym województwie lwowskim, dziś rozdzielonych granicą polsko-ukraińską.

Uzdrowisko w Niemirowie

Uzdrowisko w Niemirowie znane jest od ok. 1814 roku. Pierwsze wzmianki o leczniczych walorach Niemirowa pochodzą z XV wieku. Pod koniec XVIII wieku wspominał o nich Irlandczyk Bernard O'Connor – nadworny lekarz Jana III Sobieskiego. Uzdrowisko porównywano do słynnego niemieckiego Baden-Baden. Niemirowskie „zdroje siarczane” zostały zaznaczone (podobnie jak horynieckie) na wspomnianej *Mappie Zdrojowisk lekarskich w Galicyi i Bukowinie* z 1862 roku. W literaturze balneologicznej XIX i początku XX wieku można znaleźć znacznie więcej informacji na temat Niemirowa, którego naturalne walory lecznicze

Ryc. 2. Przedwojenna pocztówka z Niemirowa

Źródło: zbiory własne autorki.



(w przeciwieństwie do Horyńca) postanowiono wykorzystywać już na początku XIX wieku.³ Uzdrowisko założył ówczesny właściciel tych dóbr, hrabia Hilary Moszyński w 1814 roku, wykorzystując źródła siarkowe.

Przed II wojną światową kurort Niemirów leżał w dawnym powiecie rawskim (Rawa Ruska), w województwie lwowskim, ok. 70 km od Lwowa, w odległości 4 km od miasteczka o tej samej nazwie. Obecnie Niemirów (ukraińskie: Nemyriw) to osiedle miejskie liczące ok. 2 tysiące mieszkańców, znajdujące się kilka kilometrów za granicą z Polską. Otoczenie stanowią lasy iglaste. Do dnia dzisiejszego zachowały się niewielkie pozostałości drewnianej zabudowy willowej uzdrowiska.

Samo miasteczko Niemirów zostało założone w 1580 roku przez Andrzeja hr. Fredrę na mocy przywileju króla Stefana Batorego. Niektóre przekazy po-

³ Niemirów został także wymieniony w *Rysie balneologii powszechnej* M. Zieleniewskiego, jako jeden z „zakładów zdrojowo-kąpielowych siarczanych” (Zieleniewski, 1873).

dają jako datę pierwszej lokalizacji rok 1530. Po rozbiorach Niemirów stracił prawa miejskie. Na początku XIX wieku dobra znalazły się w rękach hrabiowskiej rodziny Moszyńskich. Jej staraniem wybudowane zostały łazienki i domy mieszkalne, frekwencja wzrastała, uzdrowisko szybko stało się modne, odwiedzane przez coraz liczniejszą klientelę. Pierwszej analizy wody ze źródła w Niemirowie dokonał w 1829 roku Teodor Torosiewicz, znany farmaceuta i balneolog (Torosiewicz, 1832). W 1833 roku farmaceuta z Żółkwi, Karol Steller, przeprowadził badanie chemiczne źródeł. Już w następnym roku odnotowano przyjazd ok. 200 kuracjuszy. Mieli oni do dyspozycji 74 pokoi, a pobyt w uzdrowisku umilano im, m.in. organizując w miesiącach letnich przedstawienia teatralne z udziałem aktorów dworskich. Jednak po upadku Powstania Styczniowego i zesłaniu na Sybir hrabiego Moszyńskiego, zdroj „podupadł zupełnie”, a zniszczenia dopełnił wielki pożar.



Ryc. 3. Przedwojenna reklama pensjonatów niemirowskich
Źródło: Polski Almanach Uzdrawisk. Kraków 1934.

W 1870 roku dobra niemirowskie nabył Aleksander Krusenstern, wywodzący się ze spolonizowanej szlachty estońskiej.⁴ Jak czytamy w folderze uzdrowiska Niemirow z lat 30. XX wieku, Aleksander Krusenstern

⁴ Siedzibą rodziny był Szczerzec, położony 10 km na wschód od Niemirowa (miejscowość przestała istnieć po II wojnie światowej w związku z utworzeniem poligonu).

zastał „zaledwie kilka domów, do których przyjeżdżała tylko ludność okoliczna” (Niemirow Zdrój 1937). Krusensternowie byli właścicielami Niemirowa przez kilka pokoleń. Największy rozkwit kurortu przypada na czasy syna Aleksandra, Karola (1871–1953), którego pasją była balneologia. Zajął się on odbudową uzdrowiska według planu znanego balneologa, dra Ludomiła Korczyńskiego, ówczesnego prezesa Polskiego Towarzystwa Balneologicznego, który nakreślił plany rozbudowy w 1905 roku. Powstawały nowe wille dla gości, odnawiano również stare domy, przeznaczając je dla uboższej klienteli, dla zamożniejszych gości budowano nowe. Willa „Dewajtis” (wybudowana w 1908 roku) miała 30 pokoi z bieżącą zimną i ciepłą wodą oraz kanalizację. W wybudowanym w 1910 roku domu zdrojowym oddano do użytku gości obszerną salę balową, teatralną, restaurację, czytelną i pokoje do gier. W 1907 roku dokładne badanie źródeł przeprowadził prof. Bronisław Radziszewski wraz ze swoim asystentem, Kazimierzem Klingiem (Lewicki i wsp., 1912). W 1912 oddano do użytku nowoczesny oddział wodoleczniczy, wzorowany na zakładzie prof. Wilhelma Winternitza w Kaltenleutgeben koło Wiednia. W nowych (ogrzewanych) łazienkach, obok kąpeli siarczanych zaczęto stosować kąpiele borowinowe i hydroterapię (Kierzek i wsp., 2013). Frekwencja w 1912 roku wynosiła 700 osób. Kuracjusze mieli do dyspozycji 10 willi i pensjonatów.

Wiercenia w poszukiwaniu wody źródłanej doprowadziły do odkrycia w 1927 roku nowego źródła o nieco innym składzie, które nazwano „Aleksandra”. Rozbioru chemicznego wody dokonał prof. Marian Westwalewicz (Westwalewicz, 1930)⁵. Woda z tego źródła służyła do pitnego leczenia, z pozostałych, wykorzystywanych wcześniej zdrojów, „Anny”, „Marii” i „Bronisławy” – do

⁵ W latach 1928–1929 badania wody ze źródła „Aleksandra” kontynuowali dr W. Koskowski i dr I. Dadlez. (Koskowski i Dadlez, 1929).

kąpeli. Niemirow, jako jeden z pierwszych kurortów, wprowadził kąpiele słoneczne i gimnastykę na wolnym powietrzu (uzdrowisko miało nawet plażę). Od 1924 roku zaczęły powstawać w szybkim tempie wille i pensjonaty prywatne. W następnym roku wprowadzono oświetlenie elektryczne, następnie w 1927 roku podwojono liczbę kabin borowinowych; a w 1929 roku otwarto pijalnię wody „Aleksandra”. W 1932 roku zarząd Niemirowa przeszedł w ręce Spółki Dzierżawnej tamtejszych właścicieli majątku. Nowy Zarząd przystąpił do rekonstrukcji urządzeń leczniczych i rozrywkowych, „stawiając Niemirow na poziomie europejskich zdrojowisk”. W *Polskim Almanachu Uzdrawisk* (Kraków, 1934), wydanym przez Polskie Towarzystwo Balneologiczne czytamy, że uzdrowisko posiada „zakład zdrojowo-kąpielowy z przedziałami dla kąpeli siarczanych, borowinowych, kwasowęglowych, piankowych, posiada również urządzenia wodolecznicze”. Wskazaniem do leczenia były: gościec stawowy i mięśniowy, dna, nerwobóle – rwa kulszowa, lumbago – obrzęki i zgrubienia po złamaniach i zwichnięciach, choroby skórne, choroby kobiece, kiła w okresie trzeciorzędnym, zatrucia metalami. Pacjentami opiekował się dr Janusz Pieniążek i dwóch lekarzy zdrojowych. Zakład uzdrowiskowy rozporządzał około 300 pokojami w pobliżu łazienek. Oprócz tego funkcjonowało 30 pensjonatów i willi prywatnych. „Z pensjonatów wybijają się na naczelne stanowisko *Zalesie*, *Warszawianka* i *Raj*, ze względu na bliskie położenie we własnych parkach, pełny komfort i znakomitą kuchnię”. Jeśli chodzi o rozrywki i sport, proponowano kuracjuszom „koncerty orkiestry zdrojowej, dancingi, teatr, kino, klub Towarzyski, w II sezonie stały teatrzyk rewiowy, a także place tenisowe, plażę, basen pływacki z bieżącą wodą, liczne wycieczki w malownicze okolice” (*Polski Almanach Uzdrawisk* 1934). Nic dziwnego, że frekwencja stale wzrastała. Na początku lat 30. Niemirow odwiedzało ok. 2000 gości, w 1936



Narodowe Archiwum Cyfrowe, sygn. 1-C-499

Ryc. 4. Łazienki
w Niemirowie. Lata
20/30. XX wieku

Źródło: Narodowe Archiwum Cyfrowe.

roku – 3500, a w 1938 roku – 4200 (*Uzdrowiska polskie* 1936).

Obok wód siarczkowych w Niemirowie występują również wysokiej klasy borowiny, o których znany balneolog Antoni Sabatowski pisał: „Polska ma obfite pokłady doskonałej borowiny, największa obfitość jest w Niemirowie, który rokuje też pod tym względem piękny rozwój. (...) Jeśli Krynica jest królową szczaw polskich, Niemirow ma wszelkie dane, by zostać pierwszym zdrojowiskiem borowinowym” (Sabatowski, 1923). Niemirowskie złoża borowiny miał odkryć prof. L. Korczyński w 1905 roku i od tego czasu Niemirow rozwijał się głównie jako uzdrowisko borowinowe. Jak mówi reklama niemirowskiej borowiny, zamieszczona w „Pamiętniku Polskiego Towarzystwa Balneologicznego”, analiza borowiny zrobiona w 1933 roku wykazuje:

najlepszy skład czynników leczniczych w całej Polsce. Borowinę wykorzystuje się w Niemirowie różnorodnie: kąpiele całe i częściowe, okłady suche i mokre, fasony na ręce i nogi; na eksport służą okłady *Amico* i *Superborowina*. Prócz tego wiele osób sprowadza borowinę workami, wysyła się też borowinę wagonowo. W ostatnich czasach zainteresowały się borowiną niemirowską sfery naukowe weterynaryjne i używają z powodzeniem borowiny w terapii zwierząt. (...) Śmiało rzec można, iż obecnie borowina niemirowska znaną jest w całej Rzeczypospolitej, od Pomorza i Śląska po Krzemieniec i Wilno i wszędzie cieszy się zasłużonym uznaniem (*Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego*, 1933).

Obecnie w Niemirowie wykorzystywane są solanki i wody siarkowe oraz borowiny. Najbardziej znanym obiektem uzdrowiskowym jest sanatorium „Nemyriw” (dla ok. 500 kuracjuszy), mające jedną z bogatszych ofert uzdrowiskowych na Ukrainie. Leczone są tu

głównie choroby skóry (m.in. łuszczyca), stany po oparzeniach skóry, choroby narządów ruchu i kręgosłupa, zwyrodnienia stawów, dyskopatia, stany pooperacyjne, choroby centralnego i obwodowego układu nerwowego, choroby serca i układu krwionośnego, nadciśnienie tętnicze, otyłość, choroby układu trawienego, cukrzyca.

Uzdrowisko w Horyńcu

Miejscowość Horyniec w dokumentach pojawia się po raz pierwszy w 1444 roku, kiedy książę mazowiecki i bełski Władysław podarował osadę Piotrowi Pieczykurowi z Wilcz. Kolejni właściciele zmieniający się na przestrzeni wieków byli przedstawicielami rodów szlacheckich i magnackich: Gorelowsy, Telefusowie, Stadniccy, Ponińscy, Karłowscy. Najdłużej, przez ponad 100 lat, dobra horynieckie należały do książęcej linii starego szlacheckiego rodu Ponińskich herbu Łódzia, wywodzącego się z Wielkopolski. Władali oni dobrami horynieckimi od końca XVIII wieku i zasłużyli się dla rozwoju tych terenów nie tylko utworzeniem uzdrowiska, ale także wybudowaniem teatru, stworzeniem cennego księgozbioru i kolekcji zabytków sztuki i kultury narodowej (Rzepiela, 2013). Książę Aleksander Poniński, prawnuk Adama Ponińskiego, podskarbiego koronnego, marszałka konfederacji i sejmu rozbiorowego, jako pierwszy postanowił wykorzystać walory lecznicze i klimatyczne miejscowości, znane już od dawna. Według różnych podań z dobroczynnego działania miejscowych wód mineralnych i borowin miał korzystać król Jan II Sobieski i królowa Marysieńka. Najstarszym XIX-wiecznym dokumentem, jaki autorce udało się odnaleźć, uwzględniającym Horyniec jako miejsce występowania „zdrojów siarczanych”, jest *Mappa Zdrojowisk lekarskich w Galicji i Bukowinie ułożona przez Teofila Żebrowskiego Czł. Komis. Balneol. Wydana staraniem i nakładem Towarzystwa Nauk. Krakowskiego*



Ryc. 5. Książę Aleksander Poniński (1856–1915), założyciel uzdrowiska w Horyńcu
Źródło: zbiory rodzinne autorki.

w 1862 roku.⁶ Horyniec wymieniony jest także w *Rysie balneologii powszechnej* M. Zieleniewskiego wśród 44 „miejscowości wód siarczanych dostarczających”⁷. Aleksander Poniński, arystokrata światły i wykształcony, doktor praw, zajmujący się polityką (poseł do Rady Państwa w Wiedniu, wysoki urzędnik administracji austriackiej) postanowił założyć pod koniec XIX wieku zakład leczniczy w Horyńcu. Jest prawdopodobne, iż decydując się na utworzenie uzdrowiska, korzystał z doświadczeń pobliskiego Niemirowa, które już wówczas było znanym kurortem, wykorzystującym swoje źródła siarczane i złoża borowiny.

Nie jest znana dokładna data powstania pierwszych łazienek w Horyńcu. Wiadomo, że powstały pod koniec drugiej połowy XIX wieku i mieściły się na łąkach, w pobliżu źródeł siarczanych. To właśnie woda siarcz-

Ryc. 6. Stanisław Karłowski z Horyńca (pierwszy z lewej) jako prezes Związku Uzdrawisk Polskich podczas wizyty arcybiskupa Bolesława Twardowskiego (w środku) w Niemirowie

Pierwszy z prawej Karol hrabia Krusenstern, właściciel Niemirowa. 1938.

Źródło: Narodowe Archiwum Cyfrowe.



Narodowe Archiwum Cyfrowe, sygn. 1-R-180-1

kowo-siarkowodorowa jest, obok wysokiej klasy borowiny, naturalnym bogactwem leczniczym Horyńca.

Warunki w pierwszym horynieckim zakładzie leczniczym były początkowo dość skromne, o czym informuje m.in. *Przewodnik po zdrojowiskach i miejscowościach klimatycznych Galicji* (Lwów, 1912), mówiąc o dwóch źródłach siarczanych:

których skład chemiczny dotychczas nie został zbadany, jedno z nich obmurowane bez nakrycia, skąd wodę żurawiem czerpią do kąpeli, drugie ujęte w cembrynę drewnianą, nakryte daszkiem używane bywa do picia, łazienki stanowi szopa mieszcząca 3 kabiny po 2 wanny (...), mieszkań specjalnie budowanych dla kuracjuszków brak (...), chorzy mieszkają w karczmie, klasztorze i wiejskich chatkach, zamożniejsi w oficynach pałacu (...), pobyt w zdrojowisku bardzo tani, ale brak wszelkich wygód (...), frekwencja roczna dochodzi do 300 osób przez sezon, z tego 90% stanowią żydzi (...), aprowizacja na miejscu znośna⁸.

8 Taki stan uzdrowiska do I wojny światowej nie był, jak się okazuje, sytuacją odosobnioną. Józef Dietl podczas swoich podróży po polskich zdrojowiskach zauważył wiele podobnych sytuacji.

Uzdrowisko w Horyńcu wymagało znacznych nakładów finansowych ze strony księcia, który znaczne sumy przeznaczał także na przebudowę pałacu (pod kierunkiem słynnego architekta Teodora Talowskiego), inwestycje na własnej wyspie Daksza w Dalmacji, a także gromadzenie dzieł sztuki oraz księgozbioru, w którym znalazły się liczne pozycje z dziedziny balneologii (Rzepiela, 2013). Dalszy rozwój uzdrowiska horynieckiego, przerwany śmiercią księcia Aleksandra w 1915 roku i działaniami I wojny światowej nastąpił dopiero pod koniec lat 20. XX wieku. Wówczas majątek horyniecki należał do dzieci zmarłej córki księcia Aleksandra, Róży (której imieniem nazwano źródła horynieckie), Jadwigi, Zygmunta i Jana. Początkowo majątkiem zarządzał ich ojciec, senator Stanisław Karłowski, bankowiec, przedsiębiorca, pełniący m.in. nieco później funkcję prezesa Związku Uzdrawisk Polskich. Pod nowym zarządem uzdrowisko osiągnęło wysoki standard. Prawie doszczętnie zniszczony w czasie wojny zakład kąpielowy udało się uruchomić dopiero w 1923 roku. Przyjmowano wówczas ok. 600 kuracjuszy rocznie, a liczba ta

6 Tytuł w brzmieniu oryginalnym.

7 „I ziemiom polskim nie poskąpiła przyroda w ilości i różnorodności wód siarczanych. Ma je Królestwo Polskie, ma i Galicya, a do tego w tak wielkiej ilości i w tak rozlicznych odmianach, iż na wszelkie potrzeby, nasze zdroje siarczane wystarczyć mogą”. (Zieleniewski, 1873).

stale wzrastała. Skład wody siarczkowej został zbadany przez wybitnego uczonego, prof. Henryka Ruebenbauera, który przeprowadził również analizę borowiny horynieckiej, należącej do najlepszych w kraju.

Właściciele nadal intensywnie inwestowali w rozwój uzdrowiska, wydając do 1928 roku na ten cel 200 tysięcy złotych. Takie dane zamieszczono w kwestionariuszu wydawnictwa *Dziesięciolecie Odrodzonej Polski*, na który odpowiedziało 18 największych zdrojowisk, podając nakłady inwestycyjne do 1928 roku. Bardziej znaczący rozwój uzdrowiska horynieckiego nastąpił dopiero po 1927 roku, po nawierceniu nowego źródła „Róża” i wykonaniu jego analizy przez Państwowy Instytut Farmaceutyczny w Warszawie. W kolejnych latach sukcesywnie zwiększano wydatki związane z funkcjonowaniem zdroju. Z *Zestawienia statystycznego za lata 1928-1937*, sporządzonego przez właścicieli wynika, że poczynili oni znaczne nakłady finansowe modernizując zdrojowisko⁹. Wydatki związane były z budową nowych łazienek i elektrowni, założeniem i uzupełnieniem parku zdrojowego, budową i unowocześnianiem pensjonatu zakładowego, adaptacjami w łazienkach, elektryfikacją, a także z zapewnieniem rozrywek dla kuracjuszy (kawiarnia, teatr). Zadbano również o szosę w zdroju i wygodę pasażerów przyjeżdżających koleją oraz o reklamę uzdrowiska. Informacje o Horyńcu znalazły się w wielu ówczesnych almanachach i przewodnikach, a ulotki reklamowe i foldery zdroju informowały warunkach i zabiegach leczniczych. W uzdrowisku leczono przede wszystkim choroby stawów, choroby kobiece, dolegliwości związane z przemianą materii, choroby żołądka, wątroby, nerek, gościec, dnę, stany pozapalne, rwę kulszową oraz „choroby nerwów i mięśni”.

W wyniku poczynionych inwestycji znacznie zwiększyła się frekwencja w uzdrowisku (w 1936 roku

wyniosła ponad 1000 kuracjuszy), „jakość klienteli uległa znacznemu polepszeniu (warstwy zamożniejsze)”, przyjeżdżali kuracjusze z całej Polski, a nie jak wcześniej, tylko z „powiatów sąsiednich”. Horyniec w okresie międzywojennym stał się znanym kurortem z nowoczesnymi łazienkami, krytym deptakiem, parkiem zdrojowym, kortami tenisowymi oraz miejscami dla kuracjuszy w 30 pensjonatach. Kuracjom zapewniano również liczne atrakcje, jak np. „teatr, dwa parki

i przechadzki w lasach dalsze i bliższe”. Jak informował 1932 roku przewodnik *Uzdrowiska Polskie*:

zakład rozporządza łazienkami I i II kl. dla kąpiei siarczanych i borowinowych, działem hydroterapii, leżalniami, urządzeniem dla kąpiei powietrznych. Ceny zabiegów leczniczych są bardzo umiarkowane. Budynki zakładowe są skanalizowane, zelektryfikowane i posiadają wodociągi. Na miejscu lekarz zdrojowy i podręczna apteka. Masażyści obojga płci uzupełniają aparat leczniczy. Mieszkania w pensjonatach zakładowych oraz w willach i dworach prywatnych zapewniają kuracjom wygodne pomieszczenia. (...) Obfitość produktów spożywczych pozwala na prowadzenie własne-

Ryc. 7. Ulotka reklamowa Uzdrowiska Horyniec. Lata 30. XX wieku

Źródło: zbiory rodzinne R. Kubiak.



Ryc. 8. Wnętrze pjalni w Horyńcu. Lata 30. XX wieku

Źródło: zbiory rodzinne R. Kubiak.

⁹ Dokument (maszynopis) znajduje się w archiwum rodzinnym autorki.

go gospodarstwa domowego. Taksy kuracyjnej goście nie opłacają. Dobre położenie Horyńca i wygodna komunikacja ściągały rok rocznie do zdrojowiska z górą 800 kuracjuszy. Sezon trwa od 15 maja do 30 września (s. 51). Pobyt w zdrojowisku uprzyjemniają tenis, kręgielnia, dancing i zabawy w pensjonacie Aleksandrówka. Wycieczki i spacer do lasów, bliższe i dalsze wycieczki do sąsiednich miejscowości, do Rawy Ruskiej i Jarosławia oraz o do pełnych zabytków historycznych Żółkwi i Lwowa.

Kuracjusze przebywającym w Horyńcu mieszkali w dwóch pensjonatach zakładowych oraz prywatnych, a także w willach i hotelach. W połowie lat trzydziestych XX wieku było ich łącznie 16 i mogły pomieścić od 400–500 osób (*Uzdrowiska polskie* 1936). Sezon trwał cały rok, z wyjątkiem listopada i kwietnia. Kuracjom zapewniano liczne atrakcje jak teatr, zabawy, dancingi, tenis, brydż, kręgielnia, dwa parki, na deptaku przygrywała orkiestra, urządzano wycieczki po okolicy. Dbano o potrzeby duchowe, na terenie zakładu zdrojowego znajdowała się „kaplica zakładowa”, a w centrum Horyńca – cerkiew greckokatolicka i dom modlitwy dla Żydów. Gościom uzdrowiska starano stworzyć pod każdym względem dogodne warunki pobytu. Ilustrowany Kurier Codzienny informował w 1931 roku w artykule *Tanie i wygodne uzdrowisko*, że „ostatnio w celu ułatwienia gościom komunikacji ze stacją kolejową czy łazienkami, w razie niepogody czy też ze względu na zdrowie kuracjuszy uruchomiono tzw. *tramwaj* — środek lokomocji znany i ceniony na Powszechnej Wystawie Krajowej w Poznaniu”.

Zarząd uzdrowiska planował dalszą modernizację, budowę nowego domu zdrojowego, udoskonalenie łazienek, założenie nowych działów leczniczych, budowę wodociągów, kanalizacji, nawet autostrady. Planom tym przeszkodził jednak wybuch kolejnej wojny, podczas której zginęli właściciele, Stanisław Karłowski i jego syn Zygmunt. Po wojnie majątek i uzdrowisko upaństwowiono i rozpoczęła się zupełnie inna w jego dziejach

Ryc. 9. Horyniec. Budynek uzdrowiska z fragmentem parku zdrojowego. 1937.

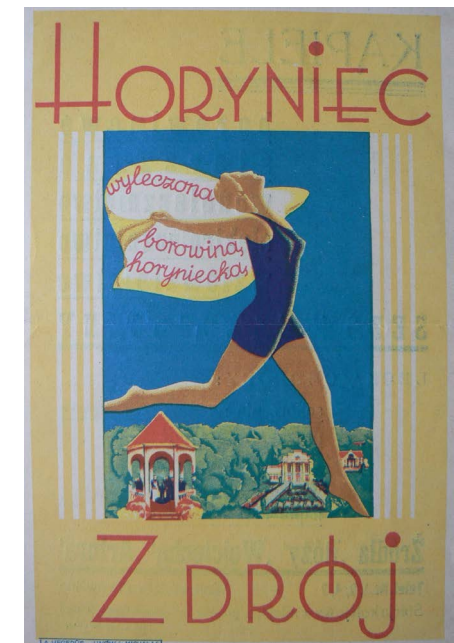
Źródło: Narodowe Archiwum Cyfrowe.



Narodowe Archiwum Cyfrowe, sygn. 1-C-248-2

epoka. Pierwsi kuracjusze po zakończeniu wojny do Horyńca musieli zadowolić się skromnymi warunkami. W 1969 roku w pałacu książąt Ponińskich otwarto sanatorium „Metalowiec”, a w ślad za nim kolejne. Obecnie działa tu kilka nowoczesnych sanatoriów, w których leczone są choroby narządu ruchu, osteoporoza, choroby reumatyczne, zesztywniające zapalenie stawów kręgosłupa, porażenia, niedowłady, choroby neurologiczne, kobiece, dróg oddechowych, zaburzenia przemiany materii. Gmina dba o uatrakcyjnianie kuracjom pobytu w uzdrowisku, m.in. ostatnio (w 2015) został otwarty po rewitalizacji park zdrojowy, założony jeszcze przez przedwojennych właścicieli. Horyniec jest wymieniany jako jedna z najpiękniejszych miejscowości uzdrowskich w Polsce (Jędrzejewski, 2013).

W dwudziestolecie międzywojennym Niemirow i Horyniec przeżywały swój intensywny rozwój, przerwany wybuchem II wojny światowej. Uzdrowiska te,



Ryc. 10. Plakat reklamowy uzdrowiska Horyniec Zdrój

Autor: T. Gro-nowski. Lata 30. XX wieku. Zbiory rodzinne R. Ku-biak.

położone bardzo blisko siebie, dysponowały podobnymi warunkami klimatycznymi oraz zasobami leczniczymi – borowinami i wodami siarczanymi. Zaliczano je do najważniejszych polskich kurortów dysponujących tymi właśnie złożami leczniczymi (Kraszewski, 1934). Często wymieniane były razem, jako miejsca, gdzie można było leczyć: gośćcowe i urazowe schorzenia kości i stawów, choroby skóry, choroby „z tłem kiłowym”, zatrucia metalami (*Przegląd Zdrojowo-Kąpielowy i Przewodnik turystyczny* 1929). Do końca drugiej wojny światowej były własnością prywatną, ich funkcjonowanie i sukces zależał od inicjatywy i możliwości finansowych właścicieli. Oba uzdrowiska miały podobne otoczenie, charakter, kuracjom zapewniało takie same atrakcje (teatr, koncerty, bale, przejażdżki), jednak ich rozwój przebiegał nieco inaczej. Niemirow, uzdrowisko o znacznie dłuższych tradycjach leczniczych niż Horyniec, mniej zniszczone podczas I wojny światowej, rozwijało się szybciej i prężniej. Z kolei Horyniec, prawie doszczętnie zniszczony podczas wojny 1914–1918, uruchomiony na nowo 1923, swój okres świetności przeżywał dopiero na początku 30. XX wieku. Obecnie Niemirow i Horyniec, leżące po dwóch stronach granicy polsko-ukraińskiej, kontynuują tradycje uzdrowiskowe.

Literatura:

- Dietl J (1858). *Uwagi nad zdrojowiskami krajowymi ze względu na ich skuteczność, zastosowanie i urządzenie*. Kraków.
- Dornfeld H (1934). Z V. dydaktycznej wycieczki balneologicznej studentów medycyny Uniwersytetu Jagiellońskiego. *Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego*, 13:219–233.
- Jędrzejewski D (2013). *20 najpiękniejszych miejscowości uzdrowiskowych w Polsce*. Warszawa.
- Kierzek A, Paprocka-Borowicz M, Kuciel-Lewandowska J, Pozowski A, Kotuła J (2013). Rozwój lecznictwa uzdrowiskowego w Niemirowie do końca Drugiej Rzeczypospolitej. *Annales Academiae Medicae Stetinensis*, 59(1):148–156.
- Korczyński E (1900). *Zarys balneoterapii i balneografii krajowej*. Kraków.

Ryc. 10. Kuracjusze przy pijalni wody ze źródła „Roża” w parku zdrojowym w Horyńcu

Źródło: Lata 30. XX wieku. Zbiory rodzinne autorki.



- Korczyński L (1929). Światła i cienie naszego zdrojownictwa. *Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego*, 8:90–97.
- Korczyński L (1930). Rozwój i stan obecny polskiego zdrojownictwa i polskich uzdrowisk. *Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego*, 9:11–64.
- Korczyński L (1934). Etapy rozwoju polskiej balneologii i klimatologii od połowy XIX wieku. *Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego*, 13:1–30.
- Koskowski W, Dadlez I (1929). O wpływie wody alkalicznej siarkowej ze źródła Aleksandry w Niemirowie na wydalanie kwasu moczowego z ustroju z uwzględnieniem niektórych jej właściwości farmakodynamicznych. *Polska Gazeta Lekarska*, 33/34:616–623.
- Kraszewski W (1934). Ugrupowanie ważniejszych uzdrowisk. In: *Polski Almanach Uzdrowisk*. Kraków. 263.
- Krawczyk B (1999). Lecznictwo uzdrowiskowe na Południowo-Wschodnich Kresach Polski w okresie międzywojennym. *Balneologia Polska*, 41(3-4):114–122.
- Leszczyński S (1938). *Przemysł uzdrowiskowo-lotniskowy i turystyczny w Karpatach*. Warszawa.
- Lewicki SA, Orłowicz M, Praschil T (1912). *Przewodnik po zdrojowiskach i miejscowościach klimatycznych Galicji*. Lwów. 49; 125–128.
- Mapa Zdrojowisk lekarskich w Galicji i Bukowinie ułożona przez Teofila Żebrawskiego Czł. Komis. Balneol. Wydana staraniem i na*

kładem Towarzystwa Nauk. Krakowskiego w 1862 roku. Kraków 1862.

Niemirow Zdrój (1937), folder. Lwów.

Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego 1930. 9:390–392

Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego 1933. 12:128 (reklama).

Polski Almanach Uzdrowisk (1934)., ed. Polskie Towarzystwo Balneologiczne. Kraków. 263; 286–287; 325–326.

Przegląd Zdrojowo-Kąpielowy i Przewodnik turystyczny (1929). (18) 1:1–3.

Przewodnik po Galicji zawierający opis zdrojowisk, uzdrowisk, zakładów leczniczych polskich oraz miast Krakowa i Lwowa (1911)., ed. Z Pelczar, Kraków.

Ruebenbauer H (1929) Podstawy analitycznej oceny borowin. *Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego*.8:116–130.

Rzepiela A (2013). Horyniec-Zdrój — historia uzdrowiska, jego właścicieli oraz rozwój działalności leczniczej. In: *Kultura uzdrowiskowa na Dolnym Śląsku w kontekście europejskim*. B Płonka-Syroka, A Kaźmierczak ed., Wrocław. 3:563–592.

Sabatowski A (1923). *Klimatoterapia i hydroterapia ogólna i zdrojowiskowa*. Lwów.

Schematyczne wskazania dla leczenia najważniejszych chorób przewlekłych w polskich uzdrowiskach (1929). *Przegląd Zdrojowo-Kąpielowy i Przewodnik turystyczny*. Polskie Towarzystwo Bal-

neologiczne ed., 18, 9:2.

Torosiewicz T (1832). Krótka wiadomość o doświadczeniach wody kruszcowej w Niemirowie, w cyrkule Żółkiewskim w Galicyi, przedsięwziętych w latach 1829 i 1830 przez... *Rozmaitości. Pismo dodatk. do Gaz. Lwowskiej.* 27:227–228.

Torosiewicz T (1841). Wykaz wód lekarskich w Galicji z kilkoma wiadomościami o bliższych Krakowa. *Rocznik Wydziału Lekarskiego w Uniwersytecie Jagiellońskim.* 4:356–376.

Torosiewicz T (1849). *Źródła mineralne w królestwie Galicji i na Bukowinie pod względem fizyczno-chemicznej własności opisane, tudzież rozbiór fizyczno-chemiczny wód mineralnych w Iwoniczu.* Lwów.

Uzdrowiska polskie. Przewodnik po uzdrowiskach zrzeszonych w Związku Uzdrowisk Polskich. (Warszawa 1932) i (Bydgoszcz 1936).

Westwalewicz M (1930). Wyniki rozbiór wody ze źródła „Aleksandra” w Niemirowie. *Pamiętnik Polskiego Towarzystwa Balneologicznego.* 9:190–198.

Zieleniewski M (1873). *Rys balneologii powszechnej.* Warszawa. 233–234.

Zieleniewski M (1889). *Słownik bibliograficzno-balneologiczny zakładów polskich: zdrojowokąpielowych, wodoleczniczych, klimatycznych, żętycznych, kumysowych i kefirowych.* Kraków.

Zieleniewski M (1900) *Zarys balneoterapii i balneografii krajowej.* Kraków.

The Development of Spa Resorts in Eastern Galicia to II World War based on the Example of Horyniec-Zdrój and Niemirow-Zdrój

Agnieszka Rzepiela

The development of balneology in 19th captured the attention of the situation of Polish Spa Resorts. In areas so-called Galicia (nowadays region in Southeastern Poland and Western Ukraine) there were some well-known Spas, like Krynica or Szczawnica, however medicinal values were not fully used in many other resorts for various reasons. Some of them have been destroyed during World War I, so they could develop only in twenties and thirties of 20th century. It was the situation of two neighbouring Spas, in West Galicia, within the pre-war province of Lviv, Horyniec and Niemirow (now Nemyriw, Ukraine). Niemirow-Zdrój was founded in the early 19th century, Horyniec-Zdrój - in the late of 19th century.

Key words: history of Polish spas, Eastern Galicia, history of Polish balneology, health resorts treatment

Wdrażanie zajęć z Podstaw Teledetekcji Powierzchni Ziemi

z wykorzystaniem wolnego oprogramowania Bilko

Karol Przeździecki, Jarosław Zawadzki, Beata Bałdyga, Andrzej Rydzewski

Streszczenie:

Wprowadzanie nowych zajęć do oferty dydaktycznej, w tym do pracowni komputerowych często wiąże się z dużymi kosztami dotyczącymi licencji na oprogramowanie komercyjne oraz ewentualnego kosztu materiałów dydaktycznych. Jednocześnie rozwój technik komputerowych wymaga od kadry dydaktycznej stosowania nowych technik oraz nauczania nowych przedmiotów, co związane jest z pojawianiem się nowych cyfrowych rozwiązań istniejących problemów. Szkoły i uczelnie chcące zachować wysokie pozycje w rankingach i pozostać konkurencyjne powinny wprowadzać nowe rozwiązania do przedmiotów istniejących oraz nowe przedmioty odpowiadające na potrzeby rynku pracy.

Alternatywą dla programów komercyjnych są oprogramowania typu open-source, które często posiadają również bogatą ofertę bezpłatnie dostępnych materiałów dydaktycznych.

W pracy autorzy przedstawiają oprogramowanie i projekt Bilko oraz swoje doświadczenia i wyniki z wprowadzenia przedmiotu Podstawy Teledetekcji Powierzchni Ziemi na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej z wykorzystaniem wolnego oprogramowania projektu Bilko.

Słowa kluczowe: teledetekcja, wolne oprogramowanie, środowisko, projekt Bilko

otrzymano: 19.02.2016; przyjęto: 16.05.2016; opublikowano: 30.09.2016



mgr inż. Karol Przeździecki: Zakład Informatyki i Badań Jakości Środowiska Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowisk



prof. dr hab. inż. Jarosław Zawadzki: Zakład Informatyki i Badań Jakości Środowiska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska



Beata Bałdyga: Zakład Informatyki i Badań Jakości Środowiska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska



inż. Andrzej Rydzewski: Zakład Informatyki i Badań Jakości Środowiska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

Wstęp

Rozwój technik komputerowych w ostatnich dziesięcioleciach wprowadził nowe możliwości i metody kształcenia. Dostęp do oprogramowania i sprzętu, który może je obsłużyć wprowadził możliwości związane z projektowaniem wspomaganiem komputerowo (z ang. *Computer Aided Design*), modelowaniem numerycznym, systemami informacji przestrzennej oraz teledetekcją. Nowe możliwości przekładają się na nowe obowiązki wobec kadry naukowo-dydaktycznej. Chęć pozostania w czołówce wydziałów o profilu Inżynierii Środowiska implikuje potrzebę adaptacji zajęć istnie-

jących, jak i tworzenie nowych zajęć odpowiadających potrzebom rynku.

W roku 2012 Polska została członkiem Europejskiej Agencji Kosmicznej (European Space Agency, ESA). Członkostwo Polski w ESA dało możliwość rozwoju polskiego sektora kosmicznego. Według raportu śródokresowego ESA/POLSKA (European Space Agency, 2016) wzrosła konkurencyjność polskiego sektora kosmicznego, szczególnie w sektorze usług opartych na wykorzystaniu technik satelitarnych. W celu wykorzystania możliwości, jakie daje Polsce członkostwo w ESA niezbędna jest edukacja kosmiczna i to już na etapie szkoły średniej. W przypadku inżynierii środowiska istotne jest położenie nacisku na możliwość wykorzystania danych satelitarnych w badaniach środowiskowych. W pracy (Przeździecki i Zawadzki, 2014) przedstawiono możliwości wykorzystania technik satelitarnych w inżynierii środowiska.

Przez wiele lat teledetekcja była domeną kartografów i nie była nauczana na Wydziale Inżynierii Środowiska. Jednak w obecnych warunkach, uwzględniając możliwości jej wykorzystania staje się ona powoli nieodłącznym elementem w wielu badaniach środowiskowych (Miatkowski i wsp. 2016), (Ng i wsp., 2010), (Sun i wsp., 2012), (Łukowski i Usowicz, 2014).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie projektu Bilko, zapoczątkowanego w roku 1987 przez UNSECO, jak również podzielenie się spostrzeżeniami z wdrażania oraz 5-letniego okresu prowadzenia przedmiotu (ćwiczeń komputerowych) wprowadzającego w zagadnienia teledetekcji satelitarnej o nazwie Podstawy Teledetekcji Powierzchni Ziemi na Wydziale Inżynierii Środowiska. Opisany w pracy przypadek autorzy uważają za warty przedstawienia, gdyż podczas prowadzenia zajęć wykorzystywane jest darmowe oprogramowanie Bilko, które umożliwia wprowadzanie zajęć do oferty dydaktycznej bez potrzeby inwestowania w drogie

oprogramowania komercyjne posiadając jednocześnie szerokie zaplecze materiałów edukacyjnych opracowanych przez renomowane instytucje z różnych krajów i dostępnych bezpłatnie na stronach projektu Bilko (UNESCO-Bilko, 2016), (ESA Learn EO!, 2016).

Istotnym aspektem jest również treść ćwiczeń ukie-
runkowana nie tylko na czysto mechaniczne wykona-
nie zadania, ale na zrozumienie struktury danych, sta-
wianego problemu oraz algorytmu jego rozwiązania.

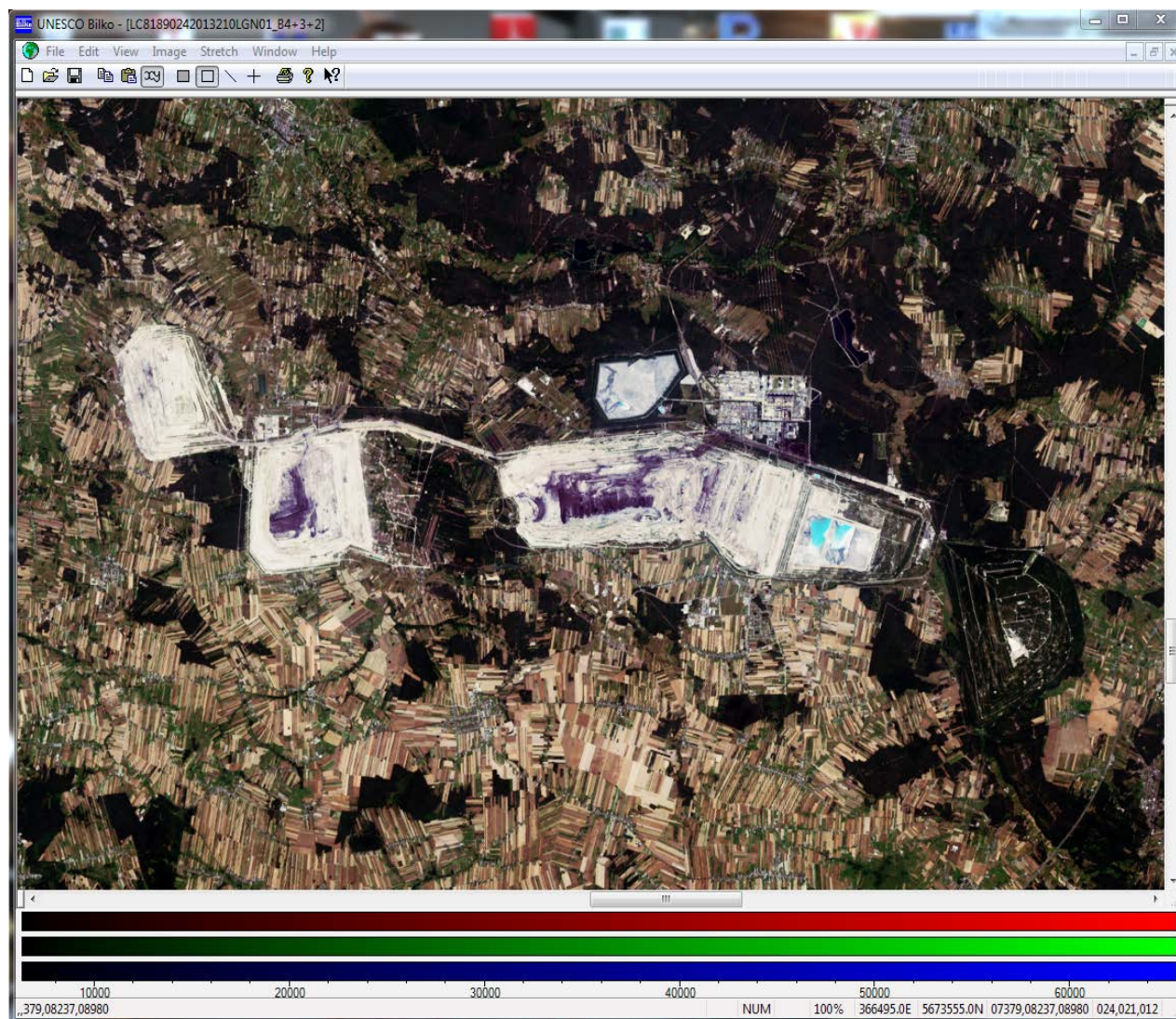
Bilko

Czym jest Bilko?

Bilko jest projektem nauczania na odległość tele-
detekcji zorientowanym początkowo na zdalne ba-
dania morza oraz linii brzegowej. Projekt ten został
zainicjowany w roku 1987 przez UNESCO pod nazwą
TREDMAR (Marine Sciences Training and Education
Programme). W założeniu oprogramowanie, którego
stworzenie było jednym z celów projektu, miało pra-
cować na komputerach klasy PC. Do roku 1996 opro-
gramowanie działało pod MS-DOS, później wykonano
migrację na MS-WINDOWS. Rycina 1. przedstawia in-
terfejs programu Bilko z otwartym fragmentem zdjęcia
z satelity Landsat 8 OLI/TIRS z dnia 29.07.2014 przed-
stawiającego Kopalnię Węgla Brunatnego Bełchatów.

Głównymi celami projektu było i jest umożliwienie
nauki technik satelitarnych pomimo wysokiego kosztu
danych i oprogramowania komercyjnego poprzez:

- stworzenie nowego edukacyjnego programu do
analizy obrazów o nazwie Bilko (aktualnie Bilko
for Windows), cel ten został osiągnięty, a ponadto
program jest w dalszym ciągu rozwijany;
- tworzenie materiałów do ćwiczeń komputerowych
wykorzystujących program Bilko;
- darmowe udostępnianie wszystkich materiałów
projektu Bilko;
- promocja dobrych praktyk dydaktycznych.



Ryc. 1. Zdjęcie Landsat 8 OLI/TIRS z dnia 29.07.2014 r. przedstawiające Kopalnię Węgla Brunatnego Bełchatów otwarte w programie Bilko

Źródło: oprac. własne.

Zasady przyświecające projektowi Bilko

Realizacji projektu przyświecały 4 główne zasady, które konsekwentnie realizowane są do dnia dzisiejszego:

- program Bilko powinien być zaprojektowany tak, żeby można było go używać na relatywnie tanich komputerach;
- razem z oprogramowaniem powinny być dostępne darmowe lekcje ilustrujące możliwości programu oraz uczące podstaw analizy obrazów uzyskiwanych z różnych systemów satelitarnych;
- oprogramowanie i lekcje powinny być dostępne bezpłatnie;
- uczniowie i nauczyciele powinni być zachęceni do wymiany doświadczeń, krytyki, oceny i przyczyniania się do rozwoju Bilko, zapewniając tym samym dalszy rozwój oprogramowania i lekcji.

Kto wykorzystuje Bilko

Bilko jest wykorzystywane na całym świecie przez uczniów i studentów z różnych grup wiekowych. Są to głównie szkoły średnie (ogólnie określane jako secondary school) oraz szkoły wyższe. Bilko jako projekt i oprogramowanie ma ogromny potencjał do zastosowania w edukacji szkolnej na zajęciach pozalekcyjnych w formie gotowego kursu lub na lekcjach np. geografii do wizualizacji omawianych obszarów w formie zdjęć satelitarnych, których coraz więcej dostępnych jest bezpłatnie.

Ponadto oprogramowanie Bilko jest również używane poprzez profesjonalistów niezwiązanych z systemem edukacji i nie będących jednocześnie ekspertami w zakresie badań zdalnych, ale wykorzystujących je w swojej pracy zawodowej.

Od czasu opublikowania pierwszego modułu przez UNESCO w 1989 roku projekt Bilko przez cały czas jest

rozwijany. Aktualnie w projekcie Bilko jest zarejestrowanych 7500 użytkowników w 174 krajach. Każdego roku z serwerów ściągane jest około 1600 kopii materiałów dydaktycznych używanych na kursach, warsztatach lub we własnym zakresie (UNESCO-Bilko, 2016).

Materiały dydaktyczne i struktura ćwiczeń

Materiały dydaktyczne do kształcenia na odległość muszą zawierać w sobie wszystkie niezbędne informacje, których użytkownik może potrzebować w procesie uczenia. Zatem lekcje lub moduły tematyczne spełniają następujące standardy:

- są kompletne, zawierają w sobie wszystko, czego użytkownik może potrzebować;
- napisane są w sposób prosty i przejrzysty;
- zawierają w odpowiednich miejscach odpowiedzi na pytania najczęściej zadawane przez uczniów;
- zawierają w sobie powtórzenia informacji oraz niektórych zadań, które zdaniem autorów są niezbędne do zrozumienia zagadnienia;
- napisane są tak, że polecenia zawarte są w całej instrukcji, a nie tylko na końcu w postaci pytań.

Materiały dydaktyczne głównie w języku angielskim dostępne są na stronie projektu (UNESCO-Bilko, 2016). Są one podzielone na kilka różnych typów w zależności od objętości oraz zaawansowania materiałów.

Podstawowe wiadomości zabrane są w postaci samouczka (z ang. tutorial) będącego zestawem krótkich lekcji wprowadzających użytkownika w program, podstawowe jego funkcjonalności oraz podstawowe narzędzia stosowane w analizach obrazów teledetekcyjnych. Czas potrzebny na zrealizowanie pojedynczego tematu samouczka to około 30 minut.

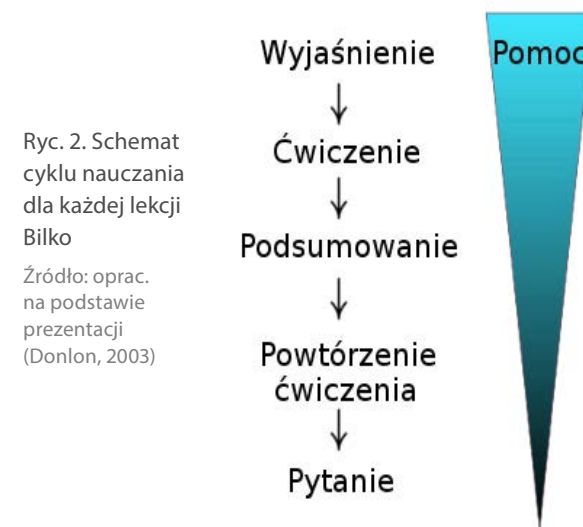
Drugim rodzajem materiałów są mini-lekcje (z ang. *mini-lessons*), w których przedstawione są bardziej złożone narzędzia oraz metody przetwarzania i analiz

zdjęć satelitarnych. Czas potrzebny na zrealizowanie pojedynczej mini-lekcji to jedna godzina.

Trzecim rodzajem materiałów dydaktycznych są lekcje (z ang. *lessons*). Są to ćwiczenia, w których uczeń rozwiązuje pewne specyficzne zagadnienia (klasyfikacja terenu, określanie stresu termicznego wywieranego na rify koralowe itd.) przy użyciu metod teledetekcyjnych. Czas potrzebny na zrealizowanie takiej lekcji to co najmniej 90 minut w zależności od lekcji.

Ostatnią grupą są moduły tematyczne. Są to grupy lekcji połączonych tematem przewodnim, będącym zastosowaniem metod teledetekcji do rozwiązywania różnych zagadnień w pewnej dziedzinie. Zorientowane są na przedstawienie zastosowania metod teledetekcyjnych w jakimś obszarze praktycznym np. zarządzanie rybołówstwem lub obserwacje linii brzegowej.

Każdy z powyższych rodzajów składa się nie tylko z instrukcji, ale również z danych niezbędnych do wykonania ćwiczeń (jak zdjęcia satelitarne i dodatkowe pliki, np. palety barw, pliki formuł i inne). Ponadto



często zawierają one dodatkowe materiały, na których można przeprowadzić podobne analizy jak opisane w ćwiczeniach.

Niezależnie od typu materiałów dydaktycznych cykl uczenia zawarty w każdym ćwiczeniu jest przedstawiony na rycinie 2.

Struktura każdej lekcji Bilko niezależnie od jej rodzaju zawiera następujące komponenty:

- cel (z ang. *aim*) – opisany przez autora cel zajęć przygotowanych dla uczniów;
- cele szczegółowe (z ang. *objectives*) – określenie umiejętności, jakie zdobędą uczniowie oraz zadania, jakie powinni móc wykonać po ukończeniu ćwiczenia;
- wprowadzenie;
- informacje ogólne dotyczące prezentowanego tematu;
- zdjęcia i materiały wykorzystywane w ćwiczeniu;
- zarys lekcji – określenie ogólnego zarysu ćwiczenia i oczekiwanego rezultatu;
- ćwiczenia oraz pytania służące poprawie przyswajania informacji używając opisanego powyżej cyklu uczenia;
- pełne odpowiedzi do pytań.

Tak skonstruowane materiały dydaktyczne oraz bezpłatny dostęp do nich, jak i do oprogramowania, tworzy znakomite warunki do wykorzystywania Bilko do nauki teledetekcji przy niskim koszcie inwestycyjnym zapewniając jednocześnie duże szanse powodzenia.

Wdrażanie zajęć przy wykorzystaniu Bilko

Materiały dydaktyczne

W roku 2009 pracownicy Zakładu Informatyki i Badań Jakości Środowiska opracowali materiały dydaktyczne w języku polskim do ćwiczeń na podstawie

anglojęzycznych materiałów dostępnych na stronie (UNESCO-Bilko, 2016). Na tej stronie znajdują się również polskie wersje opracowanych mini-lekcji.

Materiały obejmują swoim zakresem podstawowe zagadnienia dotyczące analizy danych satelitarnych oraz wykorzystania oprogramowania Bilko w analizach przestrzennych. W tabeli 1 znajduje się lista opracowanych tematów wraz z krótkim opisem zawartości merytorycznej.

Należy zaznaczyć, że ćwiczenia są opisane jasno i przejrzysto. Są tak dobrane, aby były możliwe do wykonania przez studentów lub zainteresowanych użytkowników bez konieczności posiadania rozległej

wiedzy na temat analiz przestrzennych i teledetekcji. Z drugiej strony są one na tyle szczegółowe, aby przedstawić zasady działania algorytmów i metod użytych w ćwiczeniach, a nie skupiać się jedynie na mechanicznym wykorzystaniu wbudowanych metod. Przygotowane w języku polskim materiały, których tematy przedstawione są w tabeli 1 można wykorzystać na lekcjach geografii lub biologii w formie prezentacji przez nauczyciela, możliwości zdalnej obserwacji środowiska np. temat 8. Można również bez przeszkód zrealizować wszystkie tematy w formie kursu (na poziomie szkoły średniej), to jednak wymaga 15 godzin, a więc zajmuje około 1 semestru w wymiarze czasowym 1 godziny na

Lp.	Nazwa	Opis
0	Wprowadzenie	Krótkie wprowadzenie użytkownika w tematykę zdjęć satelitarnych oraz ich analizy. Zapoznanie się z programem i jego podstawowymi narzędziami.
1	Otwieranie plików typu BINARY FLAT FILES w BILKO	Zapoznanie z formatami plików zdjęć satelitarnych oraz z procedurą otwierania plików binary flat Files w BILKO.
2	Pliki formuł i ich zastosowanie	Przedstawienie sposobów użycia formuł wykorzystujących algebrę Boole'a, funkcje trygonometryczne, arytmetykę modularną oraz współrzędne x i y w celu modyfikacji wartości pikseli.
3	Wykorzystanie BILKO jako prostego narzędzia GIS.	Zilustrowanie w jaki sposób zbiór obrazów rastrowych w BILKO może zostać wykorzystany jako proste narzędzie GIS, przy użyciu plików formuł do wykonania niezbędnych operacji.
4	Wczytywanie siatek geograficznych do obrazu	Zapoznanie się z nakładaniem współrzędnych siatki geograficznej na obraz z georeferencją.
5	Zastosowanie warstw metadanych.	Zaprezentowanie jak wykorzystywać informacje zawarte w warstwie metadanych dołączonych do danych satelitarnych używając plików formuł i operatorów bitowych.
6	Korekcja geometryczna obrazu AVHRR obszaru Morza Śródziemnego.	Pokazanie ograniczeń przekształcenia liniowego w zastosowaniu do obrazów AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) i konieczności wykorzystania przekształcenia kwadratowego do uzyskania poprawnej rektyfikacji zdjęcia obejmującego znaczny obszar. Pokazanie wpływu nieprawidłowych terenowych punktów kontrolnych GCP (ang. Ground Control Point) na proces rektyfikacji.
7	Metoda składowych głównych. Macierze kowariancji i korelacji.	Wprowadzenie do metody analizy składowych głównych (PCA). Wyliczanie się macierze kowariancji lub korelacji oraz jak obliczone mogą być wartości własne i udział procentowy w całkowitej wariancji dla każdego ze składników głównych.
8	Indeksy roślinności.	Wprowadzenie użytkownika w zagadnienie indeksów roślinności oraz wykorzystanie plików formuł w celu ich tworzenia.

Tabela 1. Lista przygotowanych tematów wraz z krótkim opisem

Źródło: oprac. własne.

tydzień. Autorzy zalecają jednak realizację w blokach 2-godzinnych.

Wymagania techniczne

Wymagania techniczne wprowadzenia przedmiotu są niewielkie. Bilko jest oprogramowaniem darmowym, tworzonym od 1987 dla celów dydaktycznych. Aktualna wersja programu Bilko to wersja 3.4 pracująca w systemach operacyjnych Windows 7, 8, 10 lub XP. W przypadku chęci uruchomienia programu na komputerach wyposażonych w systemy macOS lub Linux niezbędne jest utworzenie wirtualnej maszyny.

Wymogi sprzętowe programu nie są duże i zależą w dużej mierze od wielkości plików, na których program będzie operował. Na potrzeby zajęć, wymiary pojedynczego pliku nie przekraczają kilkunastu megabajtów natomiast całość kursu w postaci skompresowanej zajmuje poniżej 150 MB. Ćwiczenia możliwe są do przeprowadzenia na kilkuletnich, średniej klasy, komputerach PC.

Do wdrożenia kursu potrzebna jest zatem zwykła praca komputerowa, w której liczba stanowisk determinuje liczbę osób. Autorzy sugerują pracę maksymalnie dwóch osób przy jednym stanowisku komputerowym.

Wyniki z okresu prowadzenia zajęć

Zajęcia o nazwie Podstawy Teledetekcji Powierzchni Ziemi wystartowały na Wydziale Inżynierii Środowiska w roku akademickim 2010/2011. Kurs został przygotowany w polskiej wersji językowej na podstawie materiałów dydaktycznych z programu Bilko. Wymiar godzinowy kursu to 15 godzin. W roku 2011 na tym samym wydziale wystartowały zajęcia z Bilko w wersji anglojęzycznej w wymiarze 30 godzin, na podstawie wybranych materiałów znajdujących się na stronie (UNESCO-Bilko, 2016).

Po 5 latach od uruchomienia przedmiotu dla studentów studiów stacjonarnych, zajęcia cieszą się popularnością i są dobrze oceniane przez studentów. W latach akademickich 2011/2012 oraz 2013/2014 przedmiot został oceniony powyżej średniej oceny przedmiotów wydziału, co świadczy o dobrym przyjęciu zajęć przez studentów. W tabeli 2. znajduje się zestawienie oceny przedmiotu z lat 2011/12 oraz 2013/14, w których prowadzona była ankietyzacja.

Jak wynika z analizy tabeli 2, przedmiot jest wysoko oceniany przez studentów z obydwu lat. Dla pozostałych lat ankiety nie były przeprowadzone, gdyż nie wszystkie przedmioty podlegają ankietyzacji w każdym roku akademickim.

Studenci (w tym studenci anglojęzyczni z różnych krajów) są zainteresowani przedmiotem. Jako jeden z głównych powodów podają możliwość wykorzystywania nabytej wiedzy poza szkołą, co jest wynikiem stosowania bezpłatnego oprogramowania. Zainteresowani studenci są informowani oraz uczestniczą w se-

minariach lub bezpłatnych konferencjach dotyczących badań satelitarnych oraz mają możliwość pisania prac dyplomowych z tematyki badań zdalnych środowiska. Od momentu wprowadzenia przedmiotu w zakładzie Informatyki i Badań Jakości Środowiska, w którym pracują autorzy, powstało 5 prac dyplomowych (4 magisterskie i jedna licencjacka) z tematyki badań satelitarnych środowiska.

Podsumowanie

Po 5 latach od wprowadzenia zajęć z Podstaw Teledetekcji Powierzchni Ziemi, opartych na materiałach i oprogramowaniu projektu Bilko, autorzy mogą stwierdzić, że otwarcie tego przedmiotu zakończyło się powodzeniem, gdyż przedmiot cieszy się zainteresowaniem studentów i jest przez nich dobrze oceniany.

W polskich warunkach, w których finansowanie zajęć dydaktycznych na uczelniach oraz w szkołach spotyka się z coraz większymi problemami, dobrym wyjściem

Lp.	Pytanie	2011/2012		2013/2014	
		Ocena [1-5]	Średnia wydziału	Ocena [1-5]	Średnia wydziału
1	Jak oceniasz zawartość merytoryczną zajęć?	4.75	4.31	4.85	4.31
2	Jak oceniasz atrakcyjność prowadzenia zajęć oraz umiejętność przekazywania wiedzy przez prowadzącego?	4.75	4.23	4.86	4.26
3	Jak oceniasz stosunek prowadzącego do studentów	4.88	4.46	5	4.36
4	Jak oceniasz formalne aspekty prowadzenia zajęć (jasność kryteriów oceny, punktualność i dostępność prowadzącego, dostępność literatury itp.)?	4.75	4.36	5	4.3
5	Jak oceniasz warunki prowadzonych zajęć (dostępność niezbędnych urządzeń technicznych, przystosowanie sali itp.)?	4.88	4.2	4.93	4.07
Liczba badanych		16	-	15	-

Tabela 2. Zestawienie oceny przedmiotu Podstawy Teledetekcji Powierzchni Ziemi na tle wydziału

Źródło: oprac. własne.

jest szukanie rozwiązań alternatywnych w stosunku do oprogramowania komercyjnego. Wdrażanie przedmiotu, tak istotnego jak zdalne badania środowiska, przy użyciu wolnego oprogramowania oraz dostępnych bezpłatnych danych jest rozwiązaniem wartym rozważenia, gdyż nie niesie za sobą wysokich kosztów inwestycyjnych, co zmniejsza ryzyko projektu oraz ewentualne straty w przypadku niepowodzenia.

Nauczanie zagadnień dotyczących zdalnych badań środowiska na wydziałach o profilu związanym z badaniem i monitoringiem środowiska jest pożądane. Świadczy o tym otwieranie nowych kierunków związanych z geomatyką, jak kierunek Geoinformatyka otwarty w roku akademickim 2015/2016 na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, specjalizacja Geoinformacja Środowiskowa na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, kierunek Geoinformacja na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie oraz specjalność Geoinformatyka na Wydziale Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego.

Wykorzystanie wolnego oprogramowania przy wdrażaniu nowych rozwiązań dydaktycznych oraz naukowych jest ciekawym rozwiązaniem również w przypadku innych zagadnień. Można tu wymienić zagadnienia analiz przestrzennych, w których zastosować można oprogramowania komercyjne, jak ArcGis, lub też wolne oprogramowanie, jak QGIS czy GRASS GIS. Innym przykładem mogą być zagadnienia statystyczne, w których można wykorzystać program Statistica firmy Statsoft lub też wolne oprogramowanie np. R! mające olbrzymie biblioteki m.in. funkcji statystycznych i nie tylko. W przypadku modelowania systemów dynamicznych lub rozwiązywania równań różniczkowych można wykorzystać środowisko Scilab, zamiast komercyjnego środowiska Matlab.

Opracowane w wersji polskiej materiały do ćwiczeń w programie Bilko oraz materiały anglojęzyczne można

znaleźć na stronach (UNESCO-Bilko, 2016), (ESA Learn EO!, 2016). Materiały te są dostępne bezpłatnie po utworzeniu konta i zalogowaniu. Można je bezpłatnie pobierać i wykorzystywać w celach edukacyjnych. Materiały, oprócz wersji angielskiej i polskiej, są również dostępne w wersji hiszpańskiej. Autorzy zachęcają do skorzystania z dostępnych materiałów i podjęcia próby wprowadzenia przedmiotu w oparciu o te materiały lub też adaptacji ich dla własnych potrzeb.

Literatura

- Donlon C (2003). The UNESCO Bilko project: Developing Training Capability for Coastal and Marine Remote Sensing. INTER-GOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION of UNESCO. SC-2003/WS/15.
- ESA Learn EO!, Strona główna, <http://www.learn-eo.org/index.php> (ostatni dostęp 08.01.2016 r.)
- European Space Agency, Trzyletnie członkostwo w ESA przyniosło już korzyści Polsce, http://www.esa.int/pol/ESA_in_your_country/Poland/Trzyletnie_czlonkostwo_w_ESA_przynioslo_juz_korzystci_Polsce (ostatni dostęp 08.01.2016 r.)
- Łukowski M, Usowicz B (2014). Surface soil moisture satellite and ground-based measurements. *Acta Agrophysica Monographiae*. 1:1-107.
- Miatkowski Z, Lewiński S, Kowalik W, Sołtysik A, Turbiak J (2006). Przydatność zdjęć satelitarnych Landsat TM do identyfikacji intensywnie odwodnionych siedlisk hydrogenicznych w rejonie KWB Bełchatów, Woda Środowisko Obszary Wiejskie.
- Ng AH, Ge L, Yan Y, Li X, Chang H-S, Zhang K, Rizos C (2010). Mapping accumulated mine subsidence using small stack of SAR differential interferograms in the Southern coalfield of New South Wales. Australia. *Engineering Geology*. 115:1-15.
- Przeździecki K, Zawadzki J (2014). Zastosowanie wybranych metod teledetekcyjnych w monitoringu i inżynierii środowiska. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Inżynieria Środowiska*. 68:5-18.
- Sun L, Sun R, Li X, Liang S, Zhang R (2012). Monitoring surface soil moisture status based on remotely sensed surface temperature and vegetation index information, *Agricultural and Forest Meteorology*. 166-167:175-187.
- UNESCO-Bilko, Strona główna, <http://www.noc.soton.ac.uk/bilko/index.php> (ostatni dostęp 08.01.2016 r.).

Implementation of Remote Sensing of Land Surface course using Bilko

Karol Przeździecki, Jarosław Zawadzki, Beata Bałdyga, Andrzej Rydzewski

The implementation of new courses to the educational offer i.e. computer labs are often associated with high cost on licenses for commercial software and the cost of teaching materials. At the same time the development of computer technology require from the teaching staff to implement new teaching techniques and preparing new courses which covers using new solutions (mostly digital or based on computer technologies) in solving existing problems. Schools and universities wishing to maintain high positions in rankings or remain competitive should bring new solutions to existing courses and new courses in response to the needs of the labor market.

An interesting alternative to commercial software is open-source software, which often also have wide range of freely available teaching materials.

In this paper we present software and teaching materials from Bilko project and our experience and results of implementation of new course called Remote Sensing of Land Surface at the faculty of Building Services, Hydro and Environmental Engineering, based on a free software and teaching materials from Bilko project.

Key words: remote sensing, open source, environment, Bilko project

Analiza kompetencji społecznych studentów specjalności nauczycielskich

Renata Staśko, Karolina Czerwiec

Streszczenie:

W Europejskiej Ramie Kwalifikacji kompetencje określone są w kategoriach autonomii i odpowiedzialności. Wskazują dowiedzioną zdolność użytkowania wiedzy oraz umiejętności społecznych i osobistych w karierze zawodowej lub nauce. Przedmiotem podjętych badań były kompetencje studentów – przyszłych nauczycieli. Przeprowadzono analizę programów studiów o kierunkach nauczycielskich pod kątem zakresu kompetencji społecznych, które powinien nabyć student w toku studiów. W badaniach wzięli również udział studenci, których zadaniem było określenie poziomu swoich kompetencji nauczycielskich w aspekcie społecznym. Wykazano, że programy studiów zawierają niezbędne efekty kształcenia formułowane z uwzględnieniem transformacji cywilizacyjnych, a studenci wysoko oceniają poziom i zakres swoich kompetencji społecznych.

Słowa kluczowe: kompetencje, nauczyciel, student, programy studiów

otrzymano: 4.02.2016; przyjęto: 14.07.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr Renata Staśko: adiunkt w Zakładzie Dydaktyki Przedmiotów Technicznych i Informatycznych, Instytut Techniki, Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie



dr Karolina Czerwiec: adiunkt w Studium Kształcenia Nauczycieli, Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie

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

Wstęp

Szeroka wiedza, samokształcenie, znajomość zasad kształcenia i wychowania, umiejętności pedagogiczne, zdolności, doświadczenie, rzeczowość i refleksyjność to cechy kompetentnego nauczyciela. Doskonalone są one pod wpływem dynamicznie przebiegających zmian procesu edukacyjnego, nakierowanego na twórczy rozwój uczniów i permanentne doskonalenie kompetencji. Tym bardziej, że we współczesnej szkole kreatywność i kompetencje społeczne nie zawsze są kształtowane w wystarczający sposób (Staszak, 2003).

Wiedza i umiejętności studentów kształcących się na specjalności nauczycielskiej są poszerzane w oparciu o innowacyjne metody pracy stosowane w prawidłowym przebiegu procesu edukacyjnego. Istotne jest tu również doskonalenie kompetencji otwartych, zintegrowanych i twórczych, które powinny charakteryzować nauczyciela – ‘przewodnika i tłumacza’ dobrze radzącego sobie we współczesnym świecie i właściwie kształtującego kompetencje swoich uczniów (Kwieciński, 2000; Sierecka i Pindor, 2012). Należy przy tym pamiętać, że zakres kompetencji zmienia się wraz z rozwojem i zmianami osobowości człowieka, jak również nabywaniem nowych umiejętności, doświadczeń i profesjonalizmu. Zgodnie z dokumentem Komisji Europejskiej poświęconym kompetencjom (Eurydice, 2002) najważniejszymi umiejętnościami współczesnego nauczyciela w odniesieniu do wiedzy, innych ludzi i ogółu społeczeństwa są: permanentne wzbogacanie swojej wiedzy, rozwój osobisty, współdziałanie w grupie, krytyczny odbiór informacji, praca w wielokulturowej szkole, wykorzystywanie nowych technologii, wyrabianie w uczniach potrzeby uczenia się przez całe życie (Sierecka i Pindor, 2012). Parlament Europejski i Rada Europejska sugerują zaś, by w procesie uczenia się przez całe życie dążono do powszechnej alfabetyzacji społeczeństwa oraz roz-

wijania kompetencji kluczowych przygotowujących do dorosłego życia zawodowego i naukowego w społeczeństwie opartym na wiedzy (Zalecenia parlamentu, 2006). Wśród ośmiu kompetencji kluczowych wymieniono kompetencje społeczne definiowane jako osobowe, interpersonalne, międzykulturowe, odnoszące się do konstruktywnego uczestnictwa w różnorodnych relacjach społecznych i interakcjach tożsamości kulturowych (Kubiczek, 2012).

Kompetencje a kwalifikacje, podział kompetencji, kompetencje zawodowe nauczyciela

Kompetencje to oficjalny efekt oceny określonego organu, który stwierdza osiągnięcie konkretnych zgodnych ze standardami efektów uczenia się u danej osoby. Z kolei kompetencje to poparta dowodami zdolność posługiwania się wiedzą, umiejętnościami osobistymi i społecznymi lub metodologicznymi sprawnościami eksponowanymi w pracy lub podczas nauki (Sławiński i wsp., 2011; Potyrała, 2011b). Kompetencje to również zakres wiedzy, umiejętności i odpowiedzialności w obszarze przygotowania do wykonywania określonego zawodu oraz w momencie realizacji danego zadania (Goźlińska i Szlosek, 1997), a także predyspozycji i zdolności, z których człowiek zdaje sobie sprawę w chwili ich demonstrowania w sytuacjach społecznych adekwatnie do oczekiwań odbiorców i w oparciu o określone standardy (Strykowski i wsp., 2003).

Istnieje wiele sposobów klasyfikowania kompetencji. Rostowski (2002) proponuje podzielenie ich na 8 kategorii:

- związane z wiedzą – przygotowanie do realizacji określonych zadań i działań zawodowych;
- związane z uzdolnieniami – wykorzystywanie potencjału do dalszego rozwoju i nabywania kolejnych kompetencji;

- związane z umiejętnościami i zdolnościami – pomysłne realizowanie zadań w oparciu o wykorzystywanie posiadanych kompetencji interpersonalnych, organizacyjnych, komunikacyjnych;
- związane z osobowością – społeczne umiejętności wpływające na efektywną realizację celów podczas kontaktów międzyludzkich;
- związane z zainteresowaniami – efektywne głównie wtedy, gdy dotyczą zadań zawodowych zgodnych z osobistymi zainteresowaniami;
- związane z zasadami i wartościami – odnoszące się do motywacji działania w podejmowaniu ról społecznych i zawodowych oraz dokonywaniu wyborów;
- związane ze stylami działania – określające planowanie, organizację, wizualizację działań prowadzących do osiągnięcia założonego celu;
- fizyczne – związane z umiejętnościami dotyczącymi zdolności fizycznych, umysłowych i psychofizycznych na stanowisku pracy.

Filipowicz (2004) dzieli kompetencje na:

- osobiste – związane z jakością indywidualnej realizacji zadań, np. kreatywność, zarządzanie czasem, samodzielność, analityczne myślenie, otwartość na zmiany;
- społeczne – decydujące o efektywności współpracy z innymi ludźmi, np. autoprezentacja, komunikatywność, kultura osobista, umiejętność negocjowania i dzielenia się swoją wiedzą;
- menedżerskie – odnoszące się do organizacji i sprawnego zarządzania pracą, np. motywowanie, planowanie, rozwiązywanie problemów, ocena i budowanie zespołów;
- specjalistyczno-techniczne – związane z realizacją zadań odnoszących się do konkretnych obszarów wiedzy i umiejętności, np. pozyskiwanie informa-

cji, prowadzenie wykładów, analiza danych, poruszanie się w środowisku międzykulturowym.

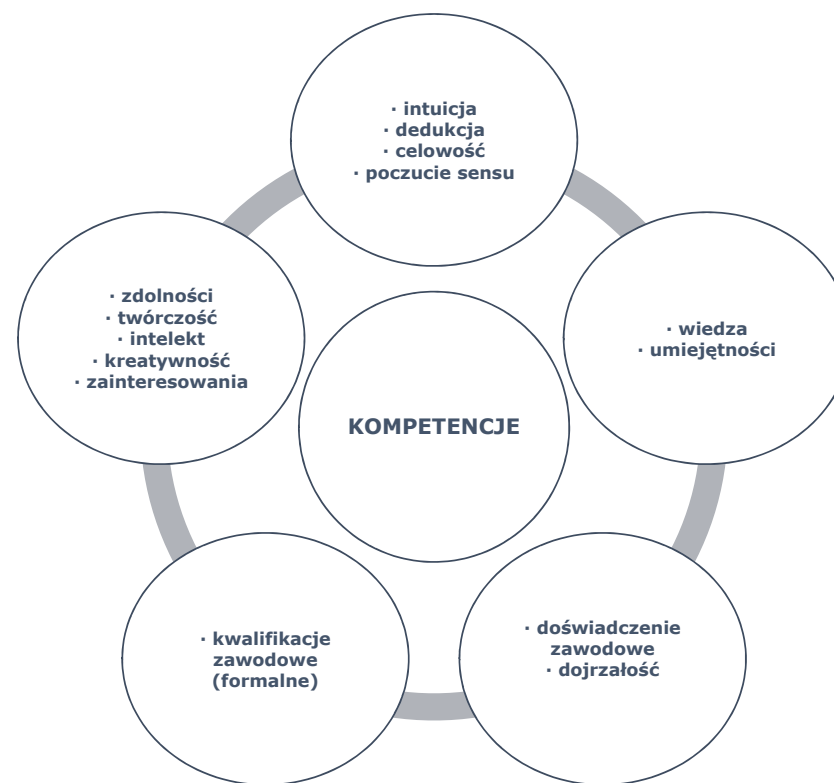
Zdaniem Strykowskiego (2003) kompetencje można podzielić na trzy grupy:

- kompetencje merytoryczne – wiedza i umiejętności, dzięki którym nauczyciel jest w stanie w sposób efektywny przekazywać uczniom materiał nauczania, jak również zainteresować ich przedmiotem;
- kompetencje dydaktyczno-metodyczne – wiedza o funkcjonowaniu mózgu, typologii uczniów, sposobach uczenia się, a także umiejętność posługiwania się różnorodnymi metodami nauczania;

- kompetencje wychowawcze – wiedza i umiejętności dotyczące rozpoznawania zachowań charakterystycznych dla danej grupy wiekowej uczniów, rozwiązywania ich problemów oraz wykształcania w nich określonych postaw i zasad komunikacji.

Kwaśnica (2003) dzieli kompetencje na 2 grupy:

- kompetencje praktyczno-moralne: interpretacyjne (zdolność rozumienia świata), moralne (zdolność do refleksji), komunikacyjne (zdolność do dialogu).
- kompetencje techniczne: postulacyjne (utożsamianie się z określonymi celami), metodyczne, realiza-

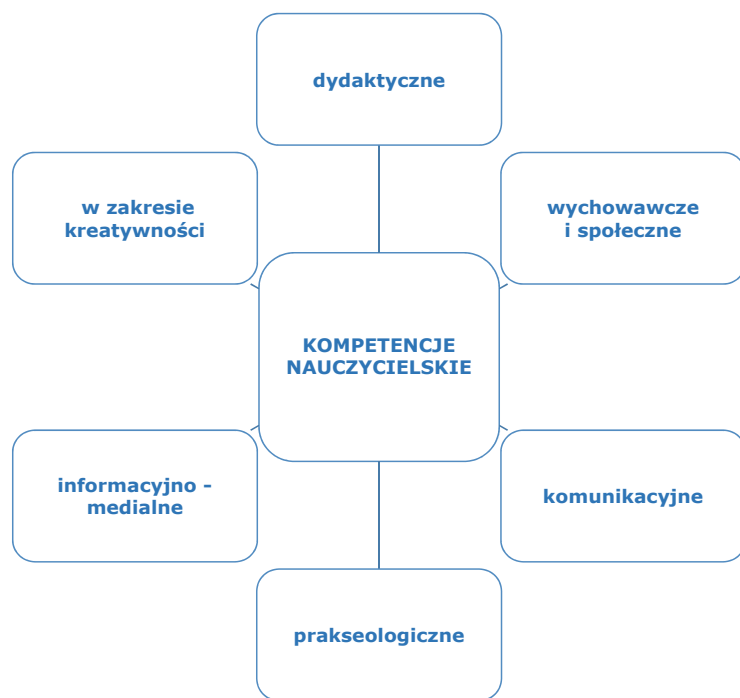


Schemat 1. Istota kompetencji nauczyciela

Źródło: Lorek, 2011.

cyjne (realizacja celów przy pomocy odpowiednio dobranych środków).

Kompetencje społeczne rozwijane są w wyniku angażowania się człowieka w różnorodne sytuacje i działania społeczne. W ich skład wchodzi umiejętności obejmujące: prawidłową ocenę sytuacji społecznych, właściwe postrzeganie intencji innych, empatię, podejmowanie kontaktów interpersonalnych, komunikowanie zapobiegające sytuacjom konfliktowym oraz autoprezentację. Komitet Nauk Pedagogicznych PAN w 1997 roku ustanowił zbiór standardów kompetencji zawodowych zebranych w sześć kategorii. Są to kompetencje: prakseologiczne, komunikacyjne, współdziałania, kreatywne, informatyczne, moralne (Dymek-Balcerek, 2001).



Schemat 2. Wykaz niezbędnych kompetencji nauczycielskich

Źródło: Potyrała, 2011a.

Istotę kompetencji nauczyciela obrazują schematy 1 i 2. Zakres tych kompetencji opiera się na założeniu, że do najważniejszych zadań nauczyciela w sferze wspomagania rozwoju ucznia są działania dydaktyczno-wychowawcze i pedagogiczne, np. organizacja i kierowanie samodzielną pracą uczniów, rozwijanie zdolności i aktywności uczniów, sprawdzanie osiągnięć uczniów, transmitowanie swojej wiedzy i doświadczeń w stronę uczniów, rozwijanie sfery emocjonalnej i intelektualnej uczniów, przygotowanie się poszczególnych jednostek lekcyjnych, posługiwanie się nowoczesną technologią, dążenie do wypracowywania efektywnych sposobów realizacji celów edukacyjnych, świadomość konieczności edukacji permanentnej (Raport, 2013).

Cele badań

Celem badań była analiza programów kształcenia na kierunkach nauczycielskich pod kątem zakresu kompetencji społecznych, którymi powinien operować student po ukończeniu studiów, oraz określenie zakresu i rodzaju kompetencji społecznych studentów kierunków nauczycielskich w oparciu o ich samoocenę.

Założenia metodologiczne badań

Do opracowania hipotez, metod i narzędzi badawczych wykorzystano wskazówki metodologiczne Babiego (2007).

Problem badawczy: Jaki jest zakres społecznych kompetencji studentów kierunków nauczycielskich?

Hipoteza badawcza: Studenci kierunków nauczycielskich posiadają szeroki zakres kompetencji społecznych niezbędnych do wykonywania zawodu nauczyciela.

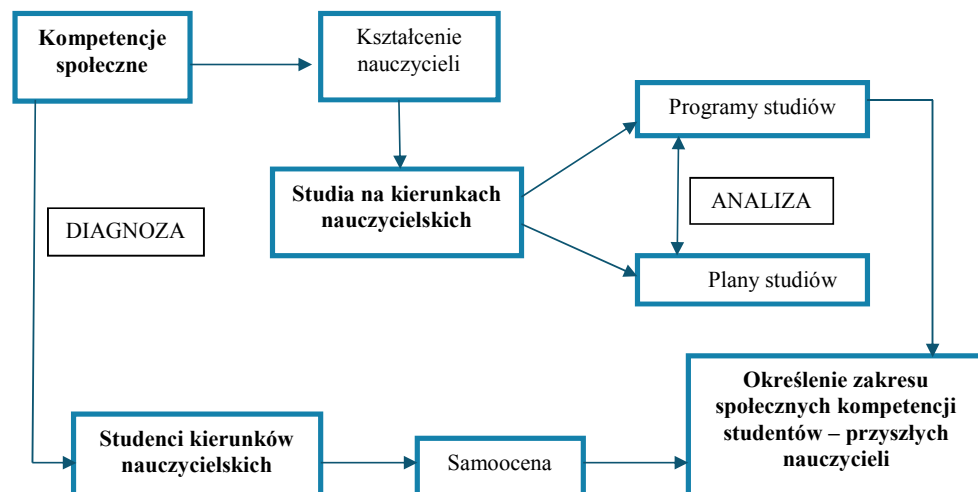
Metody badawcze: analiza dokumentów, sondaż diagnostyczny

Narzędzia badawcze: autorski przewodnik do analizy dokumentów, kwestionariusz arkusza samooceny studentów.

Koncepcja badawcza

Zagadnienie kompetencji społecznych studentów kierunków nauczycielskich Uniwersytetu Pedagogicznego im. KEN w Krakowie analizowano w odniesieniu do treści programów i planów studiów. Zajęto się też analizą samooceny studentów pod kątem ich kompetencji. Koncepcję badawczą zaprezentowano na schemacie 1.

Koncepcję badawczą uzasadnia fakt, że analiza przygotowania studentów do wykonywania zawodu nauczyciela wymaga ustalenia, czy programy studiów



Schemat 1. Koncepcja badawcza

Źródło: oprac. własne.

zawierają wszystkie niezbędne kompetencje społeczne. Istotny element projektu stanowiło poznanie opinii studentów – przyszłych nauczycieli na temat tego, czy czują się przygotowani do wykonywania zawodu w zakresie korzystania z nabytych w toku studiów kompetencji społecznych. Badanie samooceny przeprowadzono wśród studentów specjalności nauczycielskich na kierunkach z zakresu nauk humanistycznych, społecznych, ścisłych, przyrodniczych i technicznych.

Arkusz samooceny skonstruowano w oparciu o wytyczne Filipowicza (2002), który zaleca, by pomiaru zakresu kompetencji dokonywać z zastosowaniem pięciostopniowej skali w odniesieniu do każdej kompetencji: 1) brak danej kompetencji, 2) podstawowe przyswojenie danej kompetencji, 3) przyswojenie danej kompetencji w stopniu dobrym, 4) przyswojenie danej kompetencji w stopniu bardzo dobrym, 5) doskonałe przyswojenie danej kompetencji.

Wyniki

Analiza programów studiów pod kątem kompetencji społecznych

Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 2 listopada 2011 roku w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego określa efekty kształcenia ogólnoakademickiego i praktycznego w obszarze nauk humanistycznych, społecznych, ścisłych, przyrodniczych, technicznych prowadzących między innymi do nabycia kompetencji nauczycielskich. Istotną rolę odgrywają tu kompetencje (Rozporządzenie, 2011).

W tabeli 1 przedstawiono wykaz kompetencji społecznych, które powinni posiadać absolwenci kierunków nauczycielskich Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie.

Analiza wyników arkusza samooceny

Arkusz samooceny wypełniło 122 studentów, z czego 82 stanowiło grupę I, a 30 grupę II. Do grupy I włączono studentów rozpoczynających kształcenie na specjalnościach nauczycielskich, natomiast do grupy II studentów kończących studia II stopnia w roku akademickim 2015/2016.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki pomiaru poszczególnych kompetencji, dokonano dla grupy I i II studentów z zastosowaniem pięciostopniowej skali:

- 1) brak danej kompetencji,
- 2) podstawowe przyswojenie danej kompetencji,
- 3) przyswojenie danej kompetencji w stopniu dobrym,
- 4) przyswojenie danej kompetencji w stopniu bardzo dobrym,
- 5) doskonałe przyswojenie danej kompetencji.

Kompetencje zawarte w tabeli 2 dobrano drogą analizy literatury przedmiotu – uwzględniono te kompetencje, które najczęściej pojawiały się w literaturze. Są one skorelowane z kompetencjami wymienionymi w tabeli 1 i stanowią ich uszczegółowienie/sprecyzowanie lub najbardziej istotny aspekt danej kompetencji (często bardzo szeroko pojętej). Respondenci, zarówno z grupy I, jak i II dokonali samooceny swoich kompetencji na zróżnicowanym poziomie. Można zauważyć, że respondenci grupy I oceniali się na poziomie od 1 do 5, natomiast grupy II od poziomu 2 do poziomu 5.

Porównanie samooceny studentów grupy I i II w zakresie przyswojenia danej kompetencji w stopniu bardzo dobrym i doskonałym przedstawiono na wykresie 1.

Studenci z grupy II ocenili swoje kompetencje wyżej niż ci z grupy I w zakresie: słuchania i korzystania z poglądów innych ludzi (odpowiednio: 87% i 74%), organizowania i oceniania własnej pracy (odpowiednio: 87% i 66%), komunikatywności (odpowiednio: 80% i 68%), współpracy w zespołach (odpowiednio: 73% i 66%),

Wspólne dla każdej dziedziny nauki	• potrzeba edukacji permanentnej • inspirowanie i organizowanie procesu uczenia się • współdziałanie w (wielokulturowej) grupie w różnych rolach • określanie priorytetów służących realizacji określonych zadań • rozstrzyganie dylematów związanych z wykonywaniem zawodu nauczyciela • myślenie i działanie w sposób przedsiębiorczy • interdyscyplinarne doskonalenie nabytej wiedzy i umiejętności • respektowanie norm etyki zawodowej • prezentowanie i uzasadnianie słuszności swoich poglądów naukowych
Nauki humanistyczne	• poczucie odpowiedzialności za dziedzictwo kulturowe regionu, kraju i Europy • uczestnictwo w życiu kulturalnym z wykorzystaniem różnych mediów i form komunikacji społecznej • zainteresowanie bieżącymi wydarzeniami kulturalnymi i artystycznymi • świadomość niezależności myślenia i korzyści płynących z życia w społeczeństwie • tolerancyjność i umiejętność życia w społeczeństwie zglobalizowanym i wielokulturowym • kształtowanie tożsamości narodowej i lokalnej • świadomość estetyki wypowiedzi i dyskusji jako podstawy intelektualnych poszukiwań
Nauki społeczne	• przygotowanie projektów społecznych (politycznych, gospodarczych, obywatelskich), • uwzględnianie aspektów prawnych, ekonomicznych i politycznych w realizacji projektów • przewidywanie wielokierunkowych skutków społecznych swoich działań
Nauki ścisłe	• studiowanie czasopism naukowych i popularnonaukowych • rozumienie społecznych aspektów praktycznego stosowania wiedzy • poczucie odpowiedzialności za podejmowane badania, eksperymentów i obserwacji • praca nad projektami o długofalowym charakterze • rozumienie znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach naukowych • popularyzowanie wybranych osiągnięć matematyki wyższej • kreatywne i logiczne myślenie, rzeczowe argumentowanie • dociekliwość w dochodzeniu prawdy naukowej
Nauki przyrodnicze	• systematyczne studiowanie uznanych źródeł informacji naukowej w celu pogłębiania wiedzy • odpowiedzialność za bezpieczeństwo pracy oraz powierzony sprzęt badawczy • znajomość norm postępowania podczas zagrożeń wynikających ze stosowania technik badawczych • zachowanie obiektywizmu i krytycznego wnioskowania podczas oceny wyników badań
Nauki techniczne	• rozumienie pozatechnicznych aspektów działalności inżynierskiej • świadomość wpływu działalności inżynierskiej na środowisko • popularyzowanie wiedzy i różnorodnych opinii na temat osiągnięć techniki

Tabela 1. Wykaz kompetencji społecznych absolwentów kierunków nauczycielskich Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie

Źródło: oprac. własne; na podstawie programów studiów UP w Krakowie.

komunikacji werbalnej (odpowiednio: 73% i 52%), budowania autorytetu (odpowiednio: 67% i 55%), świadomości etycznego wymiaru diagnozowania i oceniania uczniów (odpowiednio: 67% i 46%), gotowości do podejmowania indywidualnych i zespołowych działań na rzecz podnoszenia, jakości pracy szkoły (odpowiednio: 67% i 39%), zmysłu przedsiębiorczości (odpowiednio: 60% i 40%) oraz potrzeby ciągłego dokształcania się zawodowego i rozwoju osobistego (odpowiednio: 60% i 38%). Może wynikać to z faktu, że respondenci z grupy II kończą studia nauczycielskie, na których przez kilka lat mieli możliwość sukcesywnego nabywania i doskonalenia kolejnych kompetencji społecznych w interakcji ze sobą, dydaktykami przedmiotowymi oraz środowiskiem szkolnym podczas zawodowych praktyk pedagogicznych z: uczniami, nauczycielami, dyrektorami, pedagogami szkolnymi, pracownikami administracyjnymi szkół. Wyżej wymienione kompetencje najsprawniej są kształtowane w procesie socjalizacji – w sytuacjach, gdy student musi poradzić sobie w trudnej/nowej sytuacji społecznej i konkretnych relacjach międzyludzkich na terenie szkoły, jak również w porozumieniu z pozostałymi studentami np. podczas planowania i realizowania procesu dydaktyczno-wychowawczego na kolejnych jednostkach lekcyjnych w okresie praktyki zawodowej. Studenci grupy I, którzy dopiero rozpoczęli kształcenie na specjalnościach nauczycielskich, nie mieli jeszcze okazji na podjęcie aktywności rozwijających ten zakres kompetencji.

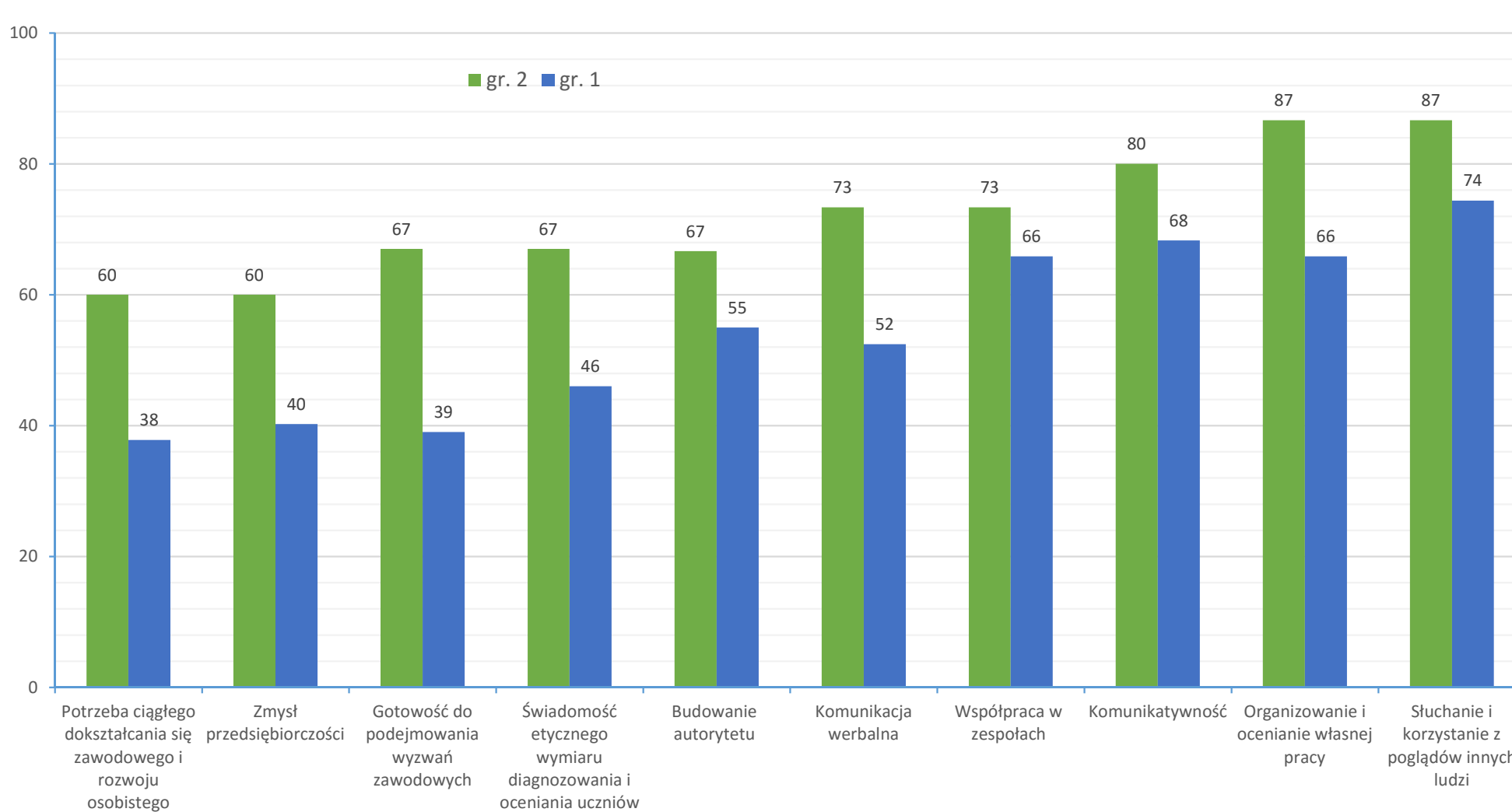
Ciąg dalszy zestawienia samooceny studentów grupy I i II w zakresie przyswojenia danej kompetencji w stopniu bardzo dobrym i doskonałym przedstawiono na wykresie 2.

Respondenci z grupy I ocenili swoje kompetencje wyżej niż ci z grupy II w zakresie: poziomu asertywności (odpowiednio: 72% i 60%), podejmowania odpowiedzialności (odpowiednio: 68% i 53%), posługiwania

Kompetencje społeczne	1) brak danej kompetencji		2) podstawowe przyswojenie danej kompetencji		3) przyswojenie danej kompetencji w stopniu dobrym		4) przyswojenie danej kompetencji w stopniu bardzo dobrym		5) doskonałe przyswojenie danej kompetencji	
	Gr.1	Gr.2	Gr.1	Gr.2	Gr.1	Gr.2	Gr.1	Gr.2	Gr.1	Gr.2
Dynamizm działania	5	0	21	0	24	53	33	40	17	7
Komunikatywność	5	0	10	7	17	13	41	60	27	20
Elastyczność	5	0	13	7	23	40	44	27	15	27
Inicjatywa	7	0	13	20	18	27	39	40	22	13
Współpraca w zespołach	7	0	13	7	13	20	39	27	27	47
Zarządzanie czasem	4	0	16	13	27	47	35	33	18	7
Umiejętność korzystnej autoprezentacji	6	0	16	7	22	53	43	27	13	13
Budowanie autorytetu	6	0	11	13	28	20	40	50	15	17
Poziom empatii	6	0	7	0	23	40	49	47	15	13
Poziom asertywności	7	0	5	13	16	27	35	27	37	33
Komunikacja werbalna	5	0	10	0	33	27	34	60	18	13
Komunikacja niewerbalna	6	0	9	0	18	33	48	53	20	13
Posługiwanie się nowoczesnymi środkami informacji i komunikacji	5	0	9	0	22	60	46	27	18	13
Rozwiązywanie problemów	2	0	13	13	20	20	29	40	35	27
Korzystanie z różnych źródeł informacji	5	0	10	0	18	47	46	33	21	20
Słuchanie i korzystanie z poglądów innych ludzi	9	0	5	0	12	13	44	40	30	47
Podejmowanie odpowiedzialności	5	0	10	13	17	33	34	27	34	27
Organizowanie i ocenianie własnej pracy	6	0	6	7	22	7	37	47	29	40
Radzenie sobie z niepewnością i złożonością	4	0	11	0	30	60	40	33	15	7
Zmysł przedsiębiorczości	4	0	17	20	39	20	29	53	11	7
Operowanie informacjami i efektywne posługiwanie się technologią informacyjną	1	0	13	33	18	7	46	33	21	27
Współpraca z osobami ze środowiska lokalnego i z rodzicami	0	0	13	13	34	33	30	27	22	27
Dostrzeganie i rozwiązywanie problemów	4	7	16	13	23	47	38	20	20	13
Umiejętność wykształcenia w uczniach postawy obywatelskiej i społecznej	1	7	15	13	35	47	33	13	16	20
Motywacja do nauki, nie tylko formalnej objętej obowiązkiem szkolnym	1	0	10	7	29	40	44	40	16	13
Krytyczne przetwarzanie informacji	13	0	12	33	27	20	34	27	13	20
Posługiwanie się komputerem i korzystaniem z wszelkich urządzeń cyfrowych	2	0	13	20	26	60	40	7	18	13
Twórczość i innowacyjność	2	0	11	27	37	53	29	20	21	0
Przedsiębiorczość	1	0	9	13	21	20	29	13	40	53
Potrzeba ciągłego doskonalenia się zawodowego i rozwoju osobistego	6	0	20	7	37	33	22	47	16	13
Gotowość do podejmowania wyzwań zawodowych	7	0	24	7	29	27	18	27	21	40
Świadomość etycznego wymiaru diagnozowania i oceniania uczniów	11	0	18	0	24	33	18	30	28	37
Odpowiedzialne przygotowanie się do swojej pracy, projektowania i wykonywania działania pedagogicznego	7	0	11	0	10	33	37	47	35	20
Gotowość do podejmowania indywidualnych i zespołowych działań na rzecz podnoszenia, jakości pracy szkoły	11	0	26	20	24	13	21	47	18	20

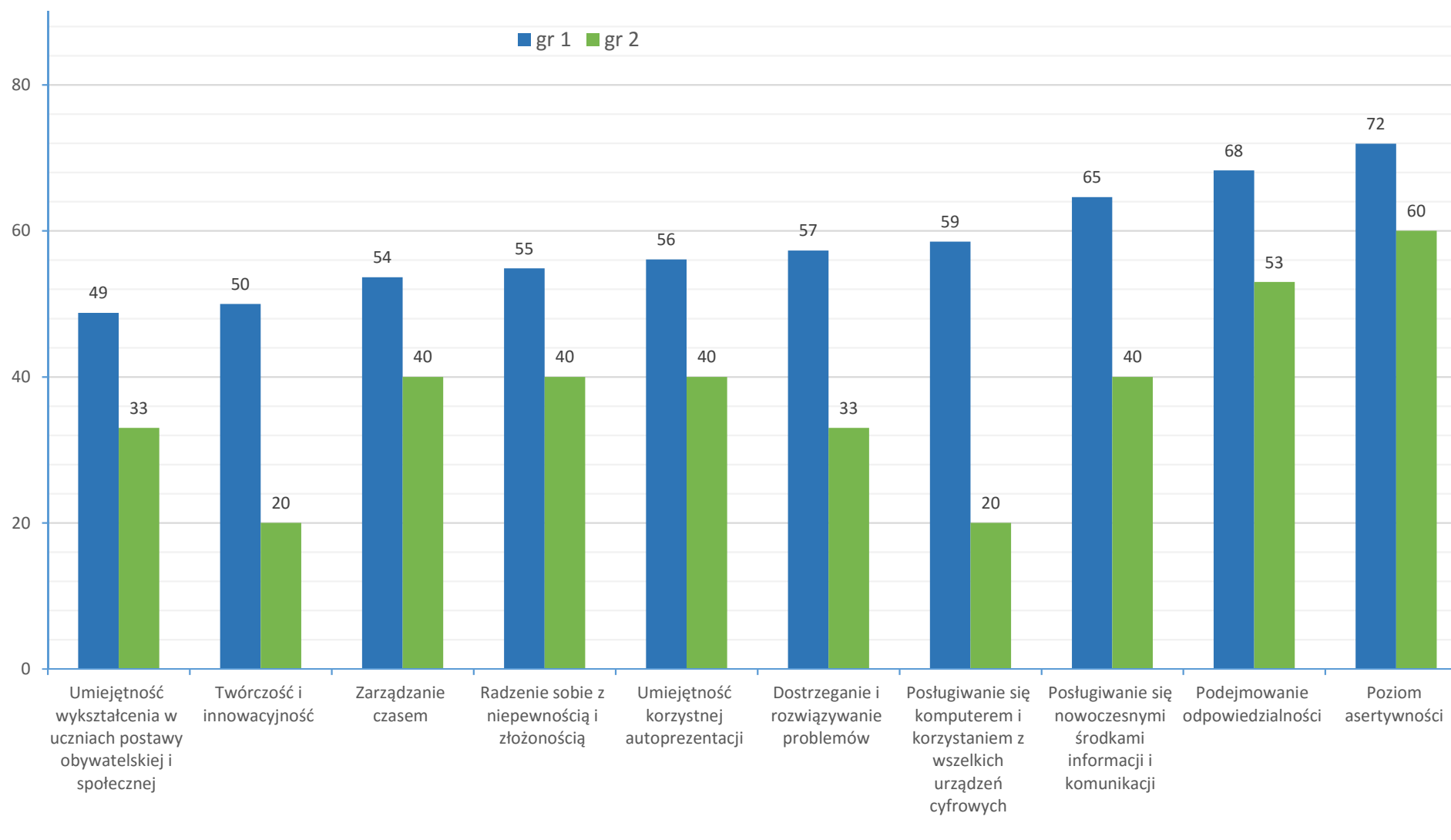
Tabela 2. Wyniki samooceny studentów kierunków nauczycielskich Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie grupy I i II na temat poziomu ich kompetencji społecznych [%]

Źródło: oprac. własne.



Wykres 1. Samoocena studentów grupy I i II w zakresie przyswojenia kompetencji społecznych w stopniu bardzo dobrym i doskonałym – część 1, [%]

Źródło: oprac. własne.



Wykres 4. Samoocena studentów grupy I i II w zakresie przyswojenia kompetencji społecznych w stopniu bardzo dobrym i doskonałym – część 2, [%]

Źródło: oprac. własne.

się nowoczesnymi środkami informacji i komunikacji (odpowiednio: 65% i 40%), posługiwania się komputerem i korzystanie z wszelkich urządzeń cyfrowych (odpowiednio: 59% i 20%), dostrzegania i rozwiązywania problemów (odpowiednio: 57% i 33%), umiejętności korzystnej autoprezentacji (odpowiednio: 56% i 40%), radzenia sobie z niepewnością i złożonością (odpowiednio: 55% i 40%), zarządzania czasem (odpowiednio: 54% i 40%), twórczości i innowacyjności (odpowiednio: 50% i 20%) oraz umiejętności wykształcenia w uczniach postawy obywatelskiej i społecznej (odpowiednio: 49% i 33%), co jest bardzo zaskakujące. Wysoka samoocena studentów w zakresie tych kompetencji może wynikać z przemian cywilizacyjnych i społeczno-kulturowych (globalizacja, postęp technologiczny, nowe media), które wywierają wpływ na rozwój i edukację młodych ludzi oraz nabywanie przez nich określonych kompetencji społecznych. Zatem możemy uznać, że I grupa to studenci o większym doświadczeniu początkowym, bardziej świadomi swoich kompetencji. W celu potwierdzenia tego wniosku, w kolejnym etapie projektu zamierza się przeprowadzić ponowne badanie respondentów z grupy I za pomocą tego samego narzędzia badawczego tuż przed zakończeniem przez nich studiów.

Wnioski

Ważnymi elementami kompetencji zawodowych absolwentów kierunków nauczycielskich są kompetencje społeczne, m.in. takie jak: potrzeba edukacji permanentnej, interdyscyplinarne wzbogacanie wiedzy i umiejętności, etyka zawodowa.

Wykazano, że wszystkie poddane analizie programy studiów specjalności nauczycielskich realizowanych na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie zawierają efekty kształcenia ogólnoakademickiego i praktycznego rekomendowane Rozporządzeniem Ministra

Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 2 listopada 2011 roku w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego.

Rozwój cywilizacyjny i fakt funkcjonowania w społeczeństwie informacyjnym są uwzględniane w programach kształcenia studentów – przyszłych nauczycieli. Kształcenie nauczycieli w zakresie kompetencji społecznych umożliwia absolwentom profesjonalną realizację swojej drogi zawodowej w oparciu o podejmowanie właściwych interakcji społecznych.

Uczestnicy badań kończący studia na specjalnościach nauczycielskich wysoko oceniają swoje kompetencje społeczne. Doskonalenie tych kompetencji możliwe było m.in. dzięki interakcjom z uczniami i nauczycielami podejmowanym podczas zajęć z dydaktyk przedmiotowych i praktyk zawodowych w szkołach.

Uczestnicy badań rozpoczynający kształcenie na specjalnościach nauczycielskich wysoko oceniają swoje kompetencje społeczne w zakresie posługiwania się nowoczesnymi środkami informacji i komunikacji, dostrzegania i rozwiązywania problemów, umiejętności korzystnej autoprezentacji, co jest następstwem transformacji cywilizacyjnych, społecznych i kulturowych rzutujących na nabywanie specyficznych kompetencji społecznych.

Literatura

- Babbie E (2007). *Badania społeczne w praktyce*. Warszawa: PWN.
- Dymek-Balcerek K (2001). Nauczyciel kompetentny, czyli jaki? W: *Kompetencje zawodowe nauczycieli a problemy reformy edukacyjnej*, Sałata E (red.), Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom.
- Eurydice (2002). *Key competencies. A developing concept in general compulsory education*. Brussels: Eurydice.
- Filipowicz G (2002). *Pracownik wyskalowany czyli metody i narzędzia pomiaru kompetencji*. Warszawa.
- Filipowicz G (2004). *Zarządzanie kompetencjami zawodowymi*. Warszawa: PWE.

- Goźlińska E Szlosek F (1997). *Podręczny słownik nauczyciela kształcenia zawodowego*. Radom: Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji.
- Kubiczek B (2012). *Projekt „Szkoła Demokracji – Szkoła Samorządności”. Kompetencje społeczne i obywatelskie uczniów i nauczycieli. Materiały dla uczestnika Konferencji. Sosnowieckie Centrum Edukacyjne „EDUKATOR”*, Sosnowiec.
- Kwaśnica R (2003). Wprowadzenie do myślenia o nauczycielu. W: *Pedagogika*, Kwieciński Z, Śliwerski B (red.), t. II. Warszawa: PWN.
- Kwieciński Z (2000). *Tropy – ślady – próby. Studia i szkice z pedagogii pogranicza*. Poznań-Olsztyn.
- Lorek K (2011). *Nauczyciel (zdolny) w przestrzeni współczesnej edukacji. Materiał pomocniczy dla studentów specjalizacji i specjalności nauczycielskich*. Kalisz: Wydział Pedagogiczno-Artystyczny w Kaliszu.
- Potyrała K (2011a). *Kreatywny nauczyciel. Wskazówki i rozwiązania: biologia i przyroda*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Federowicz M, Haman J, Herczyński J, Hernik K, Krawczyk-Radwan M, Malinowska K, Pawłowski M, Strawiński P, Walczak D, Wichrowski A (2013). *Czas pracy i warunki pracy w relacjach nauczycieli*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Potyrała K (2011b). Kształcenie nauczycieli przedmiotów przyrodniczych – kompetencje czy kwalifikacje? W: *Kompetencje czy kwalifikacje? Efekty kształcenia studentów kierunków przyrodniczych w kontekście Krajowych Ram Kwalifikacji i badań na różnych etapach edukacyjnych*, Potyrała K (red.). Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Rostowski T (2002). Kompetencje jako jakość zarządzania zasobami ludzkimi, W: *Jakość zasobów firmy. Kultura, kompetencje, konkurencyjność*, Sajkiewicz A (red.), Wydawnictwo Poltext, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 2 listopada 2011 roku w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego (Dz. U. 2011 Nr 253, poz. 1520).
- Sierecka A, Pindor K (2012). Kompetencje i kwalifikacje zawodowe nauczycieli akademickich. W: *Zeszyty Naukowe WSOŁW*, 3(165): 263-271.
- Sławiński S (red.), Dębowski H, Michałowicz H, Urbanik J (2011). *Słownik kluczowych pojęć związanych z krajowym systemem kwalifikacji*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Staszak B (2003). *Nauczyciel we współczesnym świecie*. W: *Kształcenie praktyczne nauczycieli w szkole wyższej*, Sałata E, Zamkowska A, Ośko S (red.). Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom-Ryki.
- Strykowski W (2003). Szkoła współczesna i zachodzące w niej procesy. W: *Kompetencje nauczyciela szkoły współczesnej*, Strykowski W, Strykowska J, Pielachowski J (red.), eMPI2, Poznań.
- Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (Dz. Urz. UE 2006/962/WE).

Analysis of students' social competences on teachers fields of studies

Renata Staško, Karolina Czerwiec

In the European Qualifications Framework competences are determined in categories of autonomy and responsibility. They indicate proven ability of using knowledge as well as social and personal skills in professional career or study (Potyrała, 2011). The subject of the research were competencies of students future-teachers. The research relied on analysis of the undergoing teacher training curricula linked to social competencies area which students should develop during their studies. The research were also attended by students whose task was to determine their level of teachers' competences in the social aspect. The main results were that teacher training curricula include all essential educational effects which are related to civilization transformations and that students highly appraised the level and field of their social competences.

Keywords: social competences, teacher, student, study programs

Opinia uczniów o nauczaniu biologii w gimnazjum

Alina Stankiewicz, Agnieszka Sołowiej

Streszczenie:

Kolejne reformy w polskiej szkole mają służyć zwiększeniu efektywności nauczania i uczenia się. Zmiany w szkołach powinny służyć uczniom. W referacie zostaną przedstawione wyniki badań ankietowych przeprowadzonych wśród gimnazjalistów. Celem badań było zebranie opinii uczniów na temat preferowanych przez nich metod nauczania, zainteresowania poszczególnymi działami biologii, a także określenie, jak uczniowie postrzegają eksperymenty odbywające się na lekcjach biologii. Starano się także określić, czy istnieją i na czym polegają różnice w opiniach o nauczaniu biologii w gimnazjum między dziewczętami i chłopcami oraz czy istnieją różnice w ocenie nauczania biologii między uczniami gimnazjów w Białymstoku a uczniami gimnazjów z mniejszych miast tj. Wasilków i Choroszczy.

Słowa kluczowe: uczniowie, nauczanie biologii, gimnazjum, sondaż diagnostyczny, kwestionariusz ankiety

otrzymano: 4.02.2016; przyjęto: 14.06.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr Alina Stankiewicz: Instytut Biologii, Wydział Biologiczno-Chemiczny, Uniwersytet w Białymstoku, salina@uwb.edu.pl



Agnieszka Sołowiej: Instytut Biologii, Wydział Biologiczno-Chemiczny, Uniwersytet w Białymstoku, salina@uwb.edu.pl

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

Wstęp

W kształceniu przyrodniczym największe znaczenie mają metody badawcze, takie jak eksperyment i obserwacje, modelowanie lub pomiar (Stawiński, 2006). Wykonywanie samodzielnie przez uczniów doświadczeń i obserwacji ułatwia przyswajanie wiadomości, sprzyja kształtowaniu i doskonaleniu umiejętności rozwiązywania problemów i rozumowania naukowego, przyczynia się do rozbudzenia zainteresowania uczniów przedmiotem. Najkorzystniejsza dla rozwoju poznawczego uczniów jest sytuacja, w której mają jak największy udział w planowaniu i przeprowadzaniu eksperymentów. Z obserwacji lekcji prowadzonych podczas praktyk studentów biologii w gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych wynika, że uczniowie rzadko wykonują eksperymenty i obserwacje. W części ma to swoje przyczyny w bardzo skromnym wyposażeniu pracowni biologicznych w sprzęt, przyrządy, szkło laboratoryjne i odczynniki chemiczne stanowiące niezbędne warunki do prowadzenia ćwiczeń laboratoryjnych przez uczniów. Na lekcjach biologii dominują metody podające tj. wykład lub opis. Rzadko stosuje się nauczanie problemowe czy laboratoryjne. Potwierdzeniem tych obserwacji są dane z *Raportu o Stanie Edukacji 2013* (2014). Stwierdzono w nim, że uczniowie podczas lekcji z przedmiotów przyrodniczych rzadko mieli możliwość samodzielnie lub w grupach przeprowadzać doświadczenia. Najczęściej byli obserwatorami eksperymentu przeprowadzanego przez nauczyciela. Od kilku lat można dostrzec obniżanie się poziomu osiągnięć uczniów z przedmiotów przyrodniczych mierzonych podczas egzaminów gimnazjalnego i maturalnego. Szczególnie niezadowolająco podczas egzaminów wypadają wyniki sprawdzanych umiejętności uczniów. Podczas rozwiązywania zadań egzaminu gimnazjalnego, mniej niż połowa uczniów potrafiła odróżnić próbę badawczą

od kontrolnej w opisanym i przedstawionym na rysunkach doświadczeniu, a tylko niewielka grupa uczniów (poziom wykonania zadania 14%) poradziła sobie z zaplanowaniem doświadczenia. Trudności sprawiło uczniom wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników doświadczenia (wg danych ze Sprawozdań z egzaminu gimnazjalnego 2013, 2014 i 2015 r. przygotowanych przez Centralną Komisję Egzaminacyjną). W konsekwencji obserwuje się obniżenie zainteresowania uczniów przedmiotami przyrodniczymi, w tym biologią. Już wcześniej dydaktycy biologii zwracali uwagę na istnienie powiązań między kierunkiem zainteresowań uczniów a treściami nauczania i organizacją procesu nauczania (Stawiński, 2006). Dlatego też ważne jest, by zapobiec obniżaniu się zainteresowań uczniów przedmiotami przyrodniczymi oraz podwyższyć wyniki egzaminów z tych przedmiotów.

Założenia badań

Uczniowie jako podmiot oddziaływań dydaktycznych i aktywni uczestnicy procesu nauczania mają znaczący wpływ na zwiększanie jego efektywności. Stąd w badaniach zaplanowano poznanie opinii uczniów o nauczaniu biologii w szkole, o pracy eksperymentalnej na lekcjach, o ich zainteresowaniach biologią i poszczególnymi dyscyplinami biologicznymi. Starano się określić, czy istnieją różnice w ocenie nauczania biologii w gimnazjum między dziewczętami i chłopcami, uczniami poszczególnych klas oraz pomiędzy uczniami z różnych gimnazjów. Aby uzyskać obiektywne i reprezentatywne opinie, zaplanowano udział w badaniach uczniów z gimnazjów miasta Białegostoku i z mniejszych miast w jego okolicach (Wasilkowa i Choroszczy), a także uczniów ze szkół państwowych i prywatnych. W badaniach zastosowano metodę sondażu diagnostycznego, narzędziem badawczym był kwestionariusz

ankiety skonstruowany zgodnie z założeniami Łobockiego (2009). Kwestionariusz składał się z trzech części:

- metryczki, która służyła zebraniu informacji o uczniu (płeć, klasa, szkoła),
- pytań na temat eksperymentów wykonywanych na lekcjach biologii, preferowanych metod i form nauczania – uczenia się biologii, środków dydaktycznych,
- pytań, dotyczących zainteresowań uczniów biologią i jej poszczególnymi dyscyplinami.

Wyniki i dyskusja

Badania przeprowadzono w roku szkolnym 2014/2015, uczestniczyli w nich uczniowie klas pierwszych, drugich i trzecich gimnazjum (tabela 1). Zebrano 424 ankiety, wszystkie zostały poddane analizie. Uczniowie klas I stanowili 36% ankietowanych, klas II – 37%, natomiast klas III – 28%. Wśród badanych gimnazjalistów dziewczęta stanowiły 52%, a chłopcy 48%.

Czy biologia jest dla uczniów gimnazjum interesującą nauką?

Jedno z pierwszych pytań w kwestionariuszu ankiety dotyczyło zainteresowania uczniów biologią. Najczęstszą odpowiedzią badanych było, że biologia jest „czasami” interesująca (ryc. 1). Taka odpowiedź może wskazywać na to, że zainteresowanie biologią uczniów jest uwarunkowane pewnymi czynnikami. Z pewnością zalicza się do nich dobór treści programowych w poszczególnych klasach. Największe zainteresowanie biologią deklarowali uczniowie klas drugich. Treści nauczania w tych klasach dotyczą anatomii i fizjologii człowieka, a zatem tematyki bliskiej uczniom w okresie dojrzewania, trafnie dobranej do ich potrzeb i wieku.

Anatomia i fizjologia człowieka jest dla uczniów bardziej interesująca niż zagadnienia z botaniki i zoologii (w klasie I) czy z ekologii i genetyki (w klasie III).

Nazwa szkoły	Liczba uczniów			Liczba badanych uczniów
	klasa I	klasa II	klasa III	
Publiczne Gimnazjum nr 2 im. 42 Pułku Piechoty w Białymstoku	40	45	28	113
Publiczne Gimnazjum nr 3 im. Izabeli Branickiej w Białymstoku	24	23	24	71
Prywatne Gimnazjum nr 6 w Białymstoku	13	14	11	38
Publiczne Gimnazjum nr 20 im. Synów Pułku w Białymstoku	25	17	17	59
Publiczne Gimnazjum im. Ks. Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Choroszczy	25	33	18	76
Publiczne Gimnazjum im. ks. Wacława Rabczyńskiego w Wasilkowie	24	23	20	67
Łącznie	151	155	118	424

Tabela 1. Szkoły i uczniowie biorący udział w badaniach

Źródło: oprac. własne.

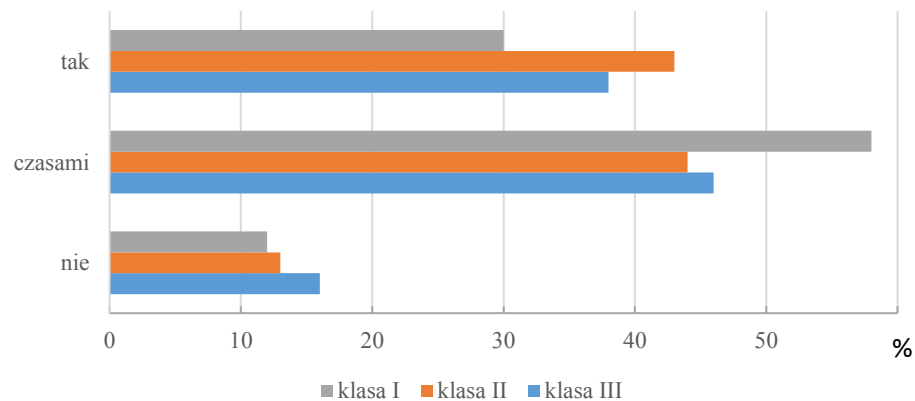
Poza tym wyniki wskazują na to, że zainteresowanie biologią jest większe wśród uczniów klas III w porównaniu z klasami I., (ryc. 1) Jednak biologia uważana jest za interesującą naukę przez mniej niż połowę badanych uczniów.

Uczniowie z białostockich gimnazjów nieznacznie przewyższają w zainteresowaniach biologią (ryc. 2) swoich kolegów z mniejszych miast (Wasilków, Choroszcz). Znaczące różnice w odpowiedzi na pytanie „Czy uważasz, że biologia jest interesującą nauką” dało się zauważyć pomiędzy uczniami gimnazjów państwowych i prywatnego (ryc. 3). Aż 50% badanych uczniów szkoły prywatnej odpowiedziało na to pytanie twierdząco, o 15 punktów procentowych więcej niż uczniowie z gimnazjów państwowych. Różnice te można wyjaśnić, tym, że w szkołach prywatnych przy mniejszej liczbie uczniów w klasach, łatwiej jest nauczycielowi poznać potrzeby i zainteresowania uczniów, zindywidualizować nauczanie.

W szkole prywatnej nauczyciel jest w stanie poświęcić więcej czasu pojedynczemu uczniowi, co może przyczynić się do lepszego zrozumienia istoty i celu eksperymentu, a co za tym idzie, większym zaangażowaniem

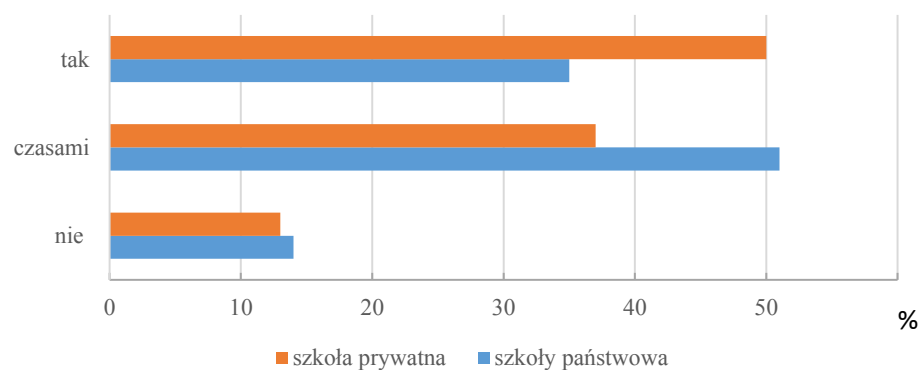
i zainteresowaniem uczniów biologią. Poza tym czas poświęcony pojedynczemu uczniowi pozwala na zaspokojenie potrzeby dialogu, co pozwala mu lepiej ocenić nauczany przedmiot (Bereźnicki, 2001). Przy większej liczbie uczniów w klasie, indywidualny kontakt nauczyciela z każdym uczniem jest znacznie rzadszy. Jednak uczniowie z obu typów gimnazjów nie różnią się pod względem liczby negatywnych ocen dotyczących biologii (ryc. 3).

W badaniach poszukiwano także odpowiedzi na pytanie, czy istnieją różnice między dziewczętami i chłopcami w poziomie zainteresowań biologią. Na podstawie uzyskanych wyników (ryc. 4) można stwierdzić, że dziewczęta nieznacznie częściej niż chłopcy zgadzały się z stwierdzeniem, że „biologia jest interesującą nauką”. Jednak dominującą odpowiedzią wśród dziewcząt i chłopców stanowiła odpowiedź „czasami”. Nie stwierdzono różnic między dziewczętami a chłopcami w wyborze biologii jako ulubionego przedmiotu w szkole, mimo że istnieją między nimi niewielkie różnice dotyczące zainteresowania biologią. Potwierdzają to także badania innych autorów (Löwe i Stawiński, 1995). Dziewczęta różniły się także w porównaniu



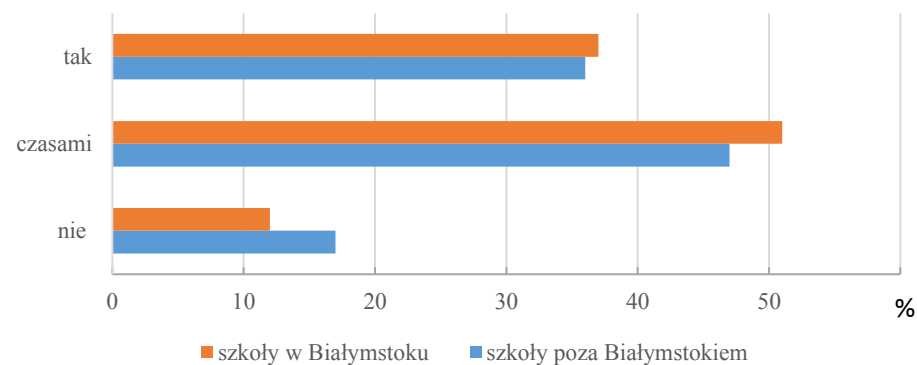
Ryc. 1. Procentowy udział odpowiedzi uczniów klas I, II i III na pytanie: „Czy uważasz, że biologia jest interesującą nauką?”

Źródło: oprac. własne.



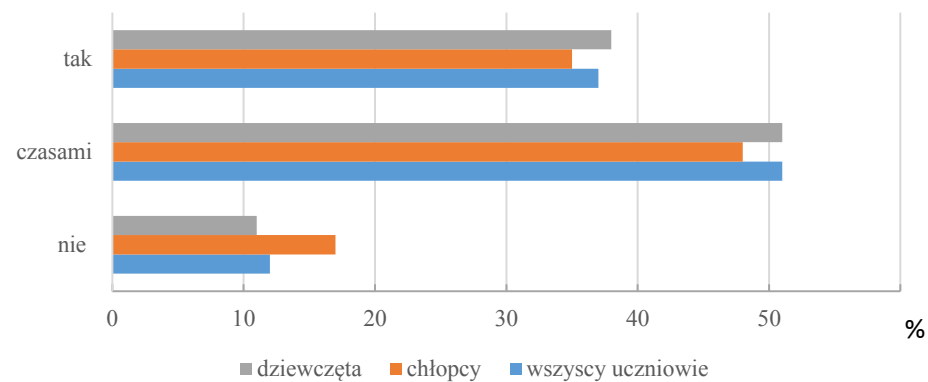
Ryc. 3. Procentowy udział odpowiedzi uczniów ze szkół prywatnych i państwowych na pytanie: „Czy uważasz, że biologia jest interesującą nauką?”

Źródło: oprac. własne.



Ryc. 2. Procentowy udział odpowiedzi uczniów ze szkół w Białymstoku oraz spoza Białegostoku na pytanie: „Czy uważasz, że biologia jest interesującą nauką?”

Źródło: oprac. własne.



Ryc. 4. Procentowy udział odpowiedzi wszystkich uczniów oraz dziewcząt i chłopców na pytanie: „Czy uważasz, że biologia jest interesującą nauką?”

Źródło: oprac. własne.

Dział biologii	Odpowiedzi pozytywne	Odpowiedzi neutralne	Odpowiedzi negatywne	Brak odpowiedzi
cytologia	20%	37%	42%	2%
botanika	33%	34%	32%	2%
zoologia bezkręgowców	30%	37%	31%	2%
zoologia kręgowców	47%	32%	20%	2%
systematyka	32%	38%	27%	2%
ekologia	38%	35%	25%	2%
anatomia i fizjologia człowieka	61%	22%	16%	2%
genetyka i ewolucjonizm	45%	33%	19%	3%
ochrona środowiska	40%	33%	25%	3%

Tabela 2. Odpowiedzi uczniów na pytanie:

„W jakim stopniu poszczególne działy biologii wydają Ci się ciekawe?”

Źródło: oprac. własne.

z chłopcami w ocenie wykonywanych eksperymentów na lekcjach.

Kolejnym zagadnieniem, na którym skoncentrowano się w badaniach było ustalenie, które działy biologii są dla uczniów najbardziej interesujące. Odpowiadając na to pytanie uczniowie wybierali jedną z pięciu odpowiedzi: bardzo lubię, lubię (które uznano za odpowiedzi pozytywne), obojętnie, a także nie lubię i bardzo nie lubię (które uznano za odpowiedzi negatywne). Ankietowani uczniowie najbardziej zainteresowani byli anatomią i fizjologią człowieka (tabela 2). W dalszej kolejności zoologią kręgowców, genetyką i ochroną środowiska.

Wszystkie działy biologii, z wyjątkiem anatomii i fizjologii człowieka, otrzymały porównywalną (od

32% do 38%) liczbę odpowiedzi neutralnych (obojętnie). Najmniej interesującym dla badanych gimnazjalistów działem biologii jest cytologia, a zaraz po niej botanika. Wyniki zawarte w tabeli 2, dotyczące zainteresowania uczniów poszczególnymi działami biologii, potwierdzają wyniki dotyczące zainteresowania gimnazjalistów biologią w ogóle (ryc. 1). Z odpowiedzi ankietowanych wywnioskować można, że działy takie jak botanika, zoologia bezkręgowców uznawane są przez nich mało ciekawe. Małe zainteresowanie botaniką (tabela 2) potwierdzają wyniki badań innych autorów (Obrębska, 2011; Stawiński, 2006; Sternicka, 1997). Zainteresowanie uczniów tym działem biologii nie zwiększa się w wyniku realizacji procesu nauczania w kolejnych latach nauki. Badania Suskiej-Wróbel (1999) nie potwierdziły wzrostu zainteresowań przedmiotem w miarę jego poznawania, gdyż spadła średnia wartość motywacji uczniów do uczenia się botaniki. Najczęściej pojawiającą się odpowiedzią na pytanie „W jakim stopniu poszczególne działy biologii wydają Ci się ciekawe” była odpowiedź „obojętnie”, co jest zbieżne z badaniami Suskiej-Wróbel (1999) wykazującymi, że wśród uczniów, którzy zrealizowali już dział dotyczący botaniki dominuje motywacja obojętna. Niski poziom zainteresowań biologią (poniżej 50% pozytywnych odpowiedzi, ryc. 1 i ryc. 4) może prowadzić do zmniejszenia skuteczności edukacji biologicznej (Obrębska, 2011). W planowaniu i prowadzeniu lekcji biologii nauczyciele powinni zwrócić szczególną uwagę na wskazane przez ankietowanych „nie lubiane działy biologii”. Wymagają one trafnego doboru celów, treści i metod nauczania, środków dydaktycznych do poziomu wiedzy wyjściowej oraz potrzeb i możliwości intelektualnych uczniów.

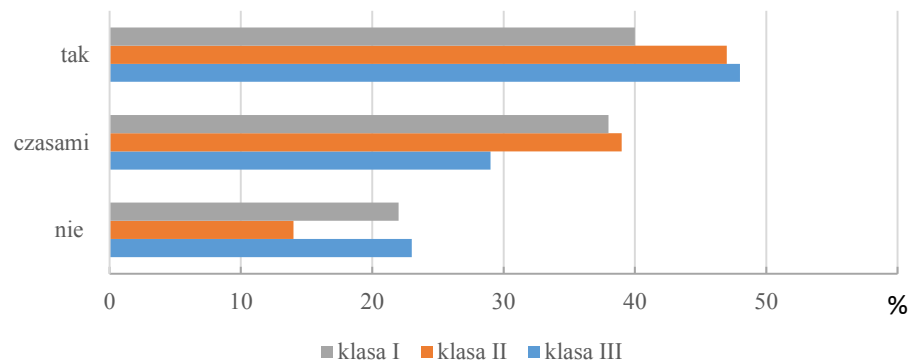
Jak uczniowie postrzegają nauczanie biologii w gimnazjum?

W badaniach starano się ustalić, czy zainteresowanie uczniów biologią ma związek z oceną lekcji biologii.

Wyniki wskazują na to, że lekcje biologii najbardziej lubią uczniowie klas trzecich, a najmniej uczniowie klas pierwszych (ryc. 5). Zatem, im krócej uczniowie uczą się biologii w gimnazjum, tym przedmiot jest mniej lubiany i mniej interesujący. Spośród wszystkich ankietowanych, dla uczniów klas drugich biologia jest najbardziej interesującym i lubianym przedmiotem. Prawie połowa badanych uczniów klas trzecich, biologię uważa za lubiany przedmiot. Negatywne oceny uczniów klas pierwszych (wybór odpowiedzi „nie lubię”) można wytłumaczyć tym, że klasa pierwsza jest okresem adaptacyjnym w gimnazjum, uczniowie po raz pierwszy stykają się z przedmiotowym nauczaniem przedmiotów przyrodniczych tj. biologia, chemia, fizyka lub geografia. Pierwsza klasa w gimnazjum to również czas konkretyzowania się zainteresowań uczniów. W okresie przeprowadzonych badań uczniowie poznawali zagadnienia z botaniki, które ocenili jako mało interesujące, co najprawdopodobniej miało wpływ na ocenę lekcji biologii w ogóle. W wyższych klasach spada udział odpowiedzi „czasami”, przy czym obserwuje się większy wzrost odpowiedzi „tak”. W klasach III aż 48% uczniów lubi lekcje biologii, przy 23% odpowiedziach negatywnych. W tym przypadku, dłuższy okres nauki biologii w gimnazjum zwiększył wśród uczniów pozytywny stosunek do lekcji biologii. Nie zauważa się silnego związku między zainteresowaniem poszczególnymi działami biologii a „lubieniem” przez uczniów lekcji biologii. Można przypuszczać, że na „lubienie” lekcji biologii mają wpływ inne czynniki, z pewnością duże znaczenie ma osobowość nauczyciela.

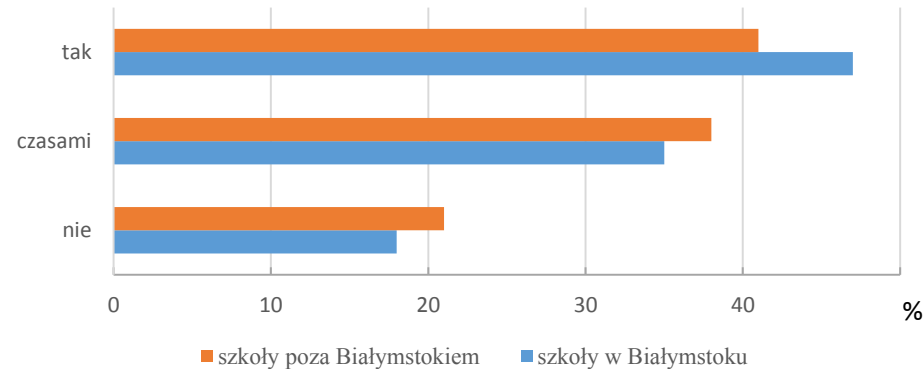
Otrzymane wyniki wskazują, że uczniowie ze szkół w Białymstoku bardziej lubią lekcje biologii niż ich koledzy spoza Białegostoku (ryc. 6).

Uczniowie z gimnazjów w Choroszcy i Wasilkowie mniej lubią lekcje biologii niż ich koledzy z Białegostoku, mimo że w ich szkołach na lekcjach biologii częś-



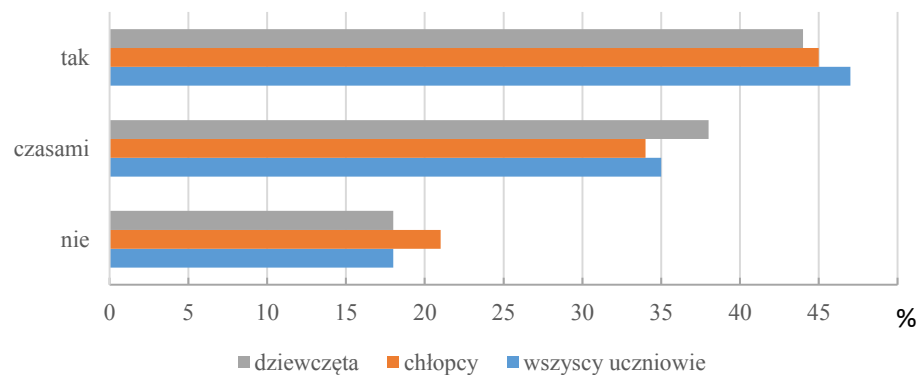
Ryc. 5. Procentowy udział odpowiedzi uczniów klas I, II i III na pytanie: „Czy lubisz lekcje biologii?”

Źródło: oprac. własne.



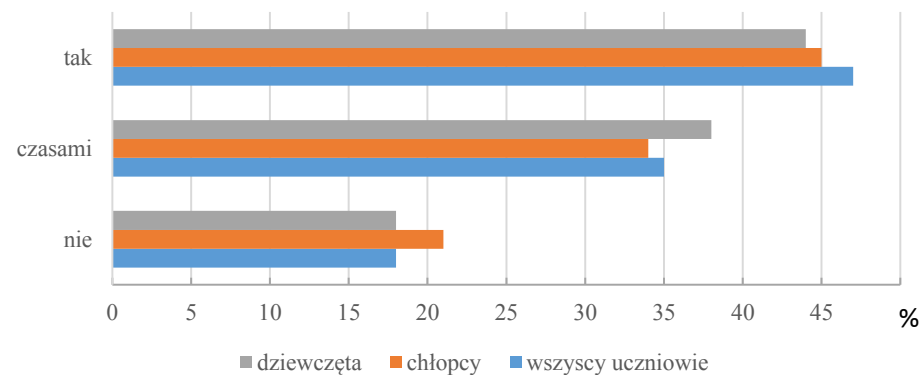
Ryc. 6. Procentowy udział odpowiedzi uczniów ze szkół w Białymstoku oraz spoza Białegostoku na pytanie: „Czy lubisz lekcje biologii?”

Źródło: oprac. własne.



Ryc. 7. Procentowy udział odpowiedzi ze szkół prywatnych i państwowych na pytanie: „Czy lubisz lekcje biologii?”

Źródło: oprac. własne.



Ryc. 8. Procentowy udział odpowiedzi wszystkich uczniów oraz dziewcząt i chłopców na pytanie: „Czy lubisz lekcje biologii?”

Źródło: oprac. własne.

ciej wykonywane są eksperymenty (ryc. 6). Wyniki te potwierdzają, iż zainteresowanie biologią i „lubienie” lekcji biologii przez uczniów jest zależne od wielu czynników, a nauczanie biologii w każdej ze szkół ma swoje wewnętrzne uwarunkowania.

Zaskakująca jest duża różnica (29 punktów procentowych) w ocenie lekcji biologii pomiędzy uczniami szkoły prywatnej a uczniami szkół państwowych (ryc. 7). Należy mieć na uwadze, że ze szkoły prywatnej w badaniach brało udział tylko trzydziścioro ośmiu uczniów, co stanowi 9% wszystkich ankietowanych. Zatem nie uprawnione jest uogólnianie tej tendencji na wszystkie szkoły prywatne. Wyniki wskazują, że co piąty badany uczeń spośród szkół państwowych zdecydowanie nie lubi lekcji biologii. W przypadku uczniów z prywatnego gimnazjum dostrzeżono zależność, że im większe zainteresowanie wśród uczniów biologią, tym większość z nich lubi lekcje biologii.

Nie dostrzeżono znaczących różnic pomiędzy dziewczętami i chłopcami w ich stosunku do lekcji biologii (ryc. 8).

Niecała połowa ankietowanych (47%), deklaruje, że lubi lekcje biologii, a tylko 18% zdecydowanie ich nie lubi. W dalszych pytaniach kwestionariusza, pytano ankietowanych o częstotliwość przeprowadzania eksperymentów na lekcjach biologii. Zaskakująco dużo aż 47% ankietowanych zaznaczyło odpowiedź „wcale”, a 19% „raz do roku”. Tylko 17% uczniów miało szansę uczestniczenia w wykonywaniu doświadczeń częściej niż raz w semestrze (ryc. 9). Warto przypomnieć, że zapisy w podstawie programowej dla przedmiotu biologia w gimnazjum (2008) rekomendują zaplanowanie i przeprowadzenie obowiązkowych obserwacji i doświadczeń w czasie nauki w biologii w gimnazjum. Wydaje się wręcz niewiarygodne, że w ciągu 3 lat nauki, na lekcjach biologii nie wykonano ani jednego eksperymentu. Można podejrzewać, że tak dużo negatywnych

odpowiedzi wynika z nieznajomości przez uczniów metodyki badawczej i brak świadomości tego, czym jest eksperyment. W ocenie częstotliwości wykonywanych eksperymentów na lekcji wystąpiły różnice pomiędzy odpowiedziami dziewcząt i chłopców; 20% chłopców deklaruje, że eksperymenty na lekcjach biologii odbywają się częściej niż raz w semestrze, takiej samej odpowiedzi udzieliło jedynie 13% dziewcząt (ryc. 9). Można przypuszczać, że dziewczęta są bardziej od chłopców krytyczne w ocenie. Opinie o częstości odbywania się eksperymentów na lekcjach biologii porównano także wśród uczniów z poszczególnych klas (ryc. 10).

Z odpowiedzi ankietowanych wywnioskować można, że w pierwszej i drugiej klasie gimnazjum odbywa się więcej eksperymentów niż w klasie III. Poza tym, nauka biologii w klasach pierwszych zgodnie z podstawą programową (2008) rozpoczyna się od poznania metodyki badań biologicznych, w tym zasad przeprowadzania eksperymentu.

Rzadkie wykonywanie eksperymentów na lekcjach biologii w klasie III, może mieć swoje przyczyny w tym, że nauczyciele kładą większy nacisk na przygotowanie uczniów do egzaminu gimnazjalnego. Częściej na lekcjach ma miejsce utrwalanie wiadomości i umiejętności oraz ćwiczenia w rozwiązywaniu różnego typu zadań testowych.

Wyniki wskazują na to, że uczniowie ze szkół spoza Białegostoku częściej mają szansę samodzielnie lub w grupach wykonywać doświadczenia niż uczniowie gimnazjów w Białymstoku (ryc. 11). Aż 47% ankietowanych z białostockich szkół zadeklarowało, że na lekcjach biologii nigdy nie pojawiają się eksperymenty, o 8 punktów procentowych więcej niż uczniowie spoza Białegostoku (ryc. 11).

Uczniowie z gimnazjum prywatnego i z gimnazjów państwowych różnili się w odpowiedziach na temat częstości wykonywania eksperymentów na lekcjach biolo-

gii (ryc. 12). Z odpowiedzi ankietowanych wynika, że tylko 33% uczniów ze szkoły prywatnej miało okazję aktywnie uczestniczyć w przeprowadzaniu eksperymentów, o 25 punktów procentowych mniej niż uczniowie szkół państwowych (ryc. 12).

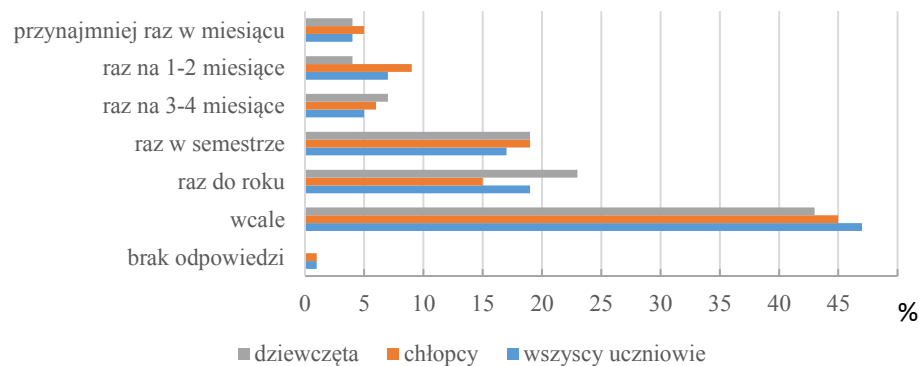
Uczniowie deklarowali, że eksperymenty na lekcjach biologii nie są w ogóle wykonywane, lub przeprowadza się je raz w roku (ryc. 12). Jedynie pojedyncze osoby udzieliły odpowiedzi wskazującej na częstsze stosowanie tej metody nauczania. Mimo rzadko odbywanych eksperymentów na lekcjach, uczniowie z gimnazjum prywatnego bardziej niż ich koledzy ze szkół państwowych, lubią lekcje biologii i są bardziej zainteresowani biologią (ryc. 3 i ryc. 7). Można przypuszczać, że na ocenę lekcji biologii przez uczniów wpływa ogólna atmosfera panująca w szkole, samopoczucie uczniów w szkole, kontakty między rówieśnikami oraz między uczniami i nauczycielami.

Ankietowani wypowiedzieli się bardzo zdecydowanie na pytanie „Czy chciałabyś/chciałbyś, aby było więcej eksperymentów na lekcjach biologii?”. Najwięcej ankietowanych (93%) odpowiedziało „tak”, co świadczy o dużym zainteresowaniu uczniów tą metodą nauczania – uczenia się.

W badaniach starano się zebrać opinię uczniów na temat eksperymentów przeprowadzanych na lekcjach biologii. Wyniki wskazują, że w pierwszych i drugich klasach gimnazjum eksperymenty odbywają się częściej niż w klasie III (ryc. 13).

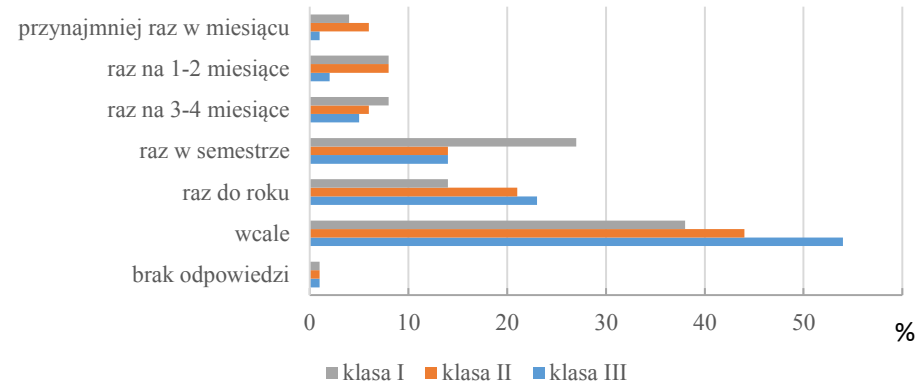
Uczniowie klas III rzadziej niż pozostali ankietowani wybierali odpowiedź, że na lekcjach biologii jest zbyt mało eksperymentów (ryc. 13). Można wnioskować, że w starszych klasach gimnazjum zmniejsza się zainteresowanie uczniów eksperymentami wykonywanymi na lekcjach.

W badaniach starano się określić, czy istnieją różnice między dziewczętami i chłopcami w ocenie eks-



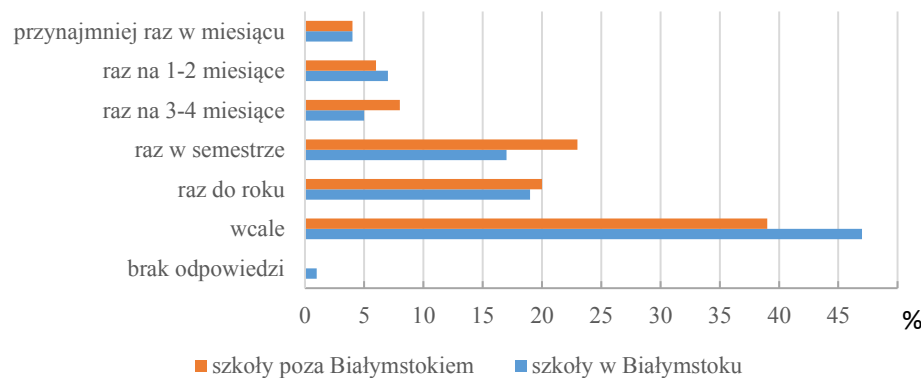
Ryc. 9. Procentowy udział odpowiedzi wszystkich uczniów oraz dziewcząt i chłopców na pytanie: „Jak często na lekcjach biologii odbywają się eksperymenty?”

Źródło: oprac. własne.



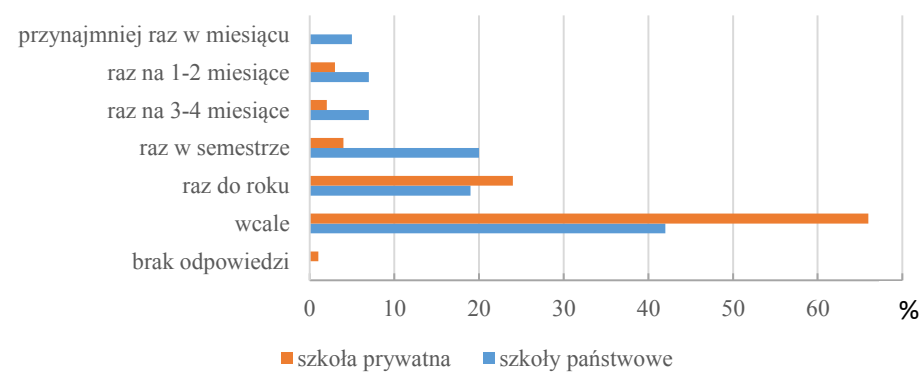
Ryc. 10. Procentowy udział odpowiedzi uczniów klas I, II i III na pytanie: „Jak często na lekcjach biologii odbywają się eksperymenty?”

Źródło: oprac. własne.



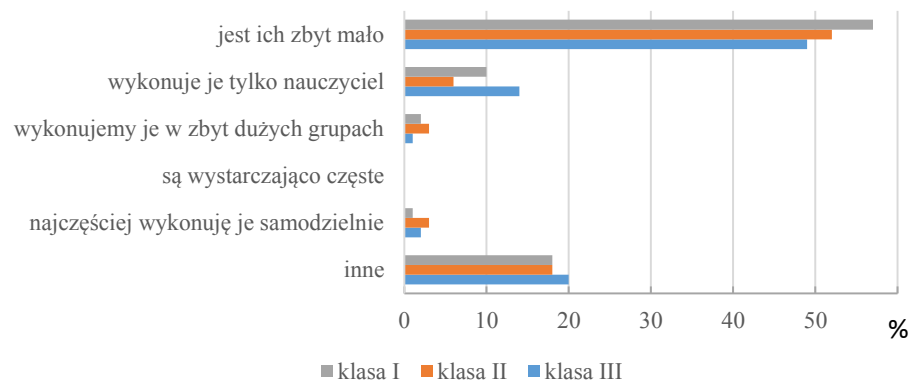
Ryc. 11. Procentowy udział odpowiedzi uczniów ze szkół w Białymstoku oraz spoza Białegostoku na pytanie: „Jak często na lekcjach biologii odbywają się eksperymenty?”

Źródło: oprac. własne.



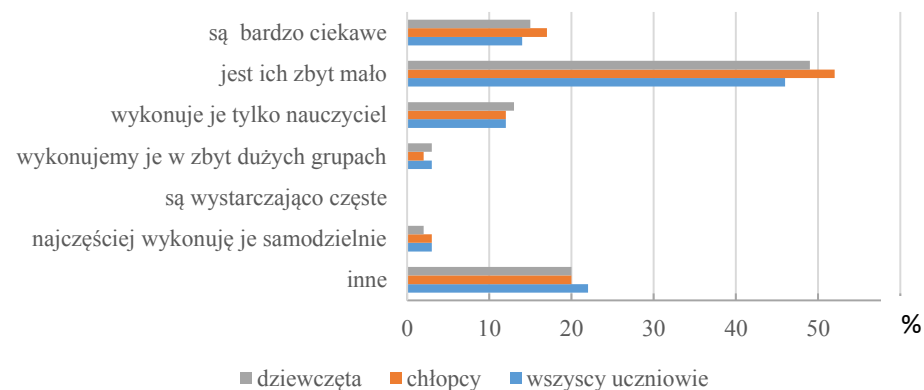
Ryc. 12. Procentowy udział odpowiedzi ze szkół prywatnych i państwowych na pytanie: „Jak często na lekcjach biologii odbywają się eksperymenty?”

Źródło: oprac. własne.



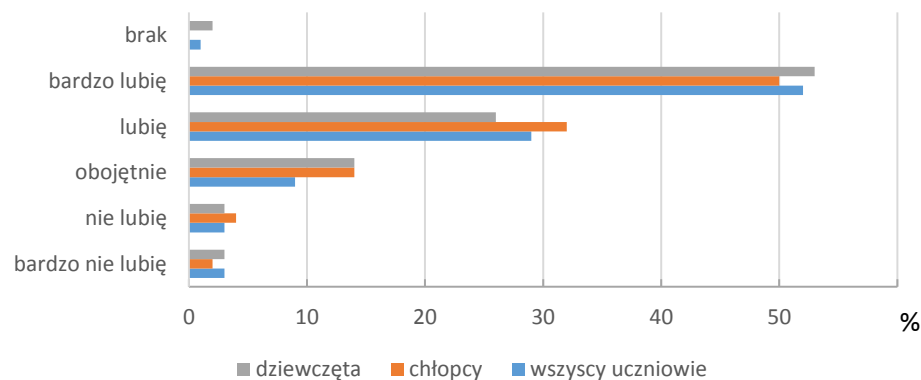
Ryc. 13. Procentowy udział odpowiedzi uczniów klas I, II i III na pytanie: „Co sądzisz o dotychczas przeprowadzanych eksperymentach? Możesz zaznaczyć kilka odpowiedzi.”

Źródło: oprac. własne.



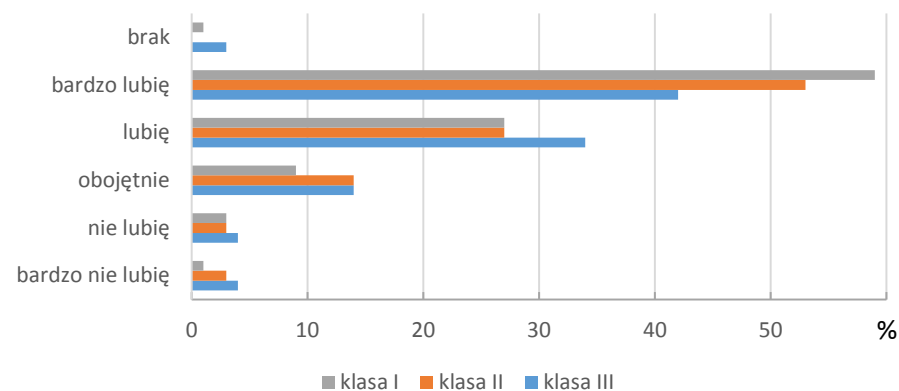
Ryc. 14. Procentowy udział odpowiedzi wszystkich uczniów oraz dziewcząt i chłopców na pytanie: „Co sądzisz o dotychczas przeprowadzanych eksperymentach? Możesz zaznaczyć kilka odpowiedzi.”

Źródło: oprac. własne.



Ryc. 15. Procentowy udział odpowiedzi wszystkich uczniów oraz dziewcząt i chłopców na pytanie „Jak bardzo lubisz wykonywać eksperymenty i obserwacje?”

Źródło: oprac. własne.



Ryc. 16. Procentowy udział odpowiedzi uczniów klas I, II i III na pytanie: „Jak bardzo lubisz wykonywać eksperymenty i obserwacje?”

Źródło: oprac. własne.

perymentów przeprowadzonych na lekcjach. Wyniki wskazują, że chłopcy nieco bardziej są zaciekaewieni eksperymentami niż dziewczęta (ryc. 14). Więcej chłopców niż dziewcząt jest zdania, że eksperymentów jest ich zbyt mało na lekcjach biologii, a jeśli są przeprowadzane to wykonuje je tylko nauczyciel. Wyniki te potwierdzają dane z Raportu o Stanie Edukacji (2014), w którym stwierdzono, że uczniowie są zazwyczaj biernymi obserwatorami eksperymentów przeprowadzanych na lekcjach przez nauczyciela.

W dalszej części ankietowani oceniali metody nauczania, za pomocą których chcieliby uczyć się na lekcjach biologii (tabela 3). Uczniowie oceniali metody wybierając spośród kategorii bardzo lubię, lubię (ocena pozytywna), obojętnie (neutralna), nie lubię bardzo nie lubię (ocena negatywna).

Metody i formy nauczania oraz środki dydaktyczne	Odpowiedzi pozytywne	Odpowiedzi neutralne	Odpowiedzi negatywne	Brak odpowiedzi
wykład lub pogadanka	41%	28%	29%	2%
filmy i prezentacje multimedialne	78%	14%	8%	1%
praca z podręcznikiem	20%	38%	40%	1%
zeszyty ćwiczeń	22%	33%	42%	3%
eksperymenty i obserwacje	81%	12%	6%	1%
wycieczki	83%	10%	6%	1%

Tabela 3. Procentowy udział odpowiedzi uczniów na pytanie: „W jaki sposób chciałabyś/chciałbyś uczyć się biologii? Oceń proponowane metody i formy nauczania”

Źródło: oprac. własne.

Wykonywanie eksperymentów i obserwacji to najczęściej wybierane przez uczniów metody nauczania biologii, tylko udział w wycieczkach uzyskało więcej odpowiedzi pozytywnych (83%). Niewielka grupa uczniów (12%) deklarowała, że wykonywanie eksperymentów i obserwacji jest im obojętne, a 6% w ogóle ich nie lubi. Uczniowie nie chętnie uzupełniają zeszyty ćwiczeń i pracują z podręcznikiem. Metody nauczania najczęściej wskazywane przez uczniów w badaniach, mogą być dla nauczycieli podpowiedzią, jak organizować pracę uczniowie na lekcjach biologii (tabela 3).

Ankietowani udzieli 81% odpowiedzi pozytywnych na pytanie: „Jak bardzo lubisz wykonywać eksperymenty i obserwacje?”. Porównując wyniki pomiędzy chłopcami a dziewczętami, okazuje się, że dziewczęta o 3 punkty procentowe rzadziej niż chłopcy zaznaczały odpowiedź „lubię” i „bardzo lubię”. Otrzymano podobną liczbę odpowiedzi negatywnych i neutralnych u dziewcząt i chłopców (ryc. 15).

Najwięcej pozytywnych ocen dla eksperymentów i obserwacji udzielili uczniowie I klas gimnazjum (ryc. 16). Spadek pozytywnych odpowiedzi w klasie II i III może być związany z niestosowaniem tej metody nauczania na lekcjach biologii.

Podsumowanie

Nowoczesne nauczanie biologii prowadzi do wzrostu roli ucznia i ograniczenia nauczania podającego na rzecz samodzielnego przyswajania wiedzy i rozwijania umiejętności. Wymaga to od nauczyciela ograniczenia bezpośredniego, werbalnego oddziaływania na ucznia i poszerzenia działania nastawionego na organizację warunków samodzielnego uczenia się biologii przez uczniów (Obrębska, 2011a). Największą samodzielność w zdobywaniu wiedzy stwarza metoda laboratoryjna, podczas której uczniowie mogą prowadzić obserwacje,

dokonywać pomiarów, przeprowadzać eksperymenty. W obowiązującej podstawie programowej (rozporządzenie MEN, 2009) poznanie metodyki badań biologicznych przez uczniów znalazło się wśród pięciu celów ogólnych, realizowanych w ciągu trzyletniej nauki w gimnazjum. Wykonywanie eksperymentów wspomaga rozwój myślenia naukowego uczniów. W największym stopniu decyduje o kształtowaniu umiejętności rozwiązywania problemów, formułowania hipotez, planowania doświadczeń, odróżniania próby kontrolnej od badawczej, wyciągania wniosków. Nauczanie przez badanie sprzyja rozwojowi twórczego myślenia i jest wyzwaniem intelektualnym dla uczniów. Metoda ta umożliwia bezpośrednie poznawanie rzeczywistości przyrodniczej, co wpływa pozytywnie na stopień zrozumienia i trwałość wiadomości, nabywanie wielu umiejętności (Obrębska, 2011a; Stawiński, 2006). Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają stwierdzić, że eksperyment jest metodą stosowaną bardzo rzadko na lekcjach biologii w gimnazjum, a uczniowie w zdecydowanej większości (tabela 3) chcieliby, aby ta metoda była częściej stosowana na lekcji. Korzystnym dla uczniów środowiskiem nauczania-uczenia się, jest m.in. takie, w którym będą mogli uczyć się, jak świadomie i autonomicznie zarządzać swoim procesem uczenia się i rozwijać potrzebne we współczesnym świecie kluczowe kompetencje poznawcze i społeczne.

Wyniki badań wskazują, że uczniowie doceniają także nieskrępowaną rozmowę z nauczycielem, wymianę poglądów, argumentów, które mogą mieć miejsce podczas pogadanki i wykładu (tabela 3). Poza tym uczniowie lubią się uczyć analizując filmy i prezentacje multimedialne, chcą aktywnie uczestniczyć w procesie nauczania-uczenia się, brać udział w wycieczkach (tab.3). Wydaje się, że biologia w zbyt małym stopniu jest nauczana w szkołach w sposób budzący emocje u młodzieży.

Przeprowadzone badania pokazują, że mniej niż połowa uczniów uważa biologię za interesujący przedmiot i lubi lekcje biologii. Może to tłumaczyć tym, że w zbyt małym stopniu w nauczaniu biologii podkreśla się użyteczność wiedzy biologicznej, przez co biologia wydaje się uczniom abstrakcyjna i trudno jest uczniom zbudować powiązania między wiedzą szkolną a otaczającym światem. Dydaktycy wskazują na potrzebę udostępniania uczniom treści biologicznych w kontekstach, które interesują młodzież, ponieważ będą one bliższe ich kulturze i stylowi życia. Zaciekanie wzrasta, gdy problemy biologiczne rozpatrywane są w powiązaniu z życiowymi sytuacjami młodzieży (Obrębska, 2011b).

Wyniki badań ankietowych potwierdzają istnienie różnorodności potrzeb, zainteresowań i stylów poznawczych uczniów. A to powoduje znaczne zróżnicowanie podatność uczniów na oddziaływanie czynników motywujących w nauczaniu biologii (Stawiński, 1992), takich jak metody i formy nauczania, środki dydaktyczne. Wyniki potwierdziły, że dziewczęta nieco bardziej są zainteresowane biologią w porównaniu z chłopcami, a najbardziej interesującymi działami biologii są dla uczniów anatomia i fizjologia człowieka oraz zoologia kręgowców.

Na podstawie przeprowadzonych badań można wysnuć pewne refleksje o realizacji założeń reformy programowej w gimnazjach. Z rozmów z nauczycielami biologii wynika, że świadomość dotycząca konieczności wypełniania wymagań podstawy programowej jest bardzo duża, jednak na podstawie wyników badań można stwierdzić, że nie ma to bezpośredniego przełożenia na codzienną pracę dydaktyczną. Przedstawione opinie uczniów na temat nauczania mogą posłużyć do modyfikacji i udoskonalenia procesu nauczania biologii w gimnazjum. Biologia jako przedmiot nauczania ma szansę stać się niezwykle atrakcyjnym przedmiotem.

Literatura

- Bereźnicki F (2011). *Podstawy dydaktyki*. Impuls, Kraków.
- Löwe B, Stawiński W (1995). Porównanie zainteresowań biologicznych uczniów szkół polskich i niemieckich. *Edukacja*, 1: 46-57.
- Łobocki M (2009). *Wprowadzenie do metodologii badań pedagogicznych*. Kraków: Impuls.
- Obrębska M (2011a). *Nowoczesne nauczanie przyrody i biologii*. W: Potyrała K, Walosik A (red.), *Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności. Podręcznik akademicki*. Wydawnictwo Kubajak, Krzeszowice.
- Obrębska M (2011b). *Dydaktyka przyrody, biologii i ochrony środowiska wobec propozycji pedagogicznych*. W: Potyrała K, Walosik A (red.), *Edukacja przyrodnicza wobec wyzwań współczesności. Podręcznik akademicki*. Wydawnictwo Kubajak, Krzeszowice.
- Osiągnięcia uczniów kończących gimnazjum w roku 2013. CKE, Warszawa. http://cke.edu.pl/images/files/gimnazjum/sprawozdanie_2013/2013_Gimnazjum.pdf
- Osiągnięcia uczniów kończących gimnazjum w roku 2014. *Sprawozdanie z egzaminu gimnazjalnego 2014*. CKE, Warszawa. http://cke.edu.pl/images/files/Sprawozdanie_2014/2014_Egzamin_gimnazjalny_p.pdf
- Osiągnięcia uczniów kończących gimnazjum w roku 2015. *Sprawozdanie z egzaminu gimnazjalnego 2015*. CKE, Warszawa. http://cke.edu.pl/images/_EGZAMIN_GIMNAZJALNY/Informacje_o_wynikach/Sprawozdanie_z_egzaminu_gimnazjalnego_2015.pdf
- Raport o stanie edukacji 2013. *Liczą się nauczyciele* (2014), Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Rozporządzenie Ministerstwa Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. (Dz. U. z 2009r. Nr 4, poz. 7).
- Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2014. *Biologia*. URL: http://cke.edu.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informacje_o_wynikach/2014/sprawozdanie/Biologia.pdf
- Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2013. *Biologia*. URL: http://cke.edu.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informacje_o_wynikach/2013/2013_Matura.pdf
- Stawiński W (red.) (2006). *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Stawiński W (1978). *Problemy laboratoryjnego nauczania biologii*. Wydawnictwo Naukowe WSP, Kraków
- Stawiński W (1992). *Główne nurty rozwoju dydaktyki biologii*. WSiP, Warszawa
- Sternicka A (1997). Czy genetyka może być dla uczniów ciekawsza i łatwiejsza? *Biologia w Szkole*, 5: 286-292
- Suska-Wróbel R (1999). Zmiana motywacji uczniów klas I LO wobec uczenia się botaniki. *Biologia w Szkole*, 1: 30-36.

The opinion of students about teaching biology in junior high school

Alina Stankiewicz, Agnieszka Sołowiej

Successive reforms in Polish schools have at enhancing the effectiveness of teaching and learning. Changes in schools should serve students. The paper will be presented results of the survey conducted among junior high school students. The research aim was to gather opinion of students about their interest in different departments of biology, and determine how students perceive the experiments taking place in biology classes. Studied, are there and what are the differences in opinions about the teaching of biology in junior high school between girls and boys, are there differences in the evaluation of teaching biology among students of junior high schools in Białystok and junior high school students from small towns, i.e., Wasilków and Choroszcz.

Key words: students, teaching biology, junior high school, diagnostic survey, questionnaire

Edukacja szkolna w zakresie odżywiania się jako warunek zachowania zdrowia człowieka

Alicja Walosik, Beata Jancarz-Łanczkowska

Streszczenie:

Prawidłowe odżywianie się jest jednym z koniecznych warunków utrzymania homeostazy organizmu, a więc zachowania zdrowia człowieka. W okresie dojrzewania, w organizmie zachodzą istotne zmiany. Dotyczą one sfery emocjonalnej, poznawczej oraz fizycznej. Następuje m.in. szybki wzrost kości, rozwój naczyń krwionośnych oraz przyrost masy mięśniowej. Powoduje to zmiany w wymaganiach żywieniowych młodego organizmu. W okresie szybkiego wzrostu, przypadającym na czas edukacji kształtują się również nawyki żywieniowe człowieka. Błędy żywieniowe popełniane przez rodziców, ale również przez ośrodki żywienia zbiorowego – stołówki czy „sklepiki” szkolne, predysponują do rozwoju w tym okresie życia licznych schorzeń takich jak: otyłość, cukrzyca typu 2, nadciśnienie tętnicze czy osteopenia i osteoporoza. Tempo życia i stresy powodują sięganie do produktów żywnościowych, które szybko potrafią zaspokoić potrzebę wyrafinowanego smaku i zadowolenia. Diety młodego pokolenia są często nieprawidłowo zbilansowane, charakteryzują się zbyt dużą zawartością niektórych składników pokarmowych, przy wyraźnych niedoborach innych składników. Analizując wyniki badań dotyczących żywienia dzieci i młodzieży w odniesieniu do opracowanych w ostatnim czasie norm żywienia, należy zaznaczyć,

że spożycie składników mineralnych, takich jak żelazo, magnez, cynk czy miedź, w większości przypadków jest zgodne z najnowszymi zaleceniami. Jest ono jednak dosyć zróżnicowane i w niektórych przypadkach może być niewystarczające w stosunku do zapotrzebowania. Edukacja w zakresie prawidłowego odżywiania się jest analizowana w kontekście nauk medycznych (dietetyka), biologicznych lub ekonomicznych (marketing żywności, zachowania konsumenckie), ale jest również częścią edukacji zdrowotnej, której teoretyczne podstawy są związane z pedagogiką zdrowia. Treści związane z odżywianiem się człowieka i zdrową żywnością znalazły swoje odzwierciedlenie w podstawie programowej kształcenia ogólnego z biologii i przyrody (2008, 2012), a także w Narodowym Programie Zdrowia na lata 2007–2015. Dokonana analiza dokumentów wykazała, że zagadnienia zdrowego odżywiania się i zdrowej żywności znajdują się w całym cyklu kształcenia biologicznego na poziomie wymagań ogólnych i wymagań szczegółowych każdego etapu edukacyjnego. Warunkiem efektywności edukacji szkolnej jest jednak współpraca z domem rodzinnym oraz społecznością lokalną.

Słowa kluczowe: prawidłowe odżywianie się, zdrowa żywność, podstawa programowa edukacja zdrowotna (zdrowie)

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

Wprowadzenie

Dokonujące się w ostatnich latach zmiany polityczne, ekonomiczne i społeczne niosą ze sobą nie tylko nowe wyzwania i możliwości dla człowieka, ale także zagrożenia dla jego zdrowia. Mieszkańcy bogatych państw są narażeni na choroby związane z industrializacją i urbanizacją, ale także z dobrobytem, który zmienia ich styl życia. Zmiany te, prócz zwiększenia poziomu służby zdrowia, zwiększają zagrożenie wystąpienia chorób cywilizacyjnych, które przede wszystkim są skutkiem nieprawidłowego odżywiania się, brakiem aktywności fizycznej i odpoczynku oraz wzrastającym tempem życia. Obywatele Unii Europejskiej przywiązują dużą wagę do swojego zdrowia i oczekują, że zostanie im zagwarantowana możliwość ochrony przed możliwymi, potencjalnymi zagrożeniami. Działania nakierowane na walkę z zagrożeniami zdrowotnymi, związane są głównie ze środowiskiem, w którym żyje człowiek. Nie ulega wątpliwości, że zdrowe życie stanowi „podstawowe zadanie każdego człowieka, determinujące każdą sferę ludzkich zachowań” (Chromiński, 2003; Syrek, 2005). Istotnym warunkiem takiego życia jest świadomość, że zdrowie nie jest stanem stałym, zmienia się i na wszystkich etapach rozwoju człowieka, ważne jest upowszechnianie i promowanie zdrowego stylu życia (Juško, Niziołek, 2000; Puchalski, Korzeniowska, 2004).

Edukacja zdrowotna jako element polityki zdrowotnej państwa znalazła swoje odzwierciedlenie w celach operacyjnych takich działań, jak:

- Narodowy Program Zdrowia na lata 2007–2015,
- Narodowy Plan Działań na Rzecz Dzieci 2004–2012,
- Strategia Rozwoju Ochrony Zdrowia w Polsce na lata 2007–2013,
- Trzeci program w dziedzinie zdrowia 2014–2020,

otrzymano: 4.02.2016; przyjęto: 19.05.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr hab. Alicja Walosik: Zakład Dydaktyki Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie



dr Beata Jancarz-Łanczkowska: Zakład Dydaktyki Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

- Narodowy Program Foresight „Polska 2020”,
- strategia UE dotycząca ochrony zdrowia „Razem na rzecz zdrowia” wspierająca realizację strategii „Europa 2020”,
- ustawa z dnia 28 listopada 2014 r. o zmianie ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia,
- porozumienie o współpracy między Ministrem Edukacji Narodowej oraz Ministrem Zdrowia w sprawie wspierania edukacji zdrowotnej w szkole oraz rozwoju sieci szkół promujących zdrowie z dnia 23 listopada 2009 r.

Dokumenty te stanowią główne podstawy prawne do wprowadzenia szkolnej edukacji zdrowotnej. Jednak wdrożenie jej i skuteczność realizacji wymaga przygotowania odpowiedniego wsparcia szkół, w tym w szczególności systemu kształcenia na etapie uczelni wyższych, doskonalenia zawodowego oraz doradztwa metodycznego. Do dzisiaj nie ma jednomyślności dotyczącej systemu wspierania szkół w tym zakresie, zwłaszcza, że bardzo często nawet stosowane w nich nazewnictwo i terminologia używane są zamiennie, co powoduje błędne pojmowanie znaczeń i podejmowanych działań. Dotyczy to przede wszystkim pojęć promocji zdrowia i edukacji zdrowotnej.

Należy zwrócić uwagę na nowe możliwości, które pojawiły się dzięki Narodowemu Programowi Foresight w obszarze „Zdrowie i Życie”. Program ten w sposób istotny wspierał Narodowy Program Zdrowia na lata 2007–2015, szczególnie w obszarze priorytetów związanych z rozwojem metod i technologii wykorzystywanych w powszechnej edukacji prozdrowotnej; konstruowaniem programów kształtowania świadomości żywieniowej i racjonalizacji nawyków żywieniowych społeczeństwa.

Założenia Narodowego Programu Zdrowia na lata 2007–2015, nawiązują do wielu dokumentów, takich jak m.in.: Światowej Deklaracji Zdrowia, przyjętej

przez Polskę w 1998 roku na Światowym Zgromadzeniu Zdrowia, w której potwierdzono, że zdrowie jest jednym z podstawowych praw człowieka, „Strategii Zdrowie 21 – zdrowie dla wszystkich w XXI wieku”, określającej kierunki polityki zdrowotnej, Światowej Organizacji Zdrowia w Europie, założeń programu Unii Europejskiej w dziedzinie zdrowia publicznego (decyzja 1786/2002/WE), oraz projektu Decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającej wspólny program w dziedzinie zdrowia na lata 2007–2013 (COM(2006)234 wersja ostateczna).

U podstaw koncepcji Narodowego Programu Zdrowia leży definicja zawarta w konstytucji Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), określająca zdrowie jako stan dobrego samopoczucia fizycznego, psychicznego i społecznego, a nie tylko brak choroby lub niepełnosprawności, czy też przyjęte międzynarodowe ustalenia, że zdrowie jest podstawowym prawem każdego człowieka oraz bogactwem społeczeństwa.

Program „Zdrowie na rzecz wzrostu gospodarczego” (2014–2020) jest trzecim wieloletnim programem działania Unii Europejskiej (UE). Pomaga i wspiera państwa członkowskie w celu podjęcia niezbędnych reform na rzecz innowacyjności i stabilności systemów opieki zdrowotnej, zwiększania dostępu do lepszej i bezpieczniejszej opieki zdrowotnej dla wszystkich grup społecznych, promocji zdrowia wśród obywateli europejskich i zapobiegania chorobom.

Założenia Strategii Rozwoju Kraju 2020 w obszarze zdrowia przewidują realizację zadań w zakresie zwiększenia bezpieczeństwa zdrowotnego obywatela poprzez np. wprowadzenie zmian w systemie opieki zdrowotnej, podnoszenie wiedzy i świadomości człowieka w zakresie zasad zdrowego żywienia i profilaktyki chorób, a także kształtowanie świadomości zdrowotnej i zdrowego stylu życia poprzez promocję i edukację zdrowotną.

Podstawowym aktem prawnym z zakresu prawa żywnościowego w Polsce jest ustawa z dnia 28 listopada 2014 roku o bezpieczeństwie żywności i żywienia, która określa wymagania i procedury niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa żywności i żywienia. Ustawa ta określa wymagania, jakie muszą spełniać środki spożywcze stosowane w ramach żywienia zbiorowego dzieci i młodzieży w szkołach i innych placówkach oświatowych, uwzględniając normy żywienia dzieci i młodzieży oraz mając na względzie wartości odżywcze i zdrowotne środków spożywczych.

Edukacja zdrowotna jest procesem, który trwa przez całe życie i dotyczy wszystkich ludzi. Zarówno w edukacji zdrowotnej, jak i promocji zdrowia najistotniejszy jest aktywny, podmiotowy udział wszystkich grup społeczności szkolnej, w tym także uczniów.

Cele nadrzędne edukacji zdrowotnej formułowane są w różny sposób, w zależności od wybranej definicji oraz koncepcji. W praktyce przyjmuje się, że podstawowym celem edukacji zdrowotnej jest nabywanie wiedzy o zdrowiu związanej z funkcjonowaniem własnego organizmu, jego uwarunkowaniach i zagrożeniach, kształtowanie umiejętności identyfikacji potrzeb zdrowotnych własnych, rodziny i środowiska, umiejętności dokonywania wyborów i podejmowania decyzji na rzecz zdrowia wobec siebie i otoczenia, umiejętności zapobiegania i radzenia sobie w sytuacjach trudnych, a także kształtowania postaw niezbędnych do zachowania i doskonalenia zdrowia oraz podnoszenie świadomości zdrowotnej młodzieży (Woynarowska, 2000; Krawański, 2001; Dudkiewicz, 2004). Podobnie twierdzi Słońska (2001). Według niej edukacja zdrowotna nie sprowadza się wyłącznie do przekazywania niezbędnej wiedzy o zdrowiu, lecz polega przede wszystkim na tworzeniu warunków sprzyjających wprowadzaniu pozytywnych zmian związanych z podejmowaniem wysiłków na rzecz wzrostu kompetencji

jednostek i grup społecznych w zakresie samodzielnego działania na rzecz zdrowia na różnych poziomach organizacji życia społecznego. Edukacja zdrowotna jest więc istotnym procesem w kształtowaniu zachowań zdrowotnych, a pobieżna, nieugruntowana i fragmentaryczna wiedza młodzieży o czynnikach warunkujących zdrowie, ma bardzo niekorzystne konsekwencje dla zdrowia człowieka. (Stoczkowska, 2007; Woynarowska, Mazur i Kowalewska, 1999; Lewicki, 2006).

Celem pośrednim promocji zdrowia jest osiągnięcie przez różne grupy społeczne wysokiego poziomu *health literacy*. Jest to jedno z podstawowych wyzwań zdrowia w XXI wieku. (Kickbusch, 2002; Nutbeam, 2000). W Polsce zagadnienie to jest wciąż przedmiotem badań i rozważań teoretycznych (Bik i Przewoźniak, 2005; Woynarowska, 2008). W polskiej literaturze pojęcie *health literacy* tłumaczone jest najczęściej jako „alfabetyzm zdrowotny”, „funkcjonalna wiedza zdrowotna”, albo „piśmienność zdrowotna”. Najnowsze definicje *health literacy* utożsamiają ją również z „kompetencjami zdrowotnymi” (Niedźwiedzka i Hunska, 2010; Bułska, 2010; Iwanowicz, 2009; Kickbusch, 2002; Nutbeam, 2000). Umiejętność odczytywania zdrowia stanowi istotny element funkcjonowania człowieka. Stwarza mu możliwość reagowania na zmieniające się warunki środowiska. Bez opanowania kompetencji związanych z „*health literacy*” nie jest możliwe zrozumienie danych o funkcjonowaniu człowieka, także interpretowanie szerokiego zakresu informacji o stanie jego zdrowia, o uwarunkowaniach środowiskowych, niezbędnych do utrzymania prawidłowego stanu zdrowia. Brak umiejętności odczytywania zdrowia utrudnia angażowanie się w życie społeczne i wspólne dbanie o dostęp do świadczeń zdrowotnych i bezpieczeństwa, a więc realizowanie idei promocji zdrowia (Kirsch, 2008). Jak podaje Karski (2003) badania naukowe oparte na tej definicji

wykazały, że brak umiejętności odczytywania zdrowia stanowi dużą przeszkodę w edukowaniu pacjentów z chorobami przewlekłymi oraz właściwym stosowaniu leków. Współcześnie umiejętność „odczytywania zdrowia” dotyczy także ukształtowanej umiejętności odczytywania informacji umieszczonych w broszurach, na tablicach, wykresach, czy w Internecie w taki sposób, aby osoby korzystające z nich mogły odnieść uzyskane informacje i wiedzę do siebie i postrzeganych objawów oraz ustosunkować się do wskazań dotyczących zmiany stylu życia. Umiejętność „odczytywania zdrowia” określa się również jako kluczowe zagadnienie promocji zdrowia (Karski, 2003; Iwanowicz, 2009). Bardzo ciekawy sposób interpretacji tego terminu w kontekście zdrowia zaproponował Nutbeam w 2000 roku. Określił trójstopniową hierarchię *literacy*:

- *basic literacy* oznacza podstawowe umiejętności czytania i pisania niezbędne do efektywnego funkcjonowania w codziennych sytuacjach życiowych;
- *communicative literacy* to bardziej zaawansowane mechanizmy poznawcze, które w połączeniu z umiejętnościami społecznymi mogą być wykorzystane do aktywnego uczestnictwa w codziennych sytuacjach, do dokonywania selekcji informacji z różnorodnych źródeł, a także dostosowywania informacji do zmieniających się warunków;
- *critical literacy* oznacza zdolność jednostki do krytycznej analizy informacji i na tej podstawie do przejmowania coraz większej kontroli nad różnorodnymi wydarzeniami w życiu.

W kontekście trójpoziomowej hierarchii pojęcia, należy zastanowić się jakie umiejętności powinien kształtować człowiek na poszczególnych poziomach tak rozumianego *health literacy*. Otóż osoba taka (Zarcadoolas i wsp., 2005) potrafi wykorzystywać niezbędne informacje w obszarze zdrowia w zależności od zmie-

niającej się sytuacji oraz uczestniczyć w publicznym i prywatnym dialogu na temat zdrowia, medycyny, wiedzy naukowej czy przekonań kulturowych. Niezmiernie ważna w tym zakresie jest wszechstronna edukacja zdrowotna. Koncepcja wszechstronnej edukacji zdrowotnej młodzieży zakłada: uwzględnienie holistycznego podejścia do zdrowia (wszystkich jego aspektów) i czynników warunkujących zdrowie, związanych ze środowiskiem; tworzenie i wykorzystywanie innowacyjnych programów edukacji zdrowotnej formalnej i nieformalnej. Koncepcja ta również zakłada dążenie do popularyzowania wiedzy o zdrowiu, którą dziecko zdobywa z różnych źródeł (rodzina, nauczyciele, rówieśnicy, środki masowego przekazu, reklama, itp.) oraz zachęcanie dzieci do zdrowego stylu życia i stwarzanie w placówkach oświatowych warunków i możliwości sprzyjających zdrowiu (Bednarski, 2002; Woynarowska, 2007).

Materiał i metody

W artykule dokonano próby podsumowania założeń edukacji zdrowotnej w Polsce w zakresie zdrowego odżywiania się na poziomie gimnazjum i szkoły ponadgimnazjalnej. W tym celu dokonano analizy podstawy programowej kształcenia ogólnego oraz podręczników do biologii i przyrody. Dokonano analizy treści merytorycznych dotyczących potrzeb pokarmowych oraz odżywiania w dziewięciu podręcznikach: jeden podręcznik do biologii dla gimnazjum, cztery podręczniki do biologii w zakresie podstawowym dla liceum ogólnokształcącego, trzy podręczniki do biologii w zakresie rozszerzonym dla liceum ogólnokształcącego oraz jeden podręcznik do przyrody dla liceum ogólnokształcącego.

Wyniki analizy podstawy programowej kształcenia ogólnego

Podstawa programowa kształcenia ogólnego obowiązująca obecnie w szkołach została wprowadzona rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 roku (z późniejszymi zmianami). Analiza tego dokumentu wykazuje, że zagadnienia dotyczące odżywiania się człowieka są rekomendowane do realizacji w wątkach teoretycznym i praktycznym, przewijających się przez III i IV etap edukacyjny (gimnazjum i liceum ogólnokształcące). Wątek teoretyczny zawiera treści dotyczące składu chemicznego pokarmów, budowy układu pokarmowego i fizjologii trawienia. Wątek praktyczny obejmuje zagadnienia dotyczące zrównoważonej diety, wpływu trybu życia na zachowanie zdrowia, a także problematykę rozwoju biotechnologii i jej wpływu na współczesne rolnictwo. Do wątku tego zaliczyć należy także zalecane do przeprowadzenia przez uczniów doświadczenia i obserwacje, które mają być okazją do kształtowania umiejętności formułowania problemów badawczych, hipotez oraz poprawnego wnioskowania. Na szczególną uwagę zasługuje opis realizacji zagadnień dotyczących odżywiania się człowieka na przedmiocie *Przyroda* w liceum ogólnokształcącym. Treści dotyczące prawidłowego odżywiania się stają się bazą do kształtowania u uczniów umiejętności krytycznego myślenia, weryfikowania informacji znajdujących się w mediach, odróżniania opinii od faktów i podejmowania decyzji odnośnie diety i trybu życia korzystnych dla zachowania zdrowia.

Dokonano przeglądu i wyboru celów i treści nauczania oraz doświadczeń i obserwacji wynikających z podstawy programowej kształcenia ogólnego, które dotyczą odżywiania się człowieka i zdrowej żywności. Cele kształcenia (wymagania ogólne) z biologii dla III etapu edukacyjnego (gimnazjum) koncentrują się wo-

kół problemów dotyczących uwarunkowań zdrowia człowieka, związanych z dokonywaniem analizy związków między własnym postępowaniem a zachowaniem zdrowia (prawidłowa dieta, aktywność ruchowa, badania profilaktyczne). Treści nauczania (wymagania szczegółowe) dotyczące problematyki odżywiania się człowieka wybrane z podstawy programowej dla III etapu edukacyjnego przedstawiono w tabeli 1.

Cele kształcenia (wymagania ogólne) z biologii w zakresie podstawowym dla IV etapu edukacyjnego (liceum ogólnokształcące) dotyczą poszukiwania, wykorzystywania i tworzenia informacji oraz rozumowania i argumentowania. Jak również wyjaśniania

zależności przyczynowo-skutkowych między faktami, formułowania wniosków, oceniania i wyrażania opinii na temat omawianych zagadnień współczesnej biologii, problemów zdrowotnych oraz zagadnień ekologicznych i środowiskowych. Niezmiernie ważne jest również kształtowanie postaw wobec przyrody i środowiska, postaw szacunku wobec siebie. Cele kształcenia (wymagania ogólne) z biologii w zakresie rozszerzonym wyznaczone w podstawie programowej, możliwe do osiągnięcia podczas realizacji działów programowych związanych z zagadnieniami odżywiania się człowieka to pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Również jest

Działy programowe	VI. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka 1.Tkanki, narządy, układy narządów 3.Układ pokarmowy i odżywianie się 5. Układ krążenia VII. Stan zdrowia i choroby
Treści nauczania (wymagania szczegółowe)	<u>Uczeń</u> : opisuje budowę, funkcje i współdziałanie poszczególnych układów; podaje funkcje poszczególnych części układu pokarmowego; rozpoznaje te części (na schemacie, modelu, rysunku, według opisu itd.) oraz przedstawia związki ich budowy z pełnioną funkcją; przedstawia źródła i wyjaśnia znaczenie składników pokarmowych (białka, tłuszcze, węglowodany, sole mineralne, woda) dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu; przedstawia rolę i skutki niedoboru niektórych witamin (A, C, B ₆ , B ₁₂ , kwasu foliowego, D), składników mineralnych (Mg, Fe, Ca) i aminokwasów egzogennych w organizmie; przedstawia miejsce i produkty trawienia oraz miejsce wchłaniania głównych grup związków organicznych; przedstawia rolę błonnika w prawidłowym funkcjonowaniu układu pokarmowego oraz uzasadnia konieczność systematycznego spożywania owoców i warzyw; wyjaśnia, dlaczego należy stosować dietę zróżnicowaną i dostosowaną do potrzeb organizmu oraz podaje korzyści z prawidłowego odżywiania się; przedstawia znaczenie aktywności fizycznej i prawidłowej diety dla właściwego funkcjonowania układu krążenia; przedstawia negatywny wpływ na zdrowie człowieka niektórych substancji psychoaktywnych (tytoń, alkohol), narkotyków i środków dopingujących oraz nadużywania kofeiny i niektórych leków (zwłaszcza oddziałujących na psychikę); przedstawia czynniki sprzyjające rozwojowi choroby nowotworowej (np. niewłaściwa dieta, tryb życia ...) oraz podaje przykłady takich chorób.
Zalecane doświadczenia i obserwacje	<u>Uczeń</u> : planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające obecność skrobi w produktach spożywczych;

Tabela 1. Treści nauczania (wymagania szczegółowe) zawarte w podstawie programowej biologii dla III etapu edukacyjnego (gimnazjum) dotyczące problematyki odżywiania się człowieka

Źródło tabel 1–4: podstawa programowa.

to poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji, dokonywanie selekcji, porównywanie i przetwarzanie informacji pozyskanych z różnych źródeł za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych, rozumowanie i argumentacja, dostrzeganie związków między biologią a innymi dziedzinami nauk przyrodniczych i społecznych, rozumienie znaczenia współczesnej biologii w życiu człowieka oraz rozumienie zasad zrównoważonego rozwoju.

Z podstawy programowej dla IV etapu edukacyjnego wybrano treści nauczania (wymagania szczegółowe) dotyczące problematyki odżywiania się człowieka i przedstawiono w tabeli 2 i 3.

Cele kształcenia (wymagania ogólne) z przyrody na IV etapie edukacyjnym (liceum ogólnokształcące) dotyczą rozumienia metody naukowej, polegającej na stawianiu hipotez i weryfikowaniu ich za pomocą obserwacji i eksperymentów. Treści nauczania (wymagania szczegółowe) dotyczące problematyki odżywiania się człowieka dla tego przedmiotu wynikające z podstawy programowej przedstawiono w tabeli 4.

Wyniki analizy podręczników

Przedmiot *Biologia*, poziom gimnazjum oraz liceum ogólnokształcące, zakres rozszerzony

Dokonano analizy podręczników biologii pod kątem zagadnień dotyczących potrzeb pokarmowych, funkcjonowania układu pokarmowego oraz problematyki żywienia człowieka. Stwierdzono, że niezależnie od poziomu i zakresu nauczania biologii zagadnienia te koncentrują się na działach zatytułowanych „Organizm człowieka”. Rozdziały zatytułowane „Układ pokarmowy człowieka” standardowo zaczynają się od charakterystyki pokarmu jako budulca i źródła energii dla organizmu człowieka. Zarówno na poziomie gimnazjum jak i liceum ogólnokształcącego (zakres rozszerzony)

Działy programowe	1. Biotechnologia i inżynieria genetyczna 2. Różnorodność biologiczna i jej zagrożenia
Treści nauczania (wymagania szczegółowe)	Uczeń: wyjaśnia znaczenie biotechnologii tradycyjnej w życiu człowieka; wyjaśnia istotę inżynierii genetycznej oraz przykłady jej zastosowania; definiuje pojęcia „organizm genetycznie zmodyfikowany (GMO)” i „produkt GMO”; charakteryzuje korzyści dla człowieka wynikające z wprowadzania obcych genów do mikroorganizmów, korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania roślin transgenicznych w rolnictwie oraz transgenicznych zwierząt w badaniach laboratoryjnych i dla celów przemysłowych; wyjaśnia wpływ współczesnego rolnictwa na różnorodność biologiczną (ciągle malejąca liczba gatunków uprawnych przy rosnącym areale upraw, spadek różnorodności genetycznej upraw).

Tab. 2. Treści nauczania (wymagania szczegółowe) zawarte w podstawie programowej biologii w zakresie podstawowym dla IV etapu edukacyjnego (liceum ogólnokształcące) dotyczące problematyki odżywiania się człowieka

Działy programowe	I. Budowa chemiczna organizmów V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka VI. Genetyka i biotechnologia – biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna i medycyna molekularna
Treści nauczania (wymagania szczegółowe)	Uczeń: charakteryzuje właściwości związków organicznych; przedstawia znaczenie węglowodanów, białek i lipidów w organizmach; określa mechanizmy utrzymania homeostazy organizmu człowieka oraz czynniki ją zaburzające; wyjaśnia przyczyny schorzeń poszczególnych układów i zasad profilaktyki w tym zakresie; podaje źródła, funkcje i wyjaśnia znaczenie składników pokarmowych dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu ze szczególnym uwzględnieniem roli witamin, soli mineralnych, aminokwasów egzogennych, nienasyconych kwasów tłuszczowych i błonnika; analizuje potrzeby energetyczne organizmu oraz porównuje (porządkuje) wybrane formy aktywności fizycznej pod względem zapotrzebowania na energię; analizuje związek pomiędzy dietą i trybem życia a stanem zdrowia (otyłość i jej następstwa zdrowotne, cukrzyca, anoreksja, bulimia); analizuje związek pomiędzy dietą i trybem życia a stanem i funkcjonowaniem układu krwionośnego (miażdżyca, zawał serca, żylaki); przedstawia procedury i cele otrzymywania transgenicznych bakterii, roślin i zwierząt.
Zalecane doświadczenia i obserwacje	Uczeń planuje i przeprowadza doświadczenie wykrywania cukrów prostych, białek i tłuszczów prostych w produktach spożywczych

Tabela 3. Treści nauczania (wymagania szczegółowe) zawarte w podstawie programowej biologii w zakresie rozszerzonym dla IV etapu edukacyjnego (liceum ogólnokształcące) dotyczące problematyki odżywiania się człowieka

Wątek tematyczny	Treści nauczania (wymagania szczegółowe)
Nauka w mediach	Uczeń: dokonuje analizy wpływu na zdrowie reklamowanych produktów, w szczególności żywnościowych, farmaceutycznych i kosmetycznych
Zdrowie	Uczeń: dokonuje analizy ulotek leku i interpretuje informacje w nich zawarte; wyjaśnia, w jaki sposób organizm zachowuje homeostazę; opisuje stan zdrowia w aspekcie fizycznym, psychicznym i społecznym; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na zdrowie.

Tabela 4. Treści nauczania (wymagania szczegółowe) zawarte w podstawie programowej przyrody dla IV etapu edukacyjnego (liceum ogólnokształcące) dotyczące problematyki odżywiania się człowieka.

znajduje się klasyfikacja aminokwasów na egzogenne i endogenne, a w związku z tym podział pokarmów na pełnowartościowe i niepełnowartościowe. W zakresie rozszerzonym liceum wprowadza się nazwy poszczególnych aminokwasów endogennych i egzogennych. Na poziomie rozszerzonym liceum, tłuszcze klasyfikowane są ze względu na zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych, natomiast węglowodany na przyswajalne i nieprzyswajalne dla organizmu. Charakterystyka witamin i pierwiastków przedstawiana jest w analizowanych podręcznikach w formie tabelarycznej z uwzględnieniem występowania, funkcji oraz skutków niedoboru. Na poziomie liceum wprowadza się również pojęcie hiperwitaminozy oraz podaje w tabeli jej skutki w odniesieniu do poszczególnych witamin. W charakterystyce potrzeb pokarmowych człowieka uwzględnia się zapotrzebowanie na wodę. Przedstawiona jest rola wody, która w zakresie rozszerzonym liceum jest powiązana z jej właściwościami fizyko-chemicznymi. Zarówno na poziomie gimnazjum jak i liceum dokonywana jest analiza zawartości wody w narządach człowieka, a na poziomie rozszerzonym dodatkowo pojawia się bilans wodny.

Budowę układu pokarmowego człowieka przedstawia się w formie graficznej z opisami poszczególnych jego narządów oraz z ukazaniem przekrojów budowy wewnętrznej niektórych z nich np. przekrój zęba, przekrój żołądka, przekrój jelita cienkiego wraz ze szczegółową budową kosmka jelitowego. Proces trawienia enzymatycznego na poziomie gimnazjum jest przedstawiony w sposób ogólny za pomocą tabeli obrazującej odcinki przewodu i wybrane działające w nich enzymy. W liceum ogólnokształcącym rozszerza się liczbę opisywanych enzymów oraz przedstawia etapy trawienia i wchłaniania białek, tłuszczów i węglowodanów. W procesie wchłaniania tłuszczów uwzględnia się resyntezę tłuszczów w komórkach na-

błonka jelita oraz tworzenie chylomikronów. Przemiany składników odżywczych w komórkach omawiane są dość szczegółowo ze wskazaniem narządów w których się odbywają. Zarówno na poziomie gimnazjum jak i liceum prezentowane są funkcje wątroby i trzustki, w liceum dodatkowo opisana jest rola krążenia wrotnego. W zakresie rozszerzonym liceum, uczeń znajduje w podręczniku opis regulacji czynności układu pokarmowego, w tym hormonów gastryny i enterogastronu. Zagadnienia z higieny i chorób układu pokarmowego rozpoczyna się od przedstawienia kwestii zapotrzebowania energetycznego organizmu, higieny odżywiania się a także piramidy zdrowego żywienia. Następnie charakteryzowane są przyczyny i skutki otyłości, anoreksji, bulimii, próchnicy, kamicy żółciowej, choroby wrzodowej. Zakres rozszerzony podręcznika do liceum ogólnokształcącego obejmuje również szczegółową charakterystykę chorób układu pokarmowego spowodowanych przez wirusy, bakterie, płazińce i nicienie.

Rozdziały o układzie pokarmowym człowieka zawierają także wykresy i tabele danych do samodzielnej analizy. I tak na przykład w podręczniku do gimnazjum znajdują się: wykres zawartości białek w 100 g produktu, wykres zawartości wody w wybranych narządach człowieka, natomiast w podręczniku do liceum – dodatkowo tabela z dobowym zapotrzebowaniem osoby dorosłej na składniki odżywcze, wykres do obliczania BMI, wykres przedstawiający odsetek osób z nadwagą w Polsce, tabela spalania kalorii podczas różnej aktywności fizycznej.

Dla uczniów poziomu gimnazjalnego proponowane są instrukcje do samodzielnych doświadczeń zatytułowane „Sprawdź to sam”:

- wykrywanie skrobi za pomocą jodyny,
- wykrywanie tłuszczów w żywności,
- wykrywanie witaminy C.

W podręczniku do biologii dla liceum ogólnokształcącego doświadczenia takie oraz obserwacje proponowane są w dziale „Chemiczne podstawy życia” i są to:

- obserwacja mikroskopowa wybarwionych preparatów ziaren skrobi bulwy ziemniaka,
- wykrywanie glukozy w soku z winogron,
- wykrywanie tłuszczów w nasionach słonecznika,
- wykrywanie wiązań peptydowych – reakcja biuretowa.

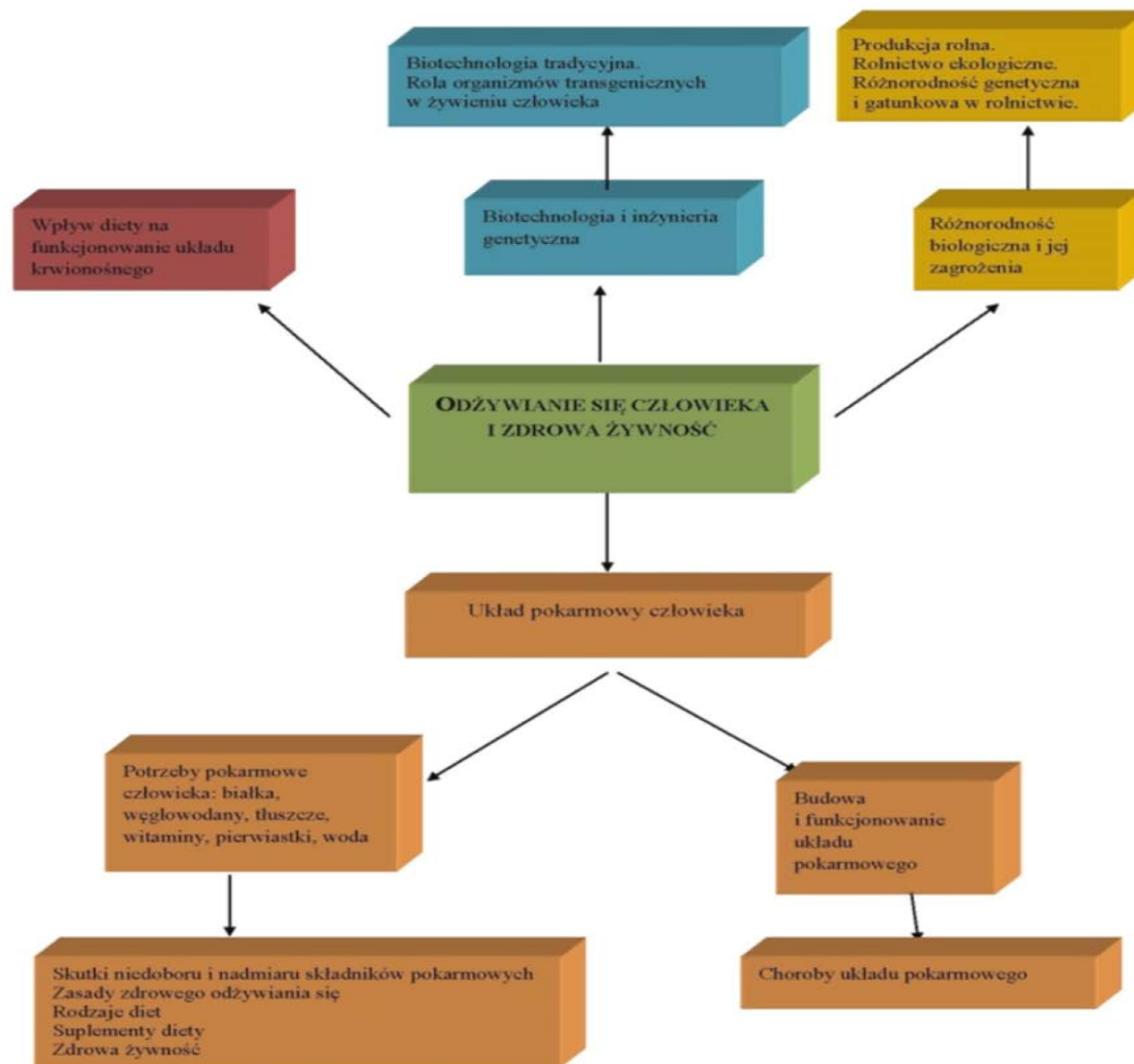
W podręcznikach szkolnych umieszcza się także informacje dla uczniów szczególnie zainteresowanych daną tematyką, wykraczające poza zakres podstawy programowej. W analizowanym podręczniku do gimnazjum informacje takie rozpoczynają się od słów „Czy wiesz, że...” i dotyczą one m.in. składu pierwiastków w związkach organicznych, konieczności dodawania oliwy do surówek dla lepszego wchłaniania witamin, choroby zwanej szkorbutem występującej dawniej u marynarzy, możliwości przeżycia przez człowieka 2-4 dni bez pobierania wody, definicji 1 kalorii. W podręczniku do biologii dla liceum informacje dla zainteresowanych uczniów dotyczą na przykład odporności witaminy B₂ na działanie wysokich temperatur i historii metod leczenia anemii złośliwej.

Wpływ właściwego odżywiania się na zdrowie omawiany jest również w rozdziale „Układ krążenia”. Na poziomie gimnazjum uczeń otrzymuje informacje na temat uwarunkowania prawidłowej pracy układu krążenia jakie stanowi odpowiednia dieta. W oddzielnej ramce znajduje się także schemat obrazujący powstawanie miażdżycy naczyń krwionośnych. W analizowanym podręczniku do liceum treści dotyczące wpływu diety na układ krążenia wzbogacone są o diagnostykę, leczenie, konsekwencje zdrowotne i profilaktykę choroby miażdżycowej. W zaleceniach profilaktycznych znajdujemy informacje o ograniczeniu spożywania nasyconych kwasów tłuszczowych i cukrów prostych oraz

konieczności dostarczania w odpowiedniej ilości soli mineralnych, wszystkich niezbędnych aminokwasów i witamin.

Przedmiot *Biologia* liceum ogólnokształcącego, zakres podstawowy

Na poziomie liceum ogólnokształcącego w zakresie podstawowym kształcenia biologii, zgodnie z podstawą programową, realizowane są dwa działy: *Biotechnologia i inżynieria genetyczna* oraz *Różnorodność biologiczna i jej zagrożenia*. W obu znajdujemy zagadnienia dotyczące żywienia człowieka. We wszystkich analizowanych dla tego poziomu podręcznikach bardzo szeroko omówione są kwestie biotechnologii tradycyjnej. Zwraca się uwagę na wykorzystanie procesu fermentacji przeprowadzanej przez mikroorganizmy w produkcji serów, alkoholi, kiszonek, przetworów mlecznych oraz wyrobu pieczywa. W podręcznikach znajdujemy opisy etapów kiszenia ogórków czy pieczenia ciasta drożdżowego. Zwraca się także uwagę, że biotechnologia tradycyjna pozwala na otrzymywanie nowych odmian roślin oraz gatunków zwierząt. W analizowanych podręcznikach podkreśla się wykorzystywanie zarówno mikroorganizmów, jak i roślin transgenicznych w żywieniu człowieka. We wszystkich podręcznikach podawany jest przykład modyfikowanego genetycznie żółtego ryżu *Golden Rice* zawierającego zwiększoną ilość prowitaminy A. Ponadto wymienia się zalety roślin transgenicznych dla procesu produkcji żywności oraz poprawy ich jakości, uzyskiwania roślin odpornych na choroby wirusowe, bakteryjne i grzybowe, otrzymywania odmian niewrażliwych na herbicydy i szkodniki. Zagadnienia związane z żywieniem człowieka ukazywane są również w kontekście problematyki sprostania wyżywieniu zwiększającej się liczby ludności, a w związku z tym ekspansywnej produkcji rolnej. We wszystkich analizowanych podręcznikach, w rozdziałach odnoszących się do działu *Różnorodność biologiczna i jej zagrożenia* zwraca się



Ryc. 1 Struktura treści dotyczących prawidłowego odżywiania się człowieka i zdrowej żywności występujących w analizowanych podręcznikach szkolnych

Źródło: literatura, podręczniki 1–8.

uwagę na różnorodne skutki stosowania intensywnej gospodarki rolnej. Podkreśla się jednocześnie, że istnieje konieczność zachowywania różnorodności genetycznej i gatunkowej organizmów w rolnictwie oraz hodowli ze względu na możliwość pozyskiwania odmian i ras dających produkty lepszej jakości.

Przedmiot Przyroda w liceum ogólnokształcącym

Przedmiot *Przyroda* jest skierowany do uczniów, którzy nie kontynuują nauki w zakresie rozszerzonym z przedmiotów przyrodniczych. W podręczniku do tego przedmiotu zagadnienia dotyczące odżywiania się człowieka i zdrowej żywności znajdują się przede wszystkim w wątkach tematycznych: *Nauka w mediach* i *Zdrowie*. W obu rozdziałach dominuje tematyka prawidłowej diety człowieka pozwalającej zachować dobrą kondycję zdrowotną. Autorzy podręcznika zwracają uwagę czytelników na zagrożenia mogące wynikać z nierozsądnego stosowania suplementów diety oraz produktów typu „light” jako substytutów diety zróżnicowanej. Na uwagę zasługuje to, że w analizowanym podręczniku zamieszczane zostały także teksty źródłowe pochodzące z Internetu wraz z poleceniami w których wymaga się od uczniów oceniania słuszności stwierdzenia o nieszkodliwości stosowania suplementów diety oraz wnioskowania na temat skutków zdrowotnych stosowania restrykcyjnej diety. Wśród ciekawostek, czytelnik podręcznika znajdzie informacje o różnicy między „zdrową żywnością” a „żywnością ekologiczną”. Uczniowie tym samym uwrażliwiani zostają na stosowane powszechnie w sprzedaży produktów spożywczych zabiegi marketingowe. W analizowanym podręczniku do *Przyrody* odniesienie do prawidłowego odżywiania się znajdujemy także w rozdziale *Polscy badacze i ich odkrycia*, gdzie omówiona jest szeroko historia odkrycia witaminy B₁ przez Kazimierza Funka, a w formie graficznej zobra-

zowane skutki niedoboru tiaminy i jej zawartość w poszczególnych produktach spożywczych.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonej analizy podstawy programowej kształcenia ogólnego i podręczników szkolnych jednoznacznie wskazują na wieloaspektowe ujęcie tematyki dotyczącej prawidłowego odżywiania się człowieka. Jak widać na ryc. 1, obrazującej powiązania merytoryczne między realizowanymi zagadnieniami, kluczowe treści nauczania obejmują poznanie potrzeb pokarmowych człowieka oraz budowy i ogólnych prawidłowości funkcjonowania układu pokarmowego. Jednocześnie problematyka prawidłowego odżywiania jest obecna w działach dotyczących genetyki, a także ekologii i ochrony środowiska.

Edukacja prozdrowotna w zakresie prawidłowego odżywiania się człowieka ma na celu nie tylko rozszerzanie wiedzy, ale w sposób szczególny kształtowanie odpowiednich postaw uczniów względem własnego zdrowia. Zarówno w podstawie programowej, jak i w podręcznikach szkolnych kładzie się duży nacisk na stosowanie odpowiednich rozwiązań metodycznych i takie kreowanie sytuacji dydaktycznych, by wiedza i umiejętności nabywane w szkole stosowane były przez uczniów w życiu codziennym. Kształtowanie postaw odpowiedzialności za zdrowie własne i innych podczas edukacji szkolnej jest procesem długotrwałym, ale z pewnością przyczynia się do podniesienia świadomości społeczeństwa w zakresie prawidłowego odżywiania się oraz przekonania wśród uczniów, że po odbyciu kolejnego etapu edukacji szkolnej z zakresu biologii lub przyrody mają oni elementarną wiedzę na temat tego jak się odżywiać by być zdrowym, a co za tym idzie, ogólnej poprawy zdrowia.

Literatura

- Bednarski H (2002), Edukacja zdrowotna i promocja zdrowia wobec wyzwań XXI wieku. W: *Zdrowie Publiczne*. 112:3–6.
- Bik B, Przewoźniak L (2005). Historia profesji promotora (edukatora) zdrowia. W: *Zdrowie i choroba. Perspektywa socjologiczna*. Piątkowski W, Brodński W, (red.) Wyższa Szkoła Społ-Gosp w Tyczynie. Tyczyn, 145-164.
- Bulska J. (2010), Budowanie kompetencji zdrowotnych ludzi w środowisku ich życia. Akapit Wydawnictwo Edukacyjne
- Chromiński Z. (2003), Podstawowy miernik zachowań zdrowotnych dzieci i młodzieży. W: *Lider*. 11:3-8.
- Dudkiewicz K (2004). Edukacja zdrowotna W: *Życie Szkoły*. 2, 67.
- Iwanowicz E (2009). „Health Literacy” współczesnym wyzwaniem zdrowia publicznego. W: *Medycyna Pracy*. 60(5):427-437.
- Juśko E, Niziołek B (2000). Zachowania zdrowotne uczniów szkół ponadgimnazjalnych. W: *Problemy Opiekuńczo-Wychowawcze*. 5:42-43.
- Karski J. B.(2003). *Praktyka i teoria promocji zdrowia*. Wybrane zagadnienia. CeDeWu; Warszawa.
- Kickbusch I (2002). Health literacy: a search for new categories. *Health Promot*. Int. 17:1-2.
- Kirsch W (red.) (2008). *Encyclopedia of Public Health*. Springer Science + Business Media, LLC.
- Krawański A (2001). Teoretyczne podstawy edukacji zdrowotnej a kultura fizyczna W: *Teoretyczne podstawy edukacji zintegrowanej*. Woynarowska B, Kapica M (red.), Warszawa.
- Lewicki Cz (2006). *Edukacja zdrowotna – systemowa analiza zagadnień*. Rzeszów: Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Niedźwiedzka B, Hunska I (2010). *Zostań lepszym nauczycielem kompetencji informacyjnych*. Impuls, Kraków
- Nutbeam D (2000). Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. *Health Promotion International*. 15(3):259-267.
- Puchalski K, Korzeniowska E (2004). Dlaczego nie dbamy o własne zdrowie. Rola potocznych racjonalizacji w wyjaśnianiu zachowań zdrowotnych. W: W. Piątkowski (red.), *Zdrowie, choroba, społeczeństwo. Studia z socjologii medycyny* 107-126. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- Słońska Z (2001). Współczesna wizja edukacji zdrowotnej a promocja zdrowia. W: *Teoretyczne podstawy edukacji zdrowotnej. Stan i oczekiwania*. Woynarowska B., Kapica. M.(red.) Warszawa
- Stoczkowska R (2007). Wiedza i opinie uczniów gimnazjum o odżywianiu. W: Janicka – Panek T., Dąbrowska A. (red.) *Uczeń i nauczyciel w procesie uczenia się przyrody, biologii i ekologii*. Skiernewice.

- Syrek E (2005). Promocja zdrowia w ujęciu pedagogiki społecznej. W: Kawula S (red.). *Pedagogika społeczna, dokonania – aktualność – perspektywy*. Podręcznik akademicki dla pedagogów. Uniwersytet Toruń.
- Woynarowska B, Mazur J, Kowalewska A (1999). Zachowania zdrowotne młodzieży szkolnej w Polsce w 1998 roku W: *Zdrowie Publiczne* 109:5.
- Woynarowska B (red.) (2000). *Zdrowie i szkoła*. Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Woynarowska B (2007). *Edukacja zdrowotna*. Podręcznik akademicki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Woynarowska B (2008). *Edukacja zdrowotna*. Podręcznik akademicki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Zarcadoolas C, Plasant A, Greer D.S. (2005). Understanding health literacy: an expanded model. *Health Promotion International*. 20:195-203.

Podręczniki

- Archacka K, Archacki R, Spalik K, Stocka J (2012). Po prostu biologia. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych. Zakres podstawowy. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa.
- Baca A, Łaszczyca M, Łaszczyca P, Skirmuntt, Skirmuntt K (2012). Biologia. Zakres podstawowy. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych., Wydawnictwo Operon, Gdynia.
- Bonar E, Krzeszowiec-Jeleń W, Czachorowski St (2012). Biologia na czasie. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych. Zakres podstawowy, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa.
- Dubert F, Kozik R, Krawczyk St, Kula A, Marko-Worłowska M, Zamachowski Wł (2013). Biologia na czasie 2, Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony. Wydawnictwo Nowa Era. Warszawa.
- Dubert Fr, Jurgowiak M, Marko-Worłowska M, Zamachowski Wł (2014). Biologia na czasie 3, Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa
- Guzik M, Jastrzębska E, Kozik R, Matuszewska R, Pyłka-Gutowska E., Zamachowski Wł (2012). Biologia na czasie 1, Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa.
- Jakubik B, Szymańska R (2012). Biologia. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych. Zakres podstawowy. Wydawnictwo Operon, Gdynia
- Jefimow M (2009). Puls życia. Podręcznik dla gimnazjum. Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa

Problems concerning a healthy diet and healthy food in the education of science

Alicja Walosik, Beata Jancarz-Łanczkowska

A proper diet is on the necessary conditions to maintain a homeostasis of the body, that is to maintain a one's health. The body goes through many changes during puberty. These changes pertain to emotional, cognitive and physical spheres. Important changes occur in the body: rapid growth in height, development of blood vessels, increase in body mass, bone growth. This requires changes to dietary habits of a young organism. During this period, which happens to be during school years, eating habits are developed. In recent years the dietary situation in reference to children and adolescents is not satisfactory in many aspects. The diet of the young generation is improperly balanced, typically contains an excessive amount of dietary components with an obvious lack of other necessary ingredients. Dietary mistakes made by the parents, but also feeding centers – canteens, school food shops, predispose individuals to develop many eating disorders such as: type 2 diabetes, high blood pressure, osteopenia, osteoporosis.

Education in the area of a healthy diet is being carried out at the level of medical education (nutrition and dietetics, early prevention), biological level (digestive processes) and economical level (food production and marketing, consumer behavior) but is also a part of health education, of which the theoretical bases are connected to pedagogy of health. It should get children and adolescents involved in the process of making decisions on how information will be presented, the content and method of presentation. It is crucial that the activities are focused not only on presenting the information but also promotion of a healthy lifestyle and diet as well as creating permanent changes in the school and family environment. Healthy food and dietary issues have been incorporated into school curriculum of science, especially biology (2008, 2012) as well as the National Health Program for the years 2007–2015.

An analysis of documents has shown that the topics of healthy food and diet are recommended to be included on all levels of education. This education will be successful if combined with the cooperation from home and local community.

Key words: healthy diet, nutrition, healthy food, school curriculum, health education (health)

Współczesne oczekiwania wobec każdego nauczyciela

– nie tylko przyrodnika, biologa... w kontekście uwarunkowań w dobie przemian edukacyjnych

Ilona Żeber-Dzikowska, Joanna Pośłowska

Streszczenie:

W dobie intensywnych przemian w oświacie i zmieniających się oczekiwań edukacyjnych, potrzeb i uwarunkowań społecznych, od nauczyciela przyrodnika, czy przedmiotowca biologa, wymaga się skutecznych zachowań gwarantujących oczekiwane wykształcenie oraz wychowanie ucznia. Autorki w artykule poruszają istotne sprawy dotyczące powyższego problemu. Sygnalizują zagadnienia związane z kwalifikacjami niezbędnymi do pełnienia roli nauczyciela we współczesnym, nieustannie zmieniającym się świecie, kompetencjami

nauczycieli, jak również oczekiwaniami społeczeństwa w stosunku do szkoły, wymaganiami społecznymi, kulturowymi i zawodowymi wobec nauczyciela oraz oczekiwaniami uczniów i rodziców wobec nauczycieli. Autorki podkreślają rangę i zwracają uwagę na ważny problem – samoedukacji, jako nieodzownego procesu w życiu współczesnego nauczyciela oraz rolę zawodową nauczyciela pracującego w świecie ciągłych zmian.

Słowa kluczowe: nauczyciel, oczekiwania edukacyjne, uwarunkowania, potrzeby społeczne, społeczeństwo, rodzice, uczniowie

otrzymano: 4.02.2016; przyjęto: 14.06.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr hab. Ilona Żeber-Dzikowska:

Zakład Zoologii i Dydaktyki Biologii, Instytut Biologii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach



mgr Joanna Pośłowska:

doktorantka Instytut Biologii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

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

W wychowaniu chodzi właśnie o to, ażeby człowiek stał się coraz bardziej człowiekiem, o to, ażeby bardziej był, a nie tylko więcej miał, aby więc, poprzez wszystko co ma, co posiada, umiał bardziej i pełniej być człowiekiem, to znaczy, ażeby również umiał bardziej być nie tylko z drugim, ale i dla drugich.

Karol Wojtyła (1980-1985)

Wstęp

Proces nauczania ma miejsce zarówno wtedy, kiedy występuje jako zespół czynności przypadkowych i okazjonalnych, jak i wtedy, kiedy staje się zaplanowanym, systematycznym i bezpośrednim kierowaniem procesem uczenia się. Analizując drugi przypadek, proces

uczenia jest ściśle związany z procesem nauczania przez długi, często wieloletni okres czasu. Z uwagi na to, że procesy te są ze sobą ściśle powiązane, określamy je wspólną nazwą i mówimy o procesie nauczania-uczenia się. Proces ten charakteryzuje się tym, że oba czynniki występują obok siebie tworząc jednolitą całość, nie tylko czynności uczenia, tzn. stwarzania odpowiednich warunków do opanowywania wiedzy przez uczniów. Występuje również element kontroli, dzięki której stworzone warunki mogą być racjonalnie wykorzystywane. Element ten został wprowadzony, by nauczyciel mógł obserwować przebieg pracy uczniów oraz ocenić jej rezultaty. Może zalecać odpowiednie modyfikacje stosując np. pytania naprowadzające czy stosowne dygresje. Możemy zatem powiedzieć, że proces nauczania-uczenia się składa się z czynności uczenia oraz co bardzo ważne, umiejętności nauczania, tzn. uczenia wraz z kontrolą oraz wprowadzaniem zabiegów korektywnych. Mają one na celu zapobiec błędom mogącym wystąpić podczas procesu poznawania rzeczywistości lub je likwidować.

Kierowanie procesem uczenia w ten sposób zapewnia lepsze wyniki niż samo tylko uczenie pozbawione bezpośredniej i systematycznej kontroli ze strony nauczyciela. Wprawdzie uczeń pozyskujący wiedzę jedynie z podręcznika czyni to również w kierowany sposób – tutaj kieruje nim autor książki – jednak przebieg i wynik jego pracy nie są poddawane systematycznej kontroli. Może więc nieświadomie popełniać błędy, które mogą znacznie utrudnić mu dalszą pracę, a nawet uniemożliwić osiągnięcie zamierzonego celu. Dlatego proces w którym uczenie się zdecydowanie przeważa nad procesem nauczania stosuje się głównie dla ludzi dorosłych, dysponujących umiejętnością samokontroli (Kupisiewicz, 2000).

Aby stać się nauczycielem, który jest w stanie sprostać oczekiwaniom społecznym, należy przede wszyst-

kim posiadać mocną podstawę, czyli odpowiednie kwalifikacje i kompetencje.

Kwalifikacje niezbędne do pełnienia roli nauczyciela we współczesnym, nieustannie zmieniającym się świecie.

W zreformowanej szkole, nieustannym zmianom ulegają przede wszystkim, charakter pracy oraz zadania nauczyciela. Konieczne staje się skupianie jego uwagi na coraz powszechniejszych problemach: wychowawczych, w uczeniu się zintegrowanego podejścia do procesu dydaktycznego, pracy w zespole, współpracy ze środowiskiem lokalnym oraz blokowego nauczania przedmiotów. Osoby nauczające w znacznym stopniu mają wpływ na przyszłość. Można założyć, że istota i warunki pracy dydaktyczno-wychowawczej nauczycieli oraz jakość uczenia będą inne niż współczesne. Dlatego wszelkie refleksje nad kompetencjami zawodowymi, rolami i formowaniem ich osobowości należy zwrócić ku możliwej, nie dającej się przewidzieć, preferowanej, prawdopodobnej, idealnej i pożądanej przyszłości. Umiejętność myślenia kategoriami przyszłości urasta do podstawowego zadania edukacji nauczycieli. W reformowanym systemie edukacji, modyfikacji i zmianie ulegają czynności, funkcje i zadania nauczycieli. Do najważniejszych z nich należą:

- Organizacja procesu nauczania-uczenia się uczniów, przy wspierającej i kierowniczej roli nauczycieli, by wywołać ich wielowymiarową aktywność, ukierunkowaną na realizowanie i formułowanie strategii edukacyjnej: *Rozumieć świat – kierować sobą*.
- Organizacja procesu wychowania zarówno w życiu szkolnym jak i środowiskowym, wspólne kształtowanie charakterów uczniów, wpływanie na ich postawy społeczne, umiejętność współzycia

we wspólnotach, realizacja praw dziecka oraz rozwój samorządowości.

- Opieka nad młodzieżą, diagnozowanie potrzeb i sytuacji, socjalizacja i resocjalizacja oraz przeciwdziałanie patologiom występującym w społeczeństwie. Wspólna praca z rodziną ucznia oraz środowiskiem lokalnym. Ważnym elementem jest również rozwijanie pogłębionego dialogu wszystkich podmiotów edukacji na temat ucznia, rodziców, szkoły i środowiska.
- Orientacja i wspieranie młodzieży w kształtowaniu jej planów zarówno życiowych, jak i edukacyjnych, w sytuacji zmian będących skutkiem procesów transformacji systemowej, aktualnych potrzeb

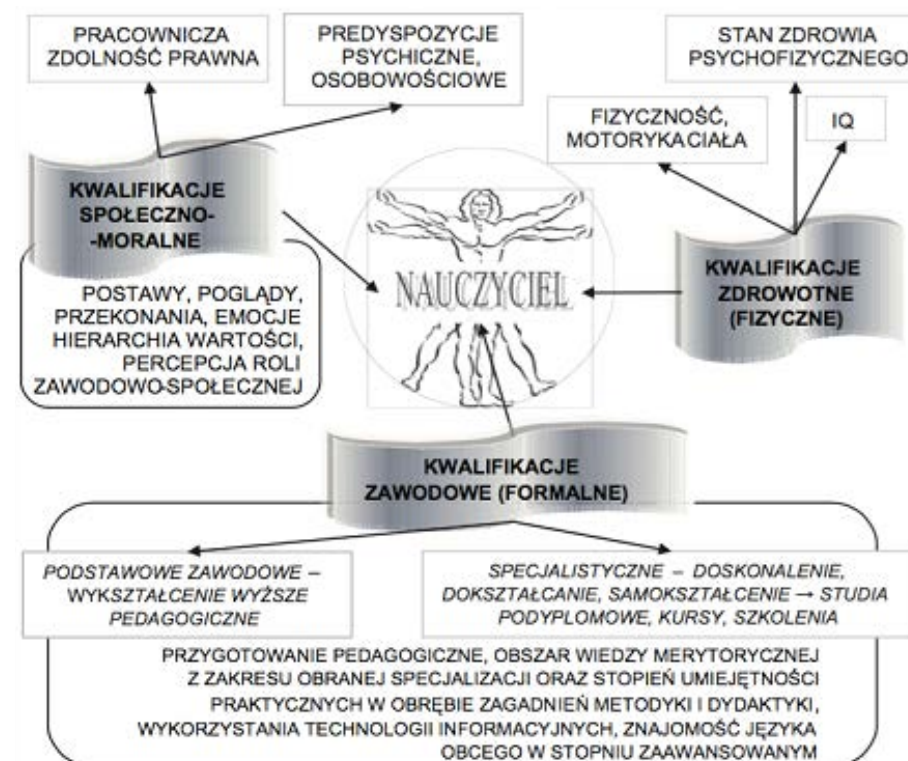
rynku pracy, dużego wpływu (nie zawsze pozytywnego) środków masowej komunikacji społecznej na świadomość młodzieży.

- Inicjowanie nowych rozwiązań oraz nowatorska działalność w pracy uczniów i ich nauce przez uruchamianie motywacji pozytywnej ze wskazaniem na konieczność więzi teorii i praktyki pedagogiczno-społecznej (Denek, 2005).

Kompetencje nauczycieli

Jakie podstawowe kompetencje (mając na myśli umiejętności złożone wyższego rzędu) są potrzebne współczesnym nauczycielom, aby mogli odpowiednio

Ryc. 1. Układ kwalifikacji pracowniczych, jako niezbędnych struktur psychofizycznych nauczyciela
Źródło: Lorek, 2011.



realizować swoje funkcje i zadania? „Nowoczesna szkoła” wymaga od nauczycieli, żeby byli wyposażeni podczas kształcenia, doksztalcania i doskonalenia w szeroki zasób umiejętności i wiadomości oraz otwarci na innowacje w swojej aktywności zawodowej.

Zdaniem R.J. Yinger i M. Hendricks-Lee (1993) nauczyciele odpowiednio przystosowani do swojej pracy to tacy, którzy:

- rozumieją główne pojęcia technik i struktury dyscyplin, w zakresie których tworzą okazje do uczenia się przy uwzględnieniu różnych wzorów myślenia swoich uczniów;
- wiedzą, jak dzieci uczą się i rozwijają, a także co trzeba robić, żeby zapewnić im dostępność i wsparcie dla ich rozwoju intelektualnego, osobowościowego i społecznego;
- są świadomi tego, jak różnią się między sobą uczniowie oraz jak zróżnicowane jest ich podejście do uczenia się i konstruują dostępne programy i techniki nauczania przy jednoczesnym uwzględnieniu ich odrębności;
- znają i stosują zróżnicowane strategie nauczania zachęcając do rozwijania umiejętności myślenia krytycznego, działania i rozwiązywania problemów;
- wykorzystują indywidualne rozumienie oraz grupowe motywacje, a także zachowania do stwarzania takiego środowiska, które zachęci do tworzenia pozytywnych interakcji społecznych, zaangażowania w uczenie i wzmacniają motywację;
- stosują posiadaną przez siebie wiedzę w efektywnych werbalnych, niewerbalnych oraz medialnych technikach komunikacji. Ma to na celu kształtowanie aktywnych dociekań współpracy oraz wspieranie interakcji pomiędzy uczniami w klasie szkolnej.

- planują podstawy wiedzy wykorzystywanej w obrębie przedmiotów, współpracę uczniów ze środowiskiem, pracę uczniów oraz cele programowe;
- wprowadzają w praktykę formalne oraz nieformalne strategie oceniania. Są to środki stosowane dla szacowania i utrzymania ciągłości rozwoju uczniów pod względami: społecznym, intelektualnym i fizycznym;
- są refleksyjnymi praktykami, którzy nieustannie oceniają efekty swoich wyborów i działań w zawodzie na rzecz młodzieży, rodziców, innych kolegów i uczącej się społeczności oraz aktywnie szukają okazji do rozwoju zawodowego;
- kształtują korzystne relacje pomiędzy uczniami, a także rodzicami i różnymi instytucjami oraz podmiotami szerokiej społeczności w celu wspie-

rania uczenia się młodych ludzi, jej osiągnięć i dobrostanu (Denek, 2005).

Społeczeństwo posiada coraz większe oczekiwania w stosunku do osoby uczącej młodzież. Zanim jednak zaczniemy rozważać jakie oczekiwania wysuwa społeczeństwo w stosunku do nauczycieli najpierw musimy uświadomić sobie jakie ma oczekiwania w stosunku do szkoły której element stanowią.

Oczekiwania społeczeństwa w stosunku do szkoły

Dobra szkoła w odpowiedzi na zapotrzebowania społeczne wywołuje wśród uczniów potrzeby, po czym je zaspokaja. Chodzi konkretnie o rozumienie potrzeb jakie wskazuje A.H. Maslow (1990) w holistyczno-dynamicznej teorii. Przedstawia on w niej potrzeby

Autor	Nauczyciel przyszłości
R. Schulz (1989)	• twórczy, poszukuje nowych dróg i metod działania, wystrzega się stereotypów, elastycznie reaguje na zmienne potrzeby edukacyjne społeczeństwa i jednostki
J. Kuźma (2000)	• człowiek wielowymiarowy: wolny, autonomiczny, transgresyjny, twórczy, otwarty, elastyczny i samodzielny
B. Grzeszkiewicz (2006)	• cechuje go wysoka kultura intelektualna oraz obszerna wiedza o rozwijającym się dziecku (o jego kompetencjach, deficytach rozwojowych oraz sytuacji rodzinnej), umie odnaleźć się w zmieniającej się rzeczywistości i dokonywać mądrych wyborów, rozumie siebie i innych, jest cierpliwy, autentyczny i twórczy, skutecznie komunikuje się z innymi, umie obcować z dziećmi (też z dziećmi niepełnosprawnymi)
E. Perzycka (2006)	• ratownik medyczny, który dysponując wiedzą z biologicznych podstaw rozwoju człowieka, dba o zdrowie fizyczne swoich uczniów; • świadomy obserwator ucznia – w klasie i poza nią; • pedagog informacyjny, który dysponując wiedzą o źródłach informacji oraz umiejętnościami korzystania z różnych nośników informacji, wartościuje informacje i zarządza nimi i tego uczy swoich wychowanków; • mentor edukacji, który dba o rozwój ucznia
A. Watóła (2006)	• umie tak organizować sytuacje edukacyjne, by uczniowie samodzielnie zdobywali wiedzę i umiejętności, a następnie przekształcali ją w taki sposób, by móc rozwiązywać coraz to nowe zadania
T. Zimny (2006)	• motywuje uczniów do uczenia się, ale kształtuje też ich samodzielność edukacyjną, wdraża do samokontroli i samooceny; kształtuje umiejętność poznawania siebie oraz skutecznego rozwiązywania konfliktów

Tabela 1. Nauczyciel przyszłości według wybranych autorów

Źródło: Ozga, 2013.

zarówno podstawowe jak i metapotreby. Do potrzeb podstawowych zaliczamy potrzeby: bezpieczeństwa, fizjologiczne, przynależności i miłości, szacunku, samourzeczywistnienia. Metapotreby to m.in. dobro, sprawiedliwość, piękno, porządek i jedność. B. J. Sharkes (1990) opierając się na powyższej teorii przedstawia hierarchię potrzeb, w której szczytową pozycję zajmuje realizacja własnych możliwości. Następne w kolejności to potrzeby: bycia lubianym i szanowanym, szacunku do siebie, miłości i przynależności do kogoś. Są to potrzeby, które dotyczą prawdziwych uczuć i miejsca jakie jednostka zajmuje w danej grupie i społeczeństwie. Bezpieczeństwo i zdrowie są pozostałymi kategoriami. Dobra szkoła dba o poprawną postawę patriotyczną uczniów. Można powiedzieć o niej, że jest rozwinięta cywilizacyjnie i charakteryzuje ją przyjazne oblicze wobec uczniów.

Szkoła ciesząca się przyjaznym obliczem wobec młodzieży, rodziców, nauczycieli, środowiska lokalnego, opiera swoją działalność na podmiotowym, demokratycznym oraz partnerskim traktowaniu uczniów. Panuje w niej klimat życzliwości, zaufania, poczucia bezpieczeństwa, współpracy i wspólnego działania. Jest to ciężkie zadanie, gdy w szkole i poza nią narasta fala przemocy, kiedy powszechna staje się agresja wśród uczniów, niekiedy także wśród rodziców. Szkoła mądra to taka, która opiera swoją aktywność na zdobycach nauk o edukacji, jej pracownicy przejawiają refleksyjne i innowacyjne podejście do procesu dydaktyczno-wychowawczego i nieustannie go doskonali. O szkole rozwiniętej cywilizacyjnie mówimy, kiedy nadąża ona za rozwojem mediów, komputeryzacją i internetyzacją kształcenia; uczy młodzież zdobywania informacji z alternatywnych do podręczników źródeł i odpowiedniego korzystania z nich, a w efekcie przekształcania w wiedzę i mądrość; walczy ze wszelkimi zagrożeniami płynącymi ze strony technologii informacyjnej, prze-

ciwdziała obniżaniu się poziomu intelektualnemu uczniów i rosnącemu stresowi, który jest wynikiem między innymi nadmiaru bodźców. Zagrożenia te ujął T. Eliot w słowach: „Gdzie się podziła nasza mądrość, którą zastąpiła wiedza. Gdzie się podziła wiedza, którą zastąpiła informacja?” (Denek, 2005).

Wymagania społeczne, kulturowe i zawodowe wobec nauczyciela

Przygotowanie młodzieży do udziału zarówno w życiu społecznym, jak i zawodowym czy kulturalnym to słuszne, jednak bardzo ogólnie ujęte cele wychowania. Aby móc sprostać zadaniom stawianym nauczycielom, należy skonkretyzować ich zakres, ujęcie celów wychowania i nadać im bardziej operatywny charakter. Jan Szczepański w 1971 roku podjął próbę takiej właśnie konkretyzacji. Dokonał podziału całokształtu życia społeczeństwa na zakresy: działalność polityczną obywateli; udzielanie się w realizacji polityki ludnościowej państwa; aktywność zawodową i kulturalną; przynależność do grup nieformalnych (kręgi koleżeńskie, społeczności lokalne itp.); procesy samokształcenia i samowychowania, które wspomagają wartościowe aspiracje jednostek i ich dążenia. Analizując powyższe zakresy wywnioskować możemy określone cele działalności dydaktyczno-wychowawczej.

Biorąc pod uwagę przygotowanie do działalności politycznej w demokratycznym kraju, młodzież powinna zdobyć w szkole podstawowej taką wiedzę, która by:

- przygotowała młodych ludzi do odpowiedzialnego udziału w rządzeniu państwem, do ponoszenia odpowiedzialności za sprawy publiczne, a także pozwoliła im stać się w kolejnych latach pełnoprawnymi partnerami administracji państwowej oraz samorządowej, biorącymi udział wraz z nią w rozwiązywaniu istotnych problemów społecz-

nych, zawodowych i innych, nie wpajając biernej postawy wobec jej zabiegów;

- umożliwiła im jako przyszłym osobom pracującym na roli, robotnikom czy inteligentom pracującym, rzemieślnikom skuteczne wypełnianie określonych zadań.

Poprzez uzyskanie odpowiedniego wykształcenia w aspekcie polityki ludnościowej, uczeń powinien zostać odpowiednio przygotowany do tworzenia życia rodzinnego, włączając w to planowanie założeń własnej rodziny, do wychowywania dzieci, współpracy z istniejącymi w społeczeństwie instytucjami opiekuńczo-wychowawczymi itp. Aby przygotować młodzież do udziału w działalności gospodarczej niezbędne jest zapewnienie nie tylko określonego wykształcenia zawodowego, ale również wysokiego poziomu kultury technicznej, ukształtowania postaw racjonalizatorskich, poczucia odpowiedzialności za efekty jakościowe, ilościowe i ekonomiczne wykonywanej pracy (Kupisiewicz, 2000).

Sprostanie wszystkim przedstawionym powyżej wymaganiom i celom nie ma prawa zakończyć się zaniechaniem doksztalcenia się nauczyciela.

Oczekiwania uczniów i rodziców wobec nauczycieli

Tatar i Herencyk (2000) przedstawiają trzy główne kategorie oczekiwań wobec nauczycieli szkół podstawowych oraz ponadgimnazjalnych. Zaliczamy do nich: kompetencje w nauczaniu, pomoc i wsparcie oraz uczciwość. Odpowiednie nauczanie odnosi się do nauczyciela, którego cechują następujące zachowania: rozumiałe wyjaśnianie zagadnień, posiada silną kontrolę nad treścią lekcji, wzbudza szacunek i potrafi utrzymać porządek w klasie, jest dobrze zorganizowany. Dla młodzieży bardzo istotnymi czynnikami w pracy nauczyciela

są nauczanie i zbudowanie zaufania. Różne badania wykazały, że te dwa czynniki znajdują się w centrum wśród opinii uczniów w każdym wieku. Paradise i Wall (1986) wykazali, że dzieci szkół podstawowych postrzegają pracę nauczyciela jako pomoc dzieciom ucząc ich i przypisując im pracę. Cullingford (1987) poinformował, że młodzież ocenia nauczycieli za ich zdolności do wyjaśnienia oraz indywidualne ocenianie potrzeb swoich uczniów. W odniesieniu do percepcji studentów, Basow i Howe (1987) stwierdzili, że zarówno instrumentalne jak i uczuciowe cechy są ważne w ocenie profesorów (Tatar i Horenczyk, 2000).

Rodzice często nie są świadomi faktu, że, aby nauczyciel mógł osiągać sukcesy w pracy z ich dziećmi, konieczna jest współpraca na polu rodzic-nauczyciel oraz rodzic-dziecko.

Nauczyciele, politycy oraz sami rodzice zgadzają się z twierdzeniem, że aktywność rodzica jest niezbędnym składnikiem do efektywnej nauki dzieci. Liczne badania naukowe wykazały, że istnieją pozytywne wyniki w osiągnięciach dziecka, świadczące o zaangażowaniu rodziców w jego naukę od najmłodszych lat. Naukowcy wykorzystali wiele sposobów mierzenia osiągnięć w nauce takich jak: oceny na świadectwie, średnia ocen, standaryzowane wyniki testów, oceny nauczycieli, wyniki testów poznawczych itp. Wykazano, że dzieci, których rodziny są zaangażowane we wczesnym dzieciństwie w naukę dziecka, lub uczestniczą z dziećmi w różnych programach dziecięcych mają większe umiejętności poznawcze i językowe niż dzieci, których rodziny nie są zaangażowane (Patrikakou, 2008).

Samoedukacja jako nieodzowny proces w życiu współczesnego nauczyciela

Zmieniająca się w bardzo szybkim tempie rzeczywistość powoduje, że nowoczesny nauczyciel, aby w pełni

zrealizować swoją misję, musi permanentnie uzupełniać swoją wiedzę, doskonalić własne umiejętności oraz rozwijać swój potencjał intelektualny.

Wykorzystywanie w procesie dydaktycznym nowoczesnych technologii, technicznych środków nauczania może uatrakcyjnić zajęcia lekcyjne i pomóc w skupieniu na sobie uwagi. Podnoszenie kompetencji nauczyciela przyczynia się w efekcie do usprawnienia procesu nauczania. Praca zawodowa dla większości ludzi jest elementem, który oddziałuje na pozostałe obszary życia. Dzieje się tak, przede wszystkim dlatego, że dorosły pracujący człowiek spędza w niej około jednej trzeciej czasu jakim dysponuje. Prawidłowe i odpowiedzialne wykonywanie celów postawionych w pracy wymaga dużego zaangażowania, doskonalenia własnych kompetencji oraz stałego podnoszenia kwalifikacji i umiejętności. Zawód nauczyciela charakteryzuje się ciągłym kontaktem z młodzieżą, więc kimś, kto potrzebuje pomocy w zdobywaniu wiedzy, odkrywaniu własnych potrzeb, samorozwoju, aspiracji czy celów życiowych. Oprócz posiadanej wiedzy naukowej, niepowtarzalnej osobowości, uznawanych wartości czy światopoglądu ma kompetencje, umiejętności, które wykorzystuje w procesie dydaktycznym. Każdy uczeń również posiada odrębną od innych osobowość. Powoduje to, że każdy kontakt interpersonalny pomiędzy nauczycielem a uczniem może mieć duże znaczenie wychowawcze.

Samoedukacja nauczycieli dokonuje się wtedy, gdy:

- jednostka świadomie przechodzi na tor samoedukacji i przejmuje na siebie kierowanie własnym rozwojem;
- samoedukator jest dla siebie nauczycielem i wychowawcą;
- sam opracowuje program własnej osobowości i metody jego realizacji;
- wszystkie czynności są umotywowane i poparte wolą jednostki;

- sam selekcjonuje i dobiera źródła samonauczania i samowychowania;
- sam ocenia siebie i kontroluje realizację wytycznych samodzielnie celów i zadań;
- wpływy z zewnątrz odgrywają rolę pomocy i wsparcia, a nigdy nakazów i dyrektyw (Ludwiczak, 2009; Łączek, 2013).

Dokonujące się w ostatnich latach przemiany oświaty mają wpływ na rozwinięcie i wzbogacenie celów kształcenia. Bardzo trafnie ujmując je Tadeusz Lewowicki w swojej znanej pracy „Przemiany oświaty” (1994). Ukazuje w niej przemiany doktryny oświatowej i wskazuje na możliwość odrodzenia demokratycznego ujęć aksjologii i teleologii dydaktycznej. Aprobuję on powrót wartości uniwersalnych i budowania na nich aksjologii edukacyjnych (Półturzycki, 1999).

Rola zawodowa nauczyciela pracującego w świecie ciągłych zmian

Trzecie tysiąclecie zapowiada się czasem stałych i dynamicznych zmian w cywilizacji. Zarówno kultury, wartości oraz rozwoju technologicznego – zachodzących w skali globalnej, jak i w życiu codziennym jednostek. Człowiek współczesny funkcjonuje w świecie rozkwitających, nowoczesnych technologii, integracji, transformacji ustrojowych. Tendencje te są nie do uniknięcia, w większości wypadków jednostka nie ma również na nie wpływu. Musi jednak wobec nich się ustosunkować – sprostać wymaganiom rzeczywistości przy jednoczesnym zachowaniu własnej podmiotowości, indywidualności i odmienności w perspektywie zachodzącej *homogenizacji kultury*. Rezultatem takiej homogenizacji staje się masowość wzorców, zwyczajów, tendencji (Lorek, 2011).

Podsumowanie

W szkołach nauczyciele mogą swobodnie rozwijać dwa bardzo różne modele przywództwa:

- bardziej hierarchicznego modelu;
- bardziej integracyjnego modelu, który przynosi więcej korzyści zarówno dla nauczyciela jak i dla uczniów (Mulford, 2003).

Uczniowie niechętnie uczęszczają do szkoły, w której panuje pierwszy model przywództwa. Czują, że nie mogą do końca zaufać takiemu nauczycielowi. W wieku buntu młodzieńczego takie despotyczne podejście nauczyciela do uczniów może przynieść bardzo negatywne skutki nie tylko w aspekcie nauczania ale również w życiu prywatnym ucznia. Nauczyciel jest sfrustrowany, czuje, że musi cały czas walczyć o władzę. Drugi model, polegający na wzajemnej pomocy i współpracy, niesie ze sobą o wiele więcej korzyści. Uczniowie takiemu nauczycielowi ufają, klasa staje się zintegrowana. Bardzo często przez takie podejście, nauczyciel od ucznia który mu ufa, może również dowiedzieć się o problemach nie związanych bezpośrednio z nauką. Nauczyciel utożsamia się z klasą, czuje się jej częścią i nie obawia się, że utraci swój autorytet. W obliczu wciąż zachodzących zmian samoedukacja, doksztalcanie się, dostosowanie metod przekazywania wiedzy do stylu życia współczesnej młodzieży jest sprawą priorytetową. Aby stać się nauczycielem spełnionym i szanowanym trzeba przede wszystkim traktować uczniów indywidualnie i z szacunkiem. Nauczyciel, który rozumie problemy młodych ludzi i chce im pomóc, nauczyciel, który z pasją wprowadza ich w świat nauki na pewno będzie bardzo cennym i szczęśliwym człowiekiem.

Literatura

- Basow SA, Howe K (1987). Evaluations of college professors: Effects of professors' sex-type and sex, and students' sex. *Psychological Reports*. 60:671-678.
- Cullingford C (1987). Children's attitudes to teaching styles. *Oxford Review of Education*. 13:331-339.
- Denek K (2005). Ku dobrej edukacji. Akapit. Toruń. 71-72; 215-216; 219-220.
- Grzeszkiewicz B (2006). Nauczyciel wychowania przedszkolnego w perspektywie jutra W: Perzycka E (red.) (2006). *Nauczyciel jutra*. Wyd. Adam Marszałek. Toruń. 196-197.
- Jan Paweł II (1985). W imię przyszłości kultury. Przemówienie w siedzibie UNESCO (2.06.1980). W: Jan Paweł II, *Nauczanie papieskie* (Poznań – Warszawa 1985) III/1. 731.
- Kupisiewicz Cz (2000). *Dydaktyka ogólna*. GRAF PUNKT. Warszawa. 27-18; 76-77.
- Kuźma J (2000). *Nauczyciele przyszłej szkoły*. Wyd. AP. Kraków. 232.
- Łączek T (2013). Wartość samoedukacji w procesie doskonalenia kompetencji nauczyciela wczesnej edukacji. W: Bugajska-Jaszczołt B, Karczewska J, Przychodni A, Zyzik E (red.) (2013). *Kompetentny nauczyciel wczesnej edukacji inwestycją w lepszą przyszłość*; Tom 1. UJK. Kielce. 123.
- Lewowicki T (1994). *Przemiany oświaty*. UW. Warszawa.
- Lorek K (2011). Nauczyciel (zdolny) w przestrzeni współczesnej edukacji. *UAM. Poznań*. 24; 49.
- Ludwiczak S (2009). *Samoedukacja*. Wyd. Mado. Toruń. 45.
- Maslow AH (1990). *Motywacja i osobowość*. Instytut Wydawniczy PAX. Warszawa.
- Mulford B (2003). School leaders: challenging roles and impact on teacher and school effectiveness. *University of Tasmania*. 17-18.
- Ozga A (2013). O stawianiu się nauczycielem jutra. W: Bugajska-Jaszczołt B, Karczewska J, Przychodni A, Zyzik E (red.) (2013). *Kompetentny nauczyciel wczesnej edukacji inwestycją w lepszą przyszłość* tom 1. UJK. Kielce. 53-54.
- Paradise LV, Wall SM (1986). Children's perceptions of male and female principals and teachers. *Sex Roles*, 14:1-7.
- Patrikakou EN (2008). The power of parent involvement: evidence ideas, and tools for student success. *DePaul University. USA*. 1-2.
- Perzycka E (2006). Nauczyciel jutra w perspektywie kognitywnej. W: Perzycka E (red.) (2006). *Nauczyciel jutra*. Wyd. Adam Marszałek. Toruń. 113-134.
- Pólturzycki J (1999). *Dydaktyka dla nauczycieli*. Adam Marszałek. Toruń. 46.

- Schulz R (1989). *Nauczyciel – innowator*. WSiP. Warszawa. 8-9.
- Shakery BJ (1990). *Physiology of fitness*. Washington.
- Szczepański J (1971). *Refleksje nad oświatą*. PWN. Warszawa.
- Tatar M, Horenczyk G (2000). Parental expectations of their adolescents' teachers. *Jurnal of Adolescence*. 488-489.
- Watoła A (2006). Rola nauczyciela w edukacji najmłodszych dzieci. W: Perzycka E (red.) (2006). *Nauczyciel jutra*. Wyd. Adam Marszałek. Toruń 157.
- Yinger RJ, Hendricks- Lee M (1993). *Working knowledge in teaching*. In Day C, Calderhead J, Denicolo P (Eds.). *Research on teacher thinking: Understanding professional development*. Washington. DC: Falmer Press.
- Zimny T (2006). O zadaniach „nauczyciela jutra” w edukacji szkolnej. W: Perzycka E (red.) (2006). *Nauczyciel jutra*. Wyd. Adam Marszałek. Toruń. 87-111.

Present expectations every teacher needs to fulfil – not only a naturalist, biologist... in the context of conditioning at the stage of educational transition

Ilona Żeber-Dzikowska, Joanna Pośłowska

At the stage of intensive transition in education and changing educational expectations, needs and social conditioning a naturalist or biology teacher is required to perform effective actions which guarantee expected quality of education and upbringing of a student. The authors of the article raise important questions referring to the above problem. They highlight issues connected with qualifications crucial to perform the role of teacher in the contemporary, continually changing world, teacher competence, social expectations school needs to satisfy, social, cultural and professional requirements for teachers, students' and parents' expectations towards teachers. The authors emphasise the importance and draw attention to a vital issue of self-education as an indispensable process in life of a modern teacher and role of a teacher working in the world of continual changes.

Key words: teacher, educational expectations, conditioning, social needs, society, parents, students

Szkoła dla studiów czy studia pod dyktando szkoły?

Jan Rajmund Paśko

Streszczenie:

W opinii szerokiego grona nauczycieli akademickich maturzyści z roku na rok są coraz gorzej przygotowani do podjęcia studiów na wybranym kierunku. Nie ulega wątpliwości, że istnieje coraz większa rozbieżność pomiędzy obecnym stanem nauki a wiedzą przekazywaną w szkole. Między szkołą a studiami, (a w niektórych przypadkach jeszcze na poziomie szkoły) można zaobserwować pewną niespójność w przekazywanych treściach. Taki stan sprzyja powstawaniu transferu ujemnego, co zostało wykazane w badaniach prowadzonych przeze mnie przez około 20 lat. Czynniki wpływającymi na zbyt niski poziom wiedzy u absolwentów szkół średnich są także: umasowienie kształcenia, zły system ustalania programów nauczania, egzaminy testowe, niedocenywanie badań w zakresie dydaktyki przedmiotowych itp. W konkluzji można stwierdzić, że istnieje konieczność aby wstrząsnąć sumieniami niektórych „wielkich uczonych”, nie uznających dydaktyki przedmiotowych, bez których przepaść pomiędzy szkołą a uczelnią wyższą będzie coraz większa.

Słowa kluczowe: pedagogika, dydaktyka, kształcenie, szkolnictwo

otrzymano: 4.02.2016; przyjęto: 14.06.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr hab. Jan Rajmund Paśko, prof. MWSE:
Małopolska Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Tarnowie
Wydział Nauk Społecznych

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

Wprowadzenie

W potocznych opiniach głównie pracowników dydaktycznych wyższych uczelni można spotkać się ze stwierdzeniem, że maturzyści są coraz gorzej przygotowani do podjęcia studiów na wybranym kierunku. W takiej sytuacji nasuwa się pytanie. Czy lansowana opinia jest nieprawdziwa, a jej celem jest ukrycie nieumiejętności dydaktycznych nauczycieli akademickich, czy jest ona częściowo prawdziwa, czy może faktycznie jest prawdziwa. W tym miejscu zacytuję wypowiedź jednego z profesorów wyższej uczelni. „Wszyscy, którzy mają do czynienia z naszą młodzieżą szkolną i maturzystami, zgodnie narzekają zarówno na brak solidnych wiadomości jak i na słabe wyrobienie umysłowe młodzieży” (Dmochowski, 1939). Z powyższego cytatu można wywnioskować, że problem w różnicy pomiędzy wiedzą posiadaną przez maturzystów a oczekiwaniami nie jest zjawiskiem nowym.

Jednak nie ulega wątpliwości, że jest coraz większa rozbieżność pomiędzy obecnym stanem nauki a wiedzą przekazywaną w szkole. Przykładem może być uczenie w szkole teorii budowy atomu nieaktualnej od około 100 lat. Wiadomo, że jest ona nieaktualna, ale za to jest ładna i opracowana dydaktycznie. Podobnie z teorią kwasów i zasad powstałej około 150 lat temu a definitywnie zastąpionej nowszą w pierwszej połowie XX wieku.

Przyczyny rosnącej dysproporcji wiedzy naukowej a tej przekazywanej w szkole

Z niewystarczającego przygotowania do podjęcia studiów na danym kierunku zaliczanym do kształcącego w zakresie nauk przyrodniczych, zdawano sobie sprawę w Ministerstwie Szkolnictwa Wyższego już kilka lat temu. Niewystarczające przygotowanie absolwentów w zakresie przedmiotów przyrodniczych pró-

bowano zniwelować poprzez granty, które pokrywały koszty dodatkowych zajęć dla studentów wykazujących największe „braki”.

Podstawowe hasło we współczesnej edukacji powinno brzmieć „Aby w jak najkrótszym czasie, jak najmniejszym nakładem pracy ze strony ucznia osiągnąć jak najlepsze efekty edukacji” Chodzi nie tylko o edukację cząstkową, ale edukację w całym okresie kształcenia. Z tego wynika, że poszczególne etapy winny tworzyć jednolitą całość.

Czy tak jest? Niestety, ale nie całkiem. Jaka tego jest przyczyna?

Na to pytanie nie można udzielić krótkiej jednoznacznej odpowiedzi gdyż problem jest bardziej skomplikowany niż by się wydawało.

Aby w pełni zrozumieć przyczynę rosnącej dysproporcji pomiędzy przygotowaniem absolwentów szkół średnich a oczekiwaniami nauczycieli akademickich należy zwrócić uwagę na niektóre zmiany, które zaszły na przestrzeni ostatnich lat i pozostały bez wpływu na naszą edukację:

- Po pierwsze kształcenie stało się masowe na wszystkich szczeblach dotychczasowej edukacji.
- Po drugie nastąpił szybki postęp w odkryciach naukowych – zwłaszcza w naukach przyrodniczych, ścisłych i technicznych.
- Po trzecie brak merytorycznego, kompleksowego reformowania treści kształcenia.
- Po czwarte w wielu przypadkach dążenie do odrywania dydaktyki przedmiotowych od kierunków merytorycznych.
- Po piąte brak faktycznie nowych opracowań dydaktycznych.
- Po szóste nauczyciel stał się urzędnikiem państwowym a nie entuzjastą wykonywanego zawodu.
- Po siódme reformowanie systemu oświaty ograniczyło się głównie do reformy systemowej jednak

prawie całkowicie zostało oderwane od płaszczyzny dydaktycznej.

- Po ósme brak nowoczesnych badań z zakresu dydaktyk przedmiotów przyrodniczych, kurczowe trzymanie się starych teorii psychologiczno-pedagogicznych.
- Po dziewiąte faktycznie oddanie losów edukacji w „ręce” wydawnictw.

Umasowienie edukacji na poziomie studiów wyższych

O umasowieniu kształcenia na szczeblu ponadpodstawowym świadczy porównanie wzrostu liczby studentów i uczniów liceów ogólnokształcących pomiędzy latami 1950 i 1960 a latami 1990 i 2000.

Według rocznika statystycznego w 1950 r. ludność w Polsce liczyła 25 milionów. Do liceów ogólnokształcących uczęszczało 195 tysięcy uczniów natomiast na studia uczęszczało 125 tysięcy studentów. Natomiast 10 lat później, czyli w 1960 r. liczba ludności wynosiła 29,8 milionów. W tym roku do liceów ogólnokształcących uczęszczało 261 tysięcy uczniów a na studia uczęszczało 166 tysięcy studentów. W 1990 r. ludność Polski wynosiła 38,1 milionów do liceów ogólnokształcących uczęszczało 445 tysięcy uczniów a studiowało 404 tysięcy studentów. Natomiast gdy 10 lat później liczba ludności wzrosła tylko o 200 tysięcy i wynosiła 38,3 milionów to liczba uczniów w liceach ogólnokształcących uległa ponad dwukrotnemu wzrostowi i wynosiła 924 tysięcy, natomiast liczba studentów wzrosła ponad trzykrotnie i wynosiła 1 milion 585 tysięcy (Rocznik statystyczny 2014). Tak duża liczba studentów jest m.in. wynikiem umożliwienia studiowania każdemu chętnemu, jeżeli nie na studiach stacjonarnych to na studiach niestacjonarnych, powszechnie określanych jako studia zaoczne. Aby umożliwić studia jak największej liczbie chętnych,

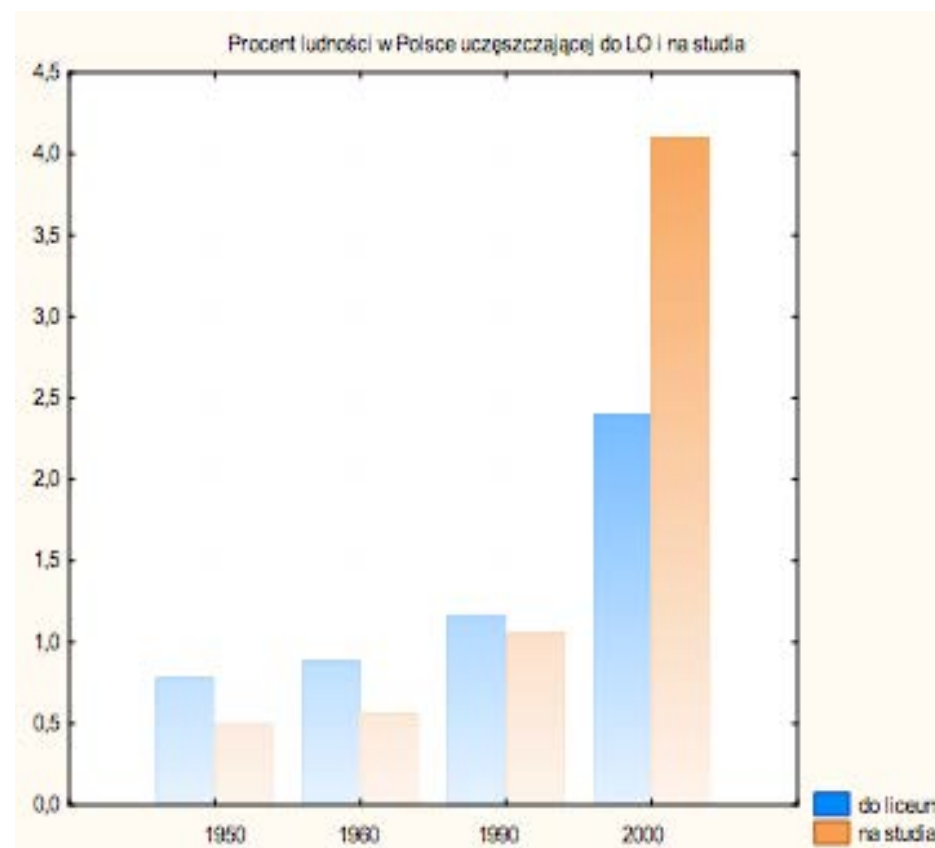
limity przyjęć na niektórych kierunkach studiów wzrosły nawet kilkakrotnie. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na zwiększenie liczby studentów było powstawanie uczelni prywatnych. Jednak w tym przypadku na tych uczelniach w zasadzie nie wzrosła liczba studentów na kierunkach określanych, jako doświadczalne, do których zalicza się biologię, fizykę i chemię.

W ostatnich latach obserwuje się bardzo szybki postęp szczególnie w naukach ścisłych, przyrodniczych i technicznych. Postęp ten w większości przypadków nie znalazł odzwierciedlenia w treściach kształcenia, co

jest jedną z przyczyn zwiększenia się dystansu pomiędzy aktualną wiedzą naukową a wiedzą przekazywaną w szkole.

Wydawało się, że tak szybki postęp w badaniach naukowych powinien w szkole wymusić zmiany treści kształcenia tak, aby były one w miarę aktualne. To jednak w dużej mierze nie nastąpiło. A w niektórych przypadkach nastąpiło nawet uwstecznienie, poprzez narzucenie w programach kształcenia konkretnych starszych teorii. Tak stało się w przypadku programu nauczania chemii w gimnazjum, gdzie wyraźnie, jako obowiąz-

Wykres 1. Procent ludności w Polsce uczęszczającej do Liceów Ogólnokształcących oraz na studia w latach 1950 i 1960 oraz 1990 i 2000



jące przedstawiono starą teorię kwasów i zasad, a także stary model budowy atomu. Jako ciekawostkę można uznać ponowne wprowadzenie prawa stałości składu, odnoszącego się do wszystkich związków chemicznych, które w tej postaci straciło na aktualności w połowie lat trzydziestych XX wieku (Dereń, Haber, Pampuch, 1975). Według aktualnych poglądów stosuje się ono tylko do związków określanych, jako daltonidy, czyli o wyraźnej strukturze cząsteczkowej.

Zbyt wolny transfer wiedzy naukowej do programów szkolnych

Jednym z czynników mających wpływ na zwiększanie dystansu pomiędzy aktualnym stanem wiedzy a treściami przekazywanymi w podręcznikach szkolnych jest zbyt długa droga od publikacji odkrycia naukowego, do momentu wprowadzenia informacji o nim do programów szkolnych (Paśko i Kucharska-Żądło, 2005).

Na przestrzeni wielu lat wykształcił się sposób ustalania zakresu treści kształcenia. Nie jest ustalany on kompleksowo dla danej dziedziny wiedzy, a jedynie dla poszczególnych etapów kształcenia. Robi to wrażenie jakby dany etap kształcenia był niezależną jednolitą całością.

Jeszcze pod koniec XX w. wyróżniano cztery etapy kształcenia. Obecnie można ich wyróżnić siedem. Za pierwszy etap kształcenia uważane jest już przedszkole, drugim jest edukacja wczesnoszkolna określana, jako nauczanie zintegrowane. Trzecim jest drugi etap w szkole podstawowej, czyli kształcenie blokowe. Czwartym jest gimnazjum, a piątym liceum (szkoły ponadgimnazjalne). Szóstym etapem jest licencjat a siódmym drugi stopień studiów kończący się pracą magisterską. Ze względu na istnienie studiów doktorskich czasami uważa się je za ósmy stopień edukacji, ale w przeciwieństwie do pozostałych już elitarny.

Niechęć do reformowania treści kształcenia wynika często z przekonania, że te nowe są dla ucznia trudniejsze. Prowadzone badania nie potwierdziły tego przekonania (Paśko, 1998a) z czego można wnioskować, że są one trudne nie dla ucznia a dla nauczyciela. Co jest zrozumiałe w świetle teorii transferu ujemnego.

Ostania prawdziwa reforma treści merytorycznych miała miejsce w Polsce w latach osiemdziesiątych XX wieku. Celem wszystkich następnych było ograniczenie w dużej mierze treści nauczania oraz wprowadzenie drobnych poprawek. Taki stan nie dziwi, skoro w pewnym okresie pracownicy ministerstwa publicznie wyrażali niechęć do pracowników wyższych uczelni, jako tych, którzy nie powinni przeszkadzać w poczynaniach ministerstwa. Preferowanie w reformowaniu głównie treści kształcenia wieloletnich praktyków, nie wróży autentycznego postępu w tym zakresie.

Winni rosnącej dysproporcji pomiędzy wiedzą naukową a tą przekazywaną w szkole

Za pogłębianie się dysproporcji pomiędzy oczekiwaniami uczelni a przygotowaniem absolwentów winę można przypisać nie tylko szkole, ale i uczelniom wyższym. W wielu przypadkach dydaktycy przedmiotowi nie są doceniani, a nawet są traktowani jak zło konieczne. Nie należą do rzadkości propozycje przeniesienia ich na wydział pedagogiczny. Znane są przypadki, gdy zajęcia z dydaktyki nauczania przedmiotu nie prowadzi dydaktyk, (bo już go przeniesiono do pedagogów – dotyczy to przypadków, gdy doktor danej dziedziny uzyska stopień naukowy doktora habilitowanego z pedagogiki) tylko specjalista w danej dziedzinie naukowej. Przyczyn takiego stanu jest wiele. Jednak nie ulega wątpliwości, że dzieje się tak wskutek błędnej polityki ministerstwa. Z drugiej strony wina leży częściowo też po stronie dydaktyków. Wykazują oni brak wyraźnych

działań w obszarze „bezsprzecznej” dydaktyki szczegółowej. W wielu przypadkach działania dydaktyków ograniczają się do metodyki nauczania danego przedmiotu natomiast nie wnoszą nowych poglądów w zakresie dydaktyk przedmiotowych.

Modernizacja procesu edukacji w szkole

Analizując doniesienia o nowych opracowaniach dydaktycznych, osoby z pewnym stażem nauczycielskim mogą stwierdzić, że w przeważającej ilości przypadków nie są to nowości a jedynie znane wcześniej metody podane w innym kontekście. Coraz bardziej powszechne staje się „odgrzewanie” starych metod i podawanie ich jako nowe (Galska-Krajewska, Siporska, Szelągowska, 2015). Daleko posunięta komputeryzacja procesu edukacji właściwie nie wylansowała nowych metod dydaktycznych. Słowo drukowane i obraz przeniosły się z papieru na ekran komputera, e-booka lub nawet komórki. Niektórzy wykorzystanie multimediów w procesie edukacji uważają za nowe, a nawet nowoczesne rozwiązania dydaktyczne. Wykorzystanie multimediów można uważać co najwyżej za rozwiązania metodyczne, a nie za dydaktykę przedmiotową. W początkowym okresie, w wykorzystaniu multimediów w edukacji upatrywano powstanie nowej dydaktyki równie przełomowej jak sto lat wcześniej, gdy swoje hasła lansowali progresywiści (Paśko, 2010).

Innowacje dydaktyczne głównie odnoszą się do formy przekazu, rzadko dotyczą one przekazu nowszych treści. Nawet jeżeli pojawiają się rozwiązania przekazu nowych treści to nie znajdują one aprobaty wśród części dydaktyków, nie mówiąc już o nauczycielach. Przykładem może być dydaktyczne opracowanie wprowadzenia Brønsteda teorii kwasów i zasad (Paśko, 2000) w miejsce królującej tzw. (bo modyfikowanej w celu reanimacji) Arrheniusa teoria kwasów i zasad. Obsta-

wanie przy nieaktualnej już od około 90 lat teorii tłumaczy się jej łatwością. Jej zręby powstały ponad 130 lat temu ale uniemożliwia ona tłumaczenie zachowań wielu substancji chemicznych. Z tego wniosek, że preferuje się w dalszym ciągu w dużej mierze pamięciowe opanowanie wiedzy.

Reformowanie systemu edukacji a treści nauczania

Kolejne reformy kształcenia nauczycieli przyczyniały się do deprecjacji tego zawodu. Najpierw stworzono w uniwersytetach, w ramach tego samego kierunku odrębne kształcenie nauczycieli, na które kierowano tych, którzy najgorzej zdali egzamin wstępny (chyba, że od razu deklarowali specjalność nauczycielską). Natomiast od pewnego czasu stało się powszechne przyzucanie do zawodu nauczyciela przedmiotowego (Paśko, 2009).

W ostatnich latach nauczyciel jest coraz bardziej „wpisywany” w ramy proceduralne, co nie sprzyja ekspozycji jego osobowości. Wykonuje dokładne polecenia, kurczowo trzyma się podstawy programowej. Konsekwencją jest nieposzerzanie treści kształcenia. Przestaje być w wielu przypadkach pasjonatem, a staje się urzędnikiem, co nie mobilizuje uczniów do zainteresowania się przedmiotem.

Reforma z przełomu XX i XXI wieku w pewnym sensie nawiązywała do reformy Jędrzejewiczowskiej z 1932 r., zmianie uległa długość poszczególnych etapów nauki. Skrócono względem niej gimnazjum jakby przenosząc ostatnią klasę gimnazjum do liceum dzięki czemu jest ono trzyletnie. Zapomniano jednak, że ówczesne gimnazjum było już szkołą elitarną, natomiast obecne jest szkołą masową, gdyż na nie rozciąga się obowiązek szkolny. Jednym z czynników blokujących w pewnym sensie modernizację treści nauczania jest błędna interpretacja poglądów Piageta, lansowana obecnie głównie

przez piagetologów. W przypadku chemii objawia się np. stosowaniem innego modelu budowy atomu w szkole (tzw. Bohrowski) niż obowiązujący w poglądach naukowych, a co za tym idzie na studiach. W tej sytuacji zachodzi zjawisko transferu ujemnego, z czym nie liczą się autorzy szkolnych programów nauczania (Dzienniku Ustaw RP, Nr 4, z dnia 15 stycznia 2009).

Występowanie transferu ujemnego, ujawniły badania prowadzone przeze mnie na przestrzeni 20 lat. Kilka lat temu przeprowadzono badania na grupie około 100 osób, studiujących biologię. Na wykładzie i na ćwiczeniach w oparciu o kwantową teorię budowy atomu omówiono przyczyny tworzenia związków chemicznych przez helowce (z wyjątkiem helu i neonu) tym samym ujawniając, jaką mogą one wykazywać wartościowość w związkach chemicznych.

Na kolokwium na pytanie, jaką wartościowość może ksenon wykazywać w związkach chemicznych, około 45 % stwierdziło, że atomy tego pierwiastka nie tworzą związków chemicznych (co było zgodne z obowiązującą w szkole teorią budowy atomu). W niektórych przypadkach efekt transferu ujemnego był tak mocny, że należało kilkakrotnie korygować poglądy studentów. Jak wykazano na powyższym przykładzie zjawisko to wpływa na zmniejszenie efektywności kształcenia szczególnie na wyższych etapach edukacji. W przypadku edukacji na poziomie szkoły, dodatkowo będzie powodowało odczucie trudności przedmiotu, a co za tym idzie spowoduje spadek zainteresowania przedmiotami przyrodniczymi w szerokim znaczeniu. Innym przykładem powodowania transferu ujemnego jest nauczanie w szkole teorii kwasów i zasad zgodnie ze zmodyfikowaną tzw. teorią Arrheniusa (Paśko, 1998a).

Źle rozumiany system koncentryczny lub spiralny prowadzi do nauczania bardziej w kontekście historycznego rozwoju pojęć, niż poszerzania wiedzy na kolejnych etapach kształcenia (Paśko, 1998). Jest to

z jednej strony marnowanie czasu przeznaczonego na realizację treści nauczania, a z drugiej jest przyczyną transferu ujemnego.

Bezwzględna wiara w interpretacje poglądów Piageta przez piagetologów zakłada, że na wczesnych etapach edukacji nie można przekazywać pewnych informacji dotyczących struktury materii, gdyż zawierają one pojęcia abstrakcyjne. Wydaje się to tym bardziej dziwne, że nikt nie neguje wprowadzania cyfr i liczb już na początku edukacji szkolnej. A przecież cyfry są abstrakcją. Prowadzone badania wykazały, że już w edukacji wczesnoszkolnej można wprowadzać w zakresie prope-deutycznym pojęcia odnoszące się do budowy otaczającej nas materii (Paśko i Zimak, 2012).

Źle pojęta reforma treści nauczania

Nie bez znaczenia dla wyników reformy jest jej wprowadzanie bez badań pilotażowych, co w ostatnich czasach stało się bardzo powszechne. Poglądy na przebieg procesu kształcenia w świetle nowych badań uległy zmianom i doprecyzowaniu, natomiast nie znalazło to przełożenia na sposób edukacji szkolnej. Nie prowadzi się badań z wykorzystaniem osiągnięć w zakresie neurodydaktyki, zmierzającym do zwiększenia efektywności nauczania i uczenia się.

Nie jest tajemnicą, że pomiędzy wydawnictwami toczy się „walka” o klienta. Lecz ta walka o klienta nie toczy się na płaszczyźnie ambitnego podręcznika, ale takiego który będzie się dobrze sprzedawał. Wydawnictwa organizują spotkania, których zadaniem jest głównie promocja własnego podręcznika. Pluralizm, który miał być drogą do podniesienia poziomu edukacji delikatnie mówiąc spowodował jej stagnację.

Niepokojące jest samozadowolenie pomysłodawców lub ich popleczników przy ocenie efektów ich pomysłów pedagogicznych. Zamiast wyników rzetelnych badań

można usłyszeć odwołania do fragmentów przeprowadzonych rozmów w stylu: w rozmowie wyrazili zadowolenie...; wysoko ocenili... itp.

Obecną sytuację w pewnym sensie można określić jako paradoks. Każdy niższy szczebel edukacji ma odrębne ustalenia dotyczące kształcenia w swoim obszarze, nie licząc się z odbiorcą czyli wyższym szczeblem edukacji. W konsekwencji szkoła decyduje jakie przygotowanie do kontynuowania dalszej nauki ma absolwent liceum, nie licząc się z potrzebami uczelni wyższych.

Pomysłodawcy wielu rozwiązań dydaktycznych nie odwołują się do badań nad ich efektywnością, a powołują się na podobne rozwiązania w innych państwach. Wydaje się dziwne, że nasi twórcy przyznają się do braku nowych realnych i efektywnych pomysłów, o czym może świadczyć preferowanie odwzorowywania. W dyskusjach często z braku argumentów używają stwierdzenia „to narzuca Unia” (Paśko, 2013).

A może należy pokusić się o własne rozwiązania, tak, aby w przyszłości nasz model dydaktyczny był naśladowany przez innych (Paśko, 2014).

Zakończenie

Aby zmniejszyć dystans pomiędzy oczekiwaniami wyższych uczelni a przygotowaniem maturzystów należy program edukacji przedmiotowej poddać gruntownej reformie. W pierwszej kolejności to uczelnie powinny ustalić jakiego przygotowania spodziewają się po maturzystach. Na podstawie tych informacji zostałby ustalony program nauczania w liceum. Następnie licea ustaliłyby czego oczekują od absolwentów niższego szczebla edukacji. W ten sposób uzyskana wiedza służyłaby do odpowiedniego przygotowania uczniów na etapie edukacji wczesnoszkolnej do dalszego zdobywania wiedzy.

Drugim elementem powinno być podniesienie rangi dydaktyk przedmiotowych, poprzez uznanie badań

w ich obszarze za pełnowartościowe. Natomiast sami dydaktycy powinni przesunąć centrum swoich zainteresowań twórczych z metodyki na dydaktykę przedmiotową.

Należy wstrząsnąć sumieniami niektórych wielkich uczonych, aby uświadomili sobie, że bez dydaktyk przedmiotowych przepaść pomiędzy szkołą a uczelnią wyższą będzie coraz większa. Z drugiej strony sami dydaktycy powinni zadbać o ambitne i praktycznie przydatne badania w pełni naukowe.

Literatura

- Dereń J, Haber J, Pampuch R (1975). *Chemia ciała stałego*. Warszawa PWN. 284.
- Dmochowski A (1938). *Szkoła współczesna a nauczanie fizyki*. W: Fizyka i chemia w szkole Tom X nr 1. Wilno. 7.
- Dziennik Ustaw RP. Nr 4, z dnia 15 stycznia 2009.
- Galska-Krajewska A, Siporska A, Szelągowska W (2015). *„Nowości” dydaktyczne – z wiekowym rodowodem*. W: Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia?. Kraków. Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie. 10.
- Kuchaska-Żądło M, Paśko JR (2005). *Od odkrycia do podręcznika szkolnego – droga daleka czy bliska?* W: Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, Séria D, Vedy o výchove a vzdelávání. Suplementum 1. Trnava. 213–220.
- Paśko I, Zimak P (2012). *Animacja komputerowa w poznawaniu przyrody przez dzieci w młodszy wieku szkolnym*. W: Poznawanie świata w edukacji dziecka, pod red. Krystyny Gąsiorok i Ingrid Paśko. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego. 169–189.
- Paśko JR (1998). *Nauczanie chemii historyczno-strukturalne czy funkcyjne* Materiały międzynarodowego seminarium problemów dydaktyki chemii t VII. Opole. 21–23.
- Paśko JR (1998a). *Porównanie osiągnięć uczniów uczonych teorii kwasów i zasad zgodnie z teorią Brönsteda a teorią Arrheniusa* W: Aktualni otázky výuky chemie t VIII. Gaudeamus Hradec. Králové. 94–97.
- Paśko JR (2009). *Czy istnieje potrzeba studiów nauczycielskich?* W: Edukacyjne zagrożenia i wyzwania młodego pokolenia. Poznań: Wyd. Wyższej Szkoły Bezpieczeństwa.
- Paśko JR (2010). *Czy multimedia spowodują powstanie nowej dydaktyki*. W: Człowiek, media. Kraków: Katedra Technologii i Mediów Edukacyjnych UP. 210–214.

Paśko JR (2000). *Trochę inaczej o doświadczalnym wprowadzaniu teorii kwasów i zasad*. W: Chemia w Szkole, t. XLVI. WSiP. Warszawa. 204–206.

Paśko JR (2013). *Kształcenie w Unii czy dla Unii?* W: Edukacja polska w konstelacji europejskiej pod red. Kazimierza Żegnałki, Siedlce: Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach. 79–101.

Paśko JR (2014). *Skąd wyszliśmy i dokąd idziemy*. W: Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie Přírodovědné a technologické vzdělávání pro XXI. století: sborník příspěvků XXIII. Mezinárodní konference o výuce chemie a IX. Regionálního IOSTE symposia pro Střední a Východní Evropu: Hradec Králové, IX – 2014 Hradec Králové: Gaudeamus. 54–59.

Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2014. Główny Urząd Statystyczny. Rocznik LXXIV. Warszawa.

Schools for universities or universities driven by schools?

Jan Rajmund Paśko

It has been opined by a large group of academic teachers that contemporary A-level school-leavers are increasingly less and less prepared for beginning university studies in the chosen field. An increasing gap between the state of scientific knowledge and what is taught in schools undoubtedly exists. There is an observable incoherence of the conveyed content between school and university education, often already evident on the school-level. According to my ongoing research conducted for around 20 years, this state of disjunction fosters negative transfer. Other factors influencing this low level of knowledge among the secondary schools' alumni include popularization of high-school education and its resulting general mass-character, a flawed system of creating curricula, multiple-choice tests and exams, little attention being given to research on teaching and instruction methods in a given subject and other similar issues. In conclusion one can argue that there is a need to appeal to conscience of some “grand scholars” who fail to acknowledge subject didactics and, thus, lead to a growing gap between learning at secondary schools and tertiary education received at universities.

Key words: teaching, didactics, education, schooling

Rola metody naukowej i eksperymentu w kształtowaniu postawy badawczej ucznia i studenta

Marlena Zielińska, Agnieszka Ziolkowska

Streszczenie:

Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie wyników badań dotyczących roli eksperymentu w połączeniu z metodą naukową w kształtowaniu postawy badawczej ucznia. Badania przeprowadzono w gimnazjach toruńskich. Próbę badawczą stanowiły klasy, w których odbyły się lekcje z wykorzystaniem eksperymentu, natomiast próbę kontrolną klasy, które miały tylko omówiony teoretycznie eksperyment. Po przeprowadzonych lekcjach sprawdzono w obydwu grupach poziom wiedzy uczniów oraz umiejętność posługiwania się pojęciami z zakresu metodologii badań. Uzyskane wyniki wskazały, że samodzielne przeprowadzenie eksperymentu przez uczniów pozwala nie tylko na lepsze zapamiętanie wiadomości, ale również zrozumienie procesów zachodzących w przyrodzie,

jak i stosowanie zdobytej wiedzy w sytuacjach typowych i problemowych. Biorąc pod uwagę efekty stosowania tych metod w nauczaniu, wprowadzano je również w kształceniu akademickim. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zastosowane metody są niezwykle cenne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych na wszystkich etapach edukacji. Wyzwalają aktywność, pozwalają na rozwijanie samodzielności w myśleniu i działaniu, dochodzenie do nowej wiedzy poprzez rozwiązywanie problemów teoretycznych i praktycznych, przez co przyczyniają się do kształtowania postawy badawczej ucznia i studenta.

Słowa kluczowe: metoda naukowa, eksperyment biologiczny, postawa badawcza ucznia

otrzymano: 4.02.2016; przyjęto: 14.06.2016; opublikowano: 30.09.2016



dr Marlena Zielińska: Pracownia Dydaktyki Wydział BiOŚ, UMK w Toruniu



Agnieszka Ziolkowska: studentka studiów II stopnia kierunku biologia, specjalność: nauczanie biologii, Wydział BiOŚ UMK, Toruń

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

Wprowadzenie

Znane od wielu wieków stwierdzenia Konfucjusza: *Co usłyszę, zapomnę. Co zobaczę, zapamiętam. Co sam zrobię, zrozumie.* bardzo wiele mówią o mechanizmie uczenia się i o tym, jak ważna dla efektywności tego procesu jest aktywna postawa osoby uczącej się. Zatem niezwykle istotne jest stosowanie w procesie kształcenia metod wyzwalających tę aktywność. Do najbardziej wartościowych i niezastąpionych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych należy metoda laboratoryjna. Prowadzenie obserwacji i wykonywanie doświadczeń pozwala na samodzielne zdobywanie wiedzy. A samodzielność w myśleniu i działaniu to druga bardzo ważna

cecha osoby uczącej się. Na jej rozwijanie mają niewątpliwie wpływ metody poszukujące (Stawiński, 2006), do których należy między innymi klasyczna metoda problemowa. Cechą istotną nauczania problemowego jest aktywność badawcza ucznia, pojawiająca się w określonej sytuacji i zmuszająca go do stawiania sobie pytań – problemów, do formułowania hipotez i weryfikowania ich w toku operacji umysłowych i praktycznych (Okoń, 1975). Rozwiązywanie problemów rozwija aktywność, samodzielność w myśleniu i działaniu, co jest warunkiem prawidłowego przygotowania młodzieży do życia we współczesnym świecie. Uczeń przygotowany do rozwiązywania trudnych zadań łatwiej da sobie radę w sytuacjach problemowych, które niesie ze sobą życie.

Pomimo wyraźnych wskazań w *Podstawie Programowej Kształcenia Ogólnego* na konieczność zapoznania uczniów z metodyką badań charakterystyczną dla nauk przyrodniczych, rozwijania rozumowania naukowego i argumentacji oraz stosowania metody praktycznej w postaci eksperymentów uczniowskich, ciągle zbyt często w szkołach dominują metody podające, które wymagają od uczniów jedynie przyswojenia gotowej wiedzy i nie stwarzają możliwości rozwijania postawy badawczej. W świetle tego dokumentu, uczeń po III i IV etapie kształcenia powinien wykazać się znajomością metodyki badań (*uczeń planuje, przeprowadza i dokumentuje obserwacje i doświadczenia biologiczne, określa warunki doświadczalne, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą, formułuje problemy badawcze, stawia hipotezy i weryfikuje je na drodze obserwacji i doświadczeń, formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń*). Zadaniem szkoły jest zatem umożliwienie uczniom projektowania i prowadzenia obserwacji oraz doświadczeń biologicznych. Istotą ich realizacji powinno być omówienie z uczniami podstaw metodyki badań naukowych, począwszy od sformułowania problemu badawczego, przez postawienie hipotezy badawczej,

planowanie doświadczenia lub obserwacji, skończywszy na zapisaniu wyników, sformułowaniu wniosków i końcowej weryfikacji hipotezy badawczej. Dopiero w ten sposób wymagania ogólne dotyczące znajomości metodyki badań biologicznych będą w pełni zrealizowane. Wyjaśnienie podstawowych pojęć z zakresu metodologii badań oraz etapy eksperymentu biologicznego znajdują się w naszej wcześniejszej publikacji (Zielińska, Trejgell, 2008) oraz w pracy Rybskiej i wsp. (2012). Ponadto autorki w swoim artykule wyjaśniają różnice pomiędzy eksperymentem a doświadczeniem, które to pojęcia są często mylone.

Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie wyników badań dotyczących roli eksperymentu w połączeniu z metodą naukową w kształtowaniu postawy badawczej ucznia. Interesujące wydawało się nam sprawdzenie, czy użycie tej metody przyczyni się do lepszego zapamiętania i zrozumienia wiadomości oraz zastosowania zdobytej wiedzy w sytuacjach typowych i problemowych. Ważne jest też zachęcenie nauczycieli do wykorzystywania tych niezwykle wartościowych metod w procesie kształcenia na wszystkich etapach edukacji.

Materiały i metody

Badanie wykonano z udziałem uczniów toruńskich gimnazjów. Opracowano i przeprowadzono lekcje dotyczące fotosyntezy z wykorzystaniem eksperymentu samodzielnie przeprowadzonego przez uczniów (próby badawcze) oraz w klasach równoległych takie same lekcje z omówieniem eksperymentu, bez jego wykonania (próby kontrolne). Długość trwania zajęć w klasach badawczych i kontrolnych była taka sama i obejmowała 1 godzinę lekcyjną. Liczebność grup kontrolnych i badawczych była zbliżona (kontrolna: 309, badawcza: 312). Łącznie przebadano 621 uczniów klas I-szych.

Po przeprowadzonych lekcjach zrobiono krótką kartkówkę, która miała ocenić poziom wiedzy uczniów oraz zdobyte przez nich umiejętności posługiwania się pojęciami z zakresu metodologii badań i stosowania zdobytych wiadomości w sytuacjach typowych i problemowych.

Dokonano analizy kartkówek. Liczbę uzyskanych punktów przez uczniów w klasach kontrolnych i badawczych wyrażono w procentach i przedstawiono w formie diagramów słupkowych. Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu programu MS Excel, odchylenie standardowe zaznaczono na wykresach.

Załącznik nr 1

Doświadczenia przeprowadzone w klasach badawczych, a tylko omówione w klasach kontrolnych.



Doświadczenie nr 1 WPŁYW NATĘŻENIA ŚWIATŁA NA FOTOSYNTEZĘ

Problem badawczy:

Hipoteza badawcza:

Doświadczenie:

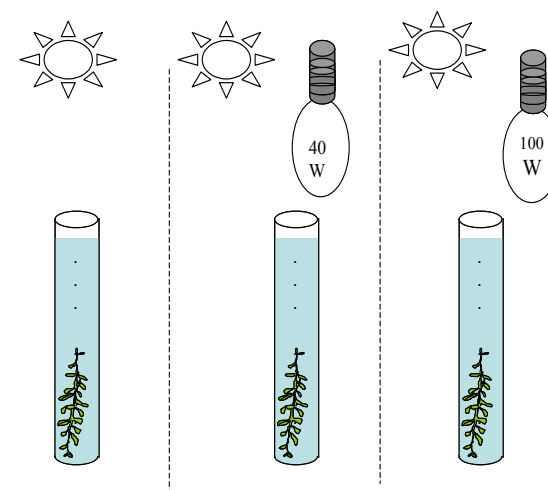
Niezbędne materiały i pomoce:

3 probówki, 3 patyczki, nić, lampka z żarówką 40 W, żarówka 100 W, woda, moczarka kanadyjska (lub rogatek) – 3 jednakowej długości pędy, zegarek. (Uwaga! zamiast 2 żarówek, można lampkę ustawiać w różnych odległościach od probówki, np. 0,25 m, 0,50 m i 0,75m).

Wykonanie:

- Do wszystkich probówek nalej taką samą ilość wody.

- Do każdego z patyczków przywiąż nicią łądzykę moczarki, a miejsce cięcia skieruj ku górze.
- Patyki z moczarką włóż do probówek.
- Moczarkę w I probówce wystaw na światło dzienne (próba kontrolna).
- Moczarkę w II probówce doświetl lampką z żarówką 40 W (próba badana I)
- Moczarkę w III probówce doświetl żarówką 100 W (próba badana II).
- Policz, ile pęcherzyków gazu wydobywa się z poszczególnych łądzynek moczarki w ciągu 3 minut.



Ryc. 1. Zestaw kontrolny i próby badawcze

Wyniki:

Liczba pęcherzyków wydzielonych w próbie:		
kontrolnej	badawczej I (40 W)	badawczej II (100 W)

Wnioski:

.....

.....

.....

Doświadczenie nr 2**WPLYW STĘŻENIA DWUTLENKU WĘGLA NA FOTOSYNTEZĘ****Problem badawczy:****Hipoteza badawcza:****Przeprowadzenie doświadczenia:***Niezbędne materiały i sprzęt:*

3 zlewki 300 cm³, 3 patyczki, nić, woda, soda oczyszczona = wodorowęglan sodu (odważone 0,3 g i 0,6 g sody do sporządzenia roztworu 0,1% i 0,2%, 300 cm³ wody), moczarka kanadyjska – 3 pędy jednakowej wielkości. (Uwaga! Zamiast sody można użyć wody źródlanej gazowanej lub wdmuchać powietrze do wody, w celu wzbogacenia w dwutlenek węgla),

Wykonanie:

- Do zlewki nalej po ok. 300 cm³ wody.
- Jedną pozostaw jako próbę kontrolną, do drugiej wsyp 0,3 g sody, do czwartej 0,6 g sody (próby badawcze).
- Do patyczków przywiąż nitką łądkę moczarki, tak aby miejsce cięcia skierowane było ku górze.
- Patyki z moczarką włóż do zlewki.
- Policz, ile pęcherzyków gazu uwalniają łądki moczarki w ciągu 3 minut.

Wyniki:

Liczba pęcherzyków wydzielonych w próbie:		
kontrolnej	badawczej I (0,3 g sody)	badawczej II (0,6 g sody)

Wniosek:

.....

.....

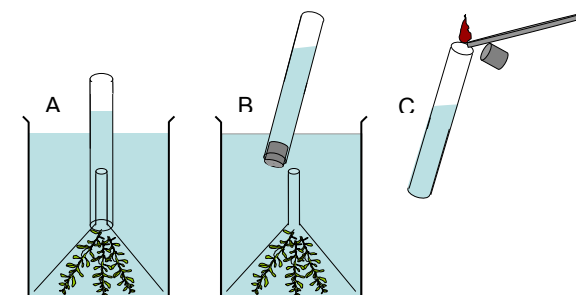
**Doświadczenie nr 3
WYKRYWANIE TLENU****Problem badawczy:****Hipoteza badawcza:****Przeprowadzenie doświadczenia:***Niezbędne materiały:*

kilka pędów moczarki, zlewka, probówka, lejek, woda, zapalki, łuczywko, źródło światła,

Wykonanie:

- Umieść w zlewce pęd moczarki kanadyjskiej obciętymi końcami łodyg do góry.
- Wlej do zlewki wodę.
- Pędy przykryj lejkiem.

- Do probówki nalej wody, zatkaj palcem jej wylot i wprowadź ją pod wodę nakładając na lejek.
- Postaw zestaw przy źródle światła na minimum kilka godzin (ewentualnie do następnej lekcji).
- Ostrożnie zdejmij probówkę z lejka, uważając aby nie wyjąć z wody, zatkaj palcem jej wylot. Wyjmij probówkę ze zlewki, obróć ją i do jej wylotu przyłóż żarzące się łuczywko.



Ryc.2. Zestaw doświadczalny przed wykonaniem eksperymentu (A) i po jego zakończeniu (B). Identyfikacja tlenu (C).

Wyniki:

.....

.....

.....

Wniosek:

.....

.....

Uwaga! Więcej doświadczeń dotyczących fotosyntezy znajduje się we wcześniejszej publikacji (Zielińska i Trejgell, 2011). Zostały one przygotowane w postaci gotowych kart pracy, które można wykorzystać na lek-

cjach biologii. Ich konstrukcja umożliwia kształtowania postawy badawczej ucznia. Zamieszczono tam również zadania problemowe, które mogą służyć nauczycielowi do sprawdzenia umiejętności uczniów w zakresie projektowania doświadczeń, stawiania problemów badawczych i hipotez, wysuwania wniosków na podstawie analizy przedstawionych wyników.

Załącznik nr 2

Kartkówka sprawdzająca zdobyte wiadomości i umiejętności uczniów.

1. (2 p.) Wymień 2 produkty fotosyntezy.

.....
.....

2. (3 p.) Wymień 3 czynniki wpływające na intensywność fotosyntezy.

.....
.....

3. (1 p.) Wykreśl jedno ze słów *wzrasta/maleje*, tak aby zdanie było prawdziwe.

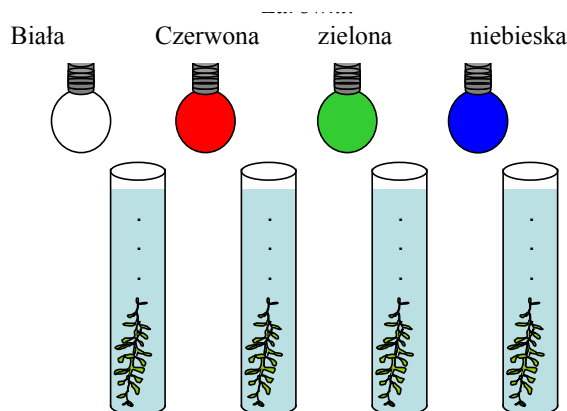
Wraz ze wzrostem stężenia dwutlenku węgla *wzrasta/maleje* intensywność procesu fotosyntezy.

4. (1 p.) Masz do dyspozycji następujący zestaw doświadczalny: 2 probówki, wodę przegotowaną, wodę wodociągową, moczarę kanadyjską – 2 pędy, pęsetę, skalpel i statyw do probówek.

Zaproponuj próbę kontrolną i badawczą.

.....
.....
.....

5. (1 p.) Przygotowano zestaw doświadczalny, który zilustrowano na poniższym rysunku.



Sformułuj problem badawczy dotyczący doświadczenia przedstawionego na powyższym schemacie.

.....
.....

(1 p.) Wybierz z poniżej podanych, poprawnie sformułowaną hipotezę do schematu doświadczenia przedstawionego w zadaniu 5:

- Badanie wpływu światła na proces fotosyntezy.
- Jakość światła ma wpływ na intensywność fotosyntezy.
- Czy barwa światła ma wpływ na intensywność fotosyntezy?

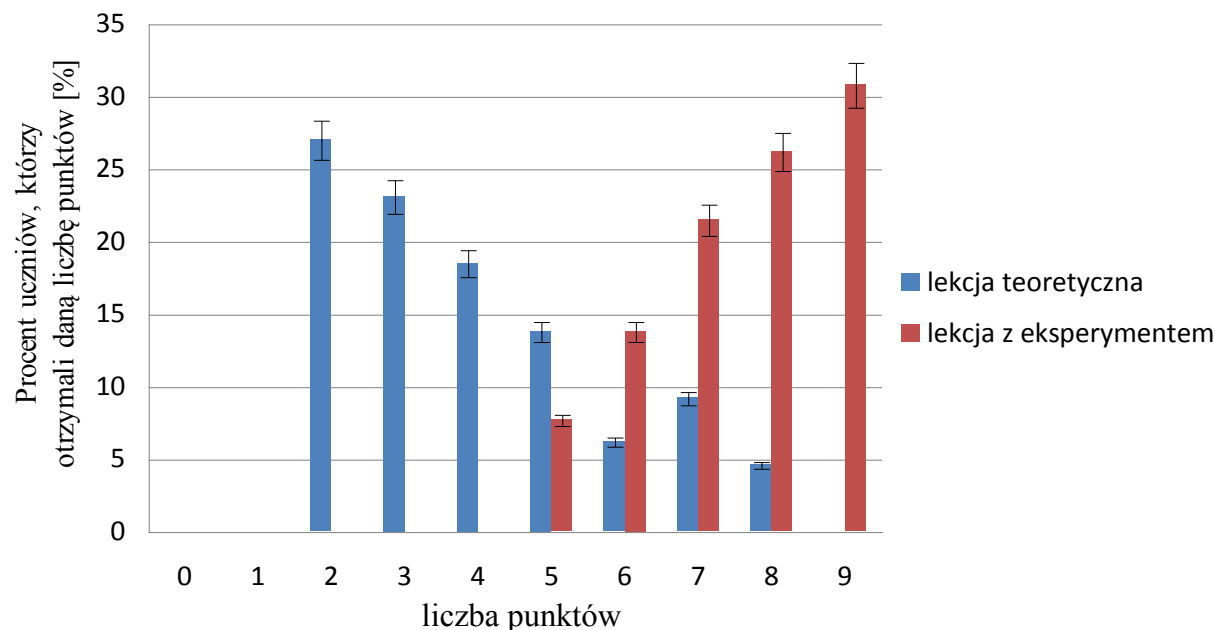
Wyniki

Porównując wyniki w klasach kontrolnych i badawczych, zauważono znaczny wzrost liczby zdobytych punktów przez uczniów z próby badawczej. Po lekcji teoretycznej żadnemu z uczniów nie udało się zdobyć maksymalnej liczby punktów, natomiast po lekcji z eksperymentami aż 31% uczniów ją osiągnęło. W próbie kontrolnej 27% wychowanków zdobyło dwa punkty oraz 23% uczniów otrzymało trzy punkty, podczas gdy po lekcji praktycznej liczba punktów uzyskanych przez uczniów zaczynała się od pięciu (wykres 1).

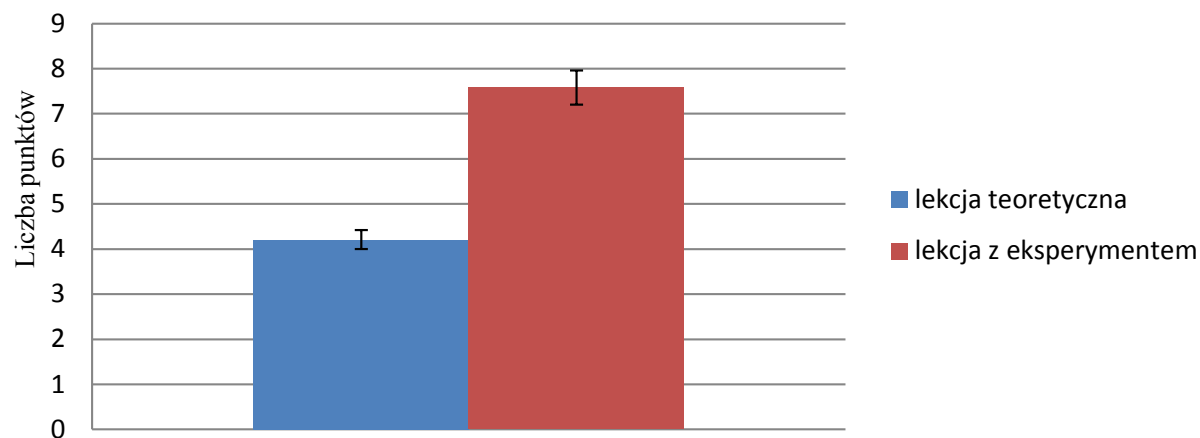
Średnia liczba punktów uzyskanych przez uczniów po lekcji z samodzielnie przeprowadzonym eksperymentem wynosiła 7,6 (na 9 możliwych do zdobycia), natomiast w grupie kontrolnej 4,2 (wykres 2).

Dokonano również analizy odpowiedzi na poszczególne pytania, w celu uzyskania informacji, jaki wpływ ma przeprowadzenie eksperymentów na zdobytą wiedzę, umiejętności i postawy uczniów. Po lekcji teoretycznej, na pytanie *Wymień dwa produkty fotosyntezy* – 29,2% uczniów nie udzieliło poprawnej odpowiedzi; 43,1% uczniów wymieniło tylko jeden produkt fotosyntezy, natomiast poprawnie odpowiedziało zaledwie 27,7% badanych. Podczas gdy po lekcji eksperymentalnej pełnej odpowiedzi udzieliło aż 66,6% osób, natomiast tylko 16,7% osób udzieliło błędnej odpowiedzi (wykres 3).

Na pytanie *Wymień 3 czynniki wpływające na intensywność procesu fotosyntezy*, po lekcji teoretycznej tylko 32,3% uczniów udzieliło pełnej odpowiedzi. Prawie 37% młodzieży uzyskało zaledwie 1 punkt, 20% 2 punkty, a 10,8% nie uzyskało żadnego punktu. Po lekcji eksperymentalnej aż 65% uczniów zdobyło maksymalną ilość punktów, 32% uzyskało 2 punkty, a 3% osób 1 punkt. Natomiast nie było osoby w tej klasie, która otrzymała 0 punktów (wykres 4).



Wykres 1. Procent uczniów, którzy uzyskali daną liczbę punktów z całego sprawdzianu we wszystkich przebadanych klasach po lekcji *Fotosynteza – odżywianie się roślin*



Wykres 2. Średnia liczba punktów uzyskana przez uczniów z całego sprawdzianu w przebadanych klasach po lekcji *Fotosynteza – odżywianie się roślin*

W pytaniu 3, badającym zrozumienie wiadomości, gimnazjaliści mieli podać prawidłową zależność między stężeniem dwutlenku węgla a intensywnością procesu fotosyntezy. Po lekcji teoretycznej niespełna połowa (47,7%) uczniów wybrała właściwą odpowiedź, natomiast po lekcji eksperymentalnej prawie wszyscy uczniowie (98,5%) zaznaczyli poprawną odpowiedź (wykres 5).

W pytaniu 4, uczniowie mieli zaplanować zestaw badawczy i kontrolny do doświadczenia. W klasach stanowiących kontrolę ponad połowa badanych (58,5%) nie poradziła sobie z tym zadaniem, natomiast w grupie badawczej 80,3% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi (wykres 6).

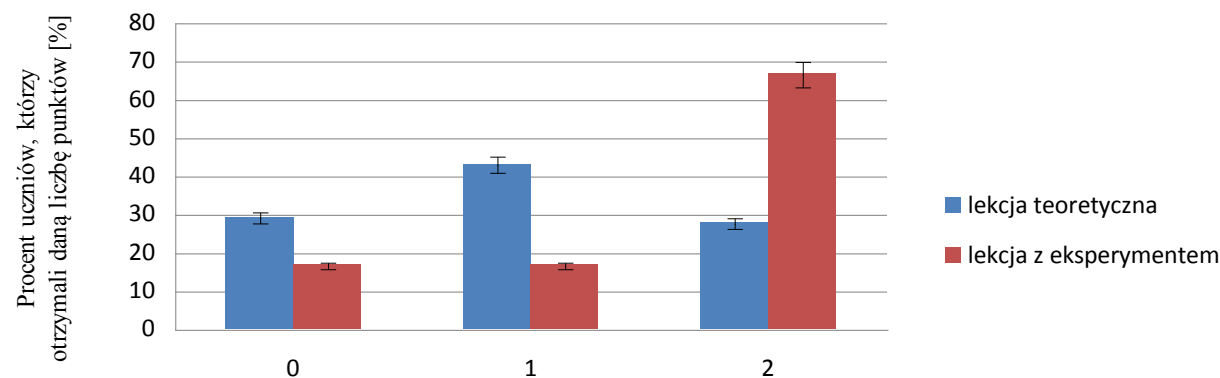
W pytaniu 5 uczniowie mieli właściwie sformułować problem badawczy dotyczący doświadczenia przedstawionego na schemacie. Niespełna 30% uczniów po lekcji teoretycznej poradziła sobie z tym zadaniem, natomiast po lekcji eksperymentalnej 89,4% uczniów napisało poprawnie problem badawczy (wykres 7).

W zadaniu 6 uczniowie mieli wybrać właściwie sformułowaną hipotezę dotyczącą doświadczenia przedstawionego na schemacie w zadaniu 5. Po lekcji teoretycznej tylko 40% uczniów poradziło sobie z tym poleceniem uzyskując jeden punkt, natomiast po zajęciach z eksperymentem 80,3% uczniów potrafiło poprawnie wskazać hipotezę badawczą (wykres 8).

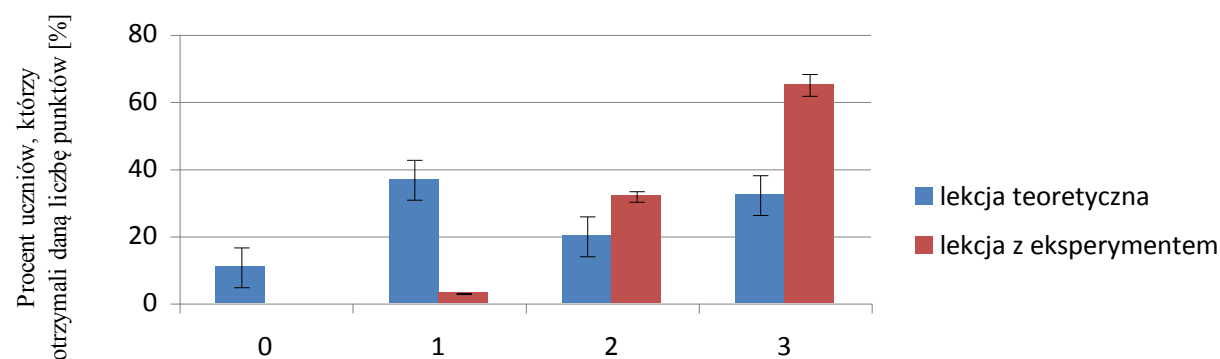
Podsumowując te wyniki, można stwierdzić, że:

- poziom wiedzy uczniów z klas badawczych (lekcje z przeprowadzonym eksperymentem i metodą naukową) był znacznie wyższy niż uczniów z grup kontrolnych;
- uczniowie z klas badawczych wykazali się lepszym zrozumieniem procesów zachodzących w przyrodzie;
- uczniowie z klas badawczych znacznie lepiej radzą sobie ze stosowaniem wiedzy w sytuacjach typowych i problemowych.

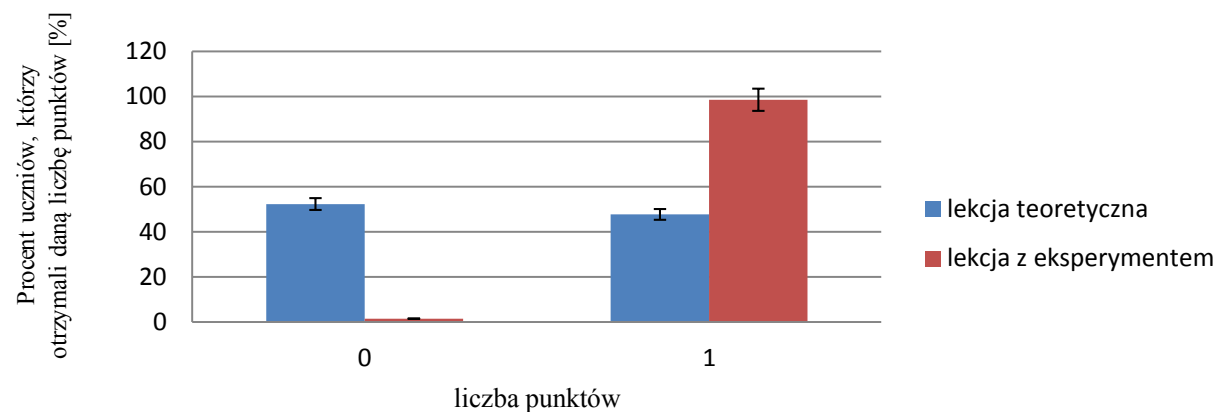
Wykres 3. Procent uczniów, którzy uzyskali daną liczbę punktów w pytaniu nr 1. badającym zdobytą wiedzę przez uczniów.



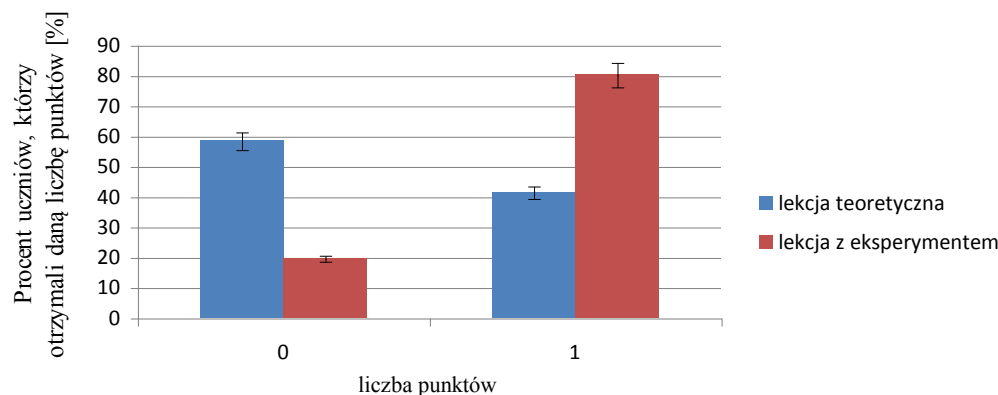
Wykres 4. Procent uczniów, którzy uzyskali daną liczbę punktów (0-3) w pytaniu nr 2 badającym zdobytą przez uczniów wiedzę.



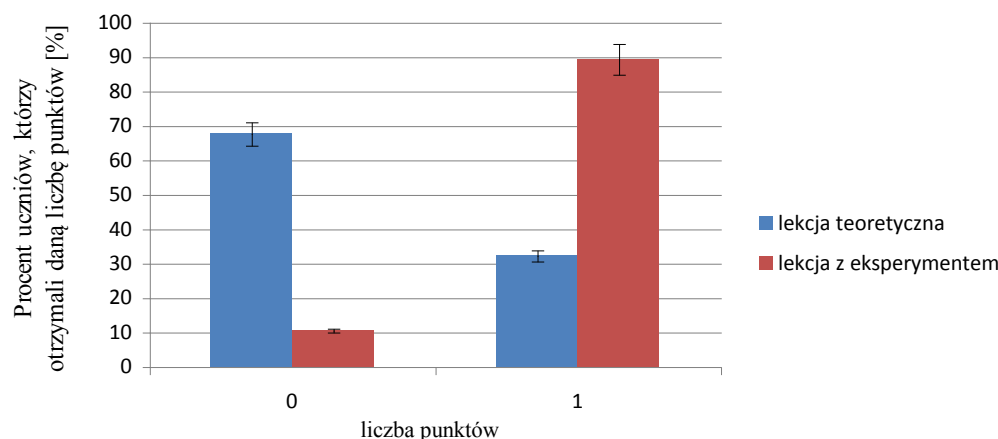
Wykres 5. Procent uczniów, którzy uzyskali daną liczbę punktów w pytaniu nr 3, badającym zrozumienie wiadomości przez uczniów.



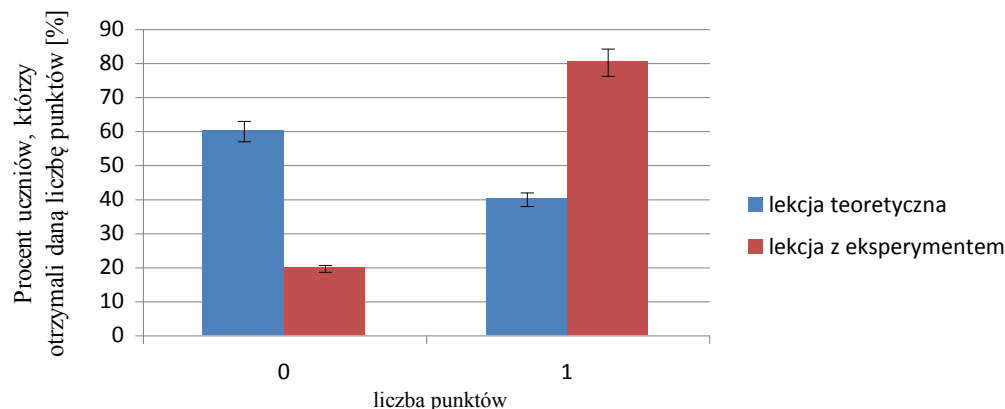
Wykres 6.
Procent uczniów, którzy uzyskali daną liczbę punktów w pytaniu nr 4, badającym stosowanie wiedzy przez uczniów



Wykres 7.
Procent uczniów, którzy uzyskali daną liczbę punktów w pytaniu nr 5, badającym umiejętność formułowania problemów badawczych przez uczniów



Wykres 8.
Procent uczniów, którzy uzyskali daną liczbę punktów w pytaniu nr 6, badającym umiejętność posługiwania się pojęciami związanymi z metodologią badań.



Dyskusja

Przeprowadzone badania z udziałem uczniów gimnazjum wykazały, że istnieje związek między stosowaniem metody naukowej i eksperymentu, a kształtowaniem postawy badawczej uczniów. Klasy, w których przeprowadzono zajęcia tylko z teoretycznym omówieniem eksperymentu stanowiły próbę kontrolną. Natomiast próbę badawczą tworzyły grupy, w których uczniowie samodzielnie przeprowadzili eksperymenty. Po zakończeniu lekcji przeprowadzono kartkówkę. Pytania w niej były tak skonstruowane, aby sprawdzić nie tylko wiedzę teoretyczną, ale również zrozumieć istotę zjawisk biologicznych oraz myślenie problemowe i postawę badawczą ucznia. Pierwsze dwa pytania w kartkówce badały poziom wiedzy uczniów. W grupie kontrolnej 10% młodzieży nie potrafiło wymienić czynników wpływających na proces fotosyntezy, a tylko 33% z nich zdobyło maksymalną liczbę punktów. Natomiast w klasach z eksperymentem prawie wszyscy uczniowie potrafili wyliczyć co najmniej dwa czynniki wpływające na proces fotosyntezy, a 65% z nich zdobyło maksymalną ilość punktów. Uzyskane dane wskazują, że prowadzenie eksperymentów na lekcjach biologii pozwala na lepsze zapamiętanie wiadomości.

Kolejne pytania w kartkówce badały zrozumienie wiadomości. Uczniowie musieli wykazać się znajomością danego zjawiska. Ich zadaniem było określenie zależności między stężeniem dwutlenku węgla a intensywnością fotosyntezy. Zaledwie połowa młodzieży w klasie kontrolnej poradziła sobie z zadaniem, natomiast w próbie badawczej prawie wszyscy uczniowie wiedzieli, że wraz ze wzrostem stężenia dwutlenku węgla zwiększa się intensywność procesu fotosyntezy. Wyniki wskazują, że przeprowadzenie doświadczeń badających wpływ stężenia dwutlenku węgla na intensywność procesu fotosyntezy wyraźnie pomogło młodzieży

w zrozumieniu tej zależności. Pytanie było zamknięte, więc trudno ocenić czy gimnazjaliści kierowali się intuicją czy też własną wiedzą. Jednakże po lekcji praktycznej uczniowie uzyskali znacznie lepsze wyniki.

W pozostałych pytaniach uczniowie musieli wykażać się znajomością metodyki naukowej. Zadania te okazały się dla nich najtrudniejsze. Młodzież z klas kontrolnych miała trudności ze wskazaniem próby badawczej i kontrolnej oraz ze sformułowaniem problemu badawczego czy hipotezy. Bardzo często mylili te pojęcia. Natomiast uczniowie z klas badawczych bardzo dobrze poradzili sobie z tymi zadaniami. Ponad 80% uczniów poprawnie je wykonało.

Podobne do przedstawionych w niniejszej pracy badania przeprowadzono w klasach drugich i trzecich gimnazjum (Zielińska, Ziolkowska, dane niepublikowane). Jednak zaprezentowanie tych wyników jest niemożliwe z uwagi na ograniczone ramy objętościowe tej publikacji. Otrzymane dane są przybliżone do danych przedstawionych w tej pracy.

W literaturze prac badających takie zależności jest niewiele. Najczęściej są to analizy egzaminów gimnazjalnych bądź też maturalnych, wykonane przez Centralną Komisję Egzaminacyjną, raporty Instytutu Badań Edukacyjnych czy międzynarodowe badania PISA.

Analiza raportów maturalnych z ubiegłych lat, prowadzona przez Centralną Komisję Egzaminacyjną potwierdza uzyskane w niniejszej pracy wyniki, wskazując na trudności uczniów z rozwiązywaniem zadań dotyczących metodyki badawczej. Mimo częstego ich występowania w arkuszach, maturzyści nadal mają problemy z rozróżnianiem podstawowych pojęć z tego obszaru, np. próba badawcza, czy próba kontrolna, a także z interpretacją przebiegu oraz wyników eksperymentu. Częstym błędem zdających jest przedstawianie opisu wyników eksperymentu zamiast sformułowanego wniosku, co może świadczyć o braku tej umiejętno-

ści. Wykazano, że maturzyści co roku mają problemy z zadaniami wymagającymi umiejętności wyjaśniania zależności przyczynowo – skutkowych zachodzącymi w przyrodzie, z planowaniem i interpretowaniem wyników doświadczeń i wnioskowaniem. Z analizy odpowiedzi zdających wynika, że licealiści mają często trudności ze sformułowaniem problemu badawczego, hipotez badawczych, dlatego niezbędne jest wprowadzanie metodyki badawczej od wczesnych etapów edukacyjnych (Raporty maturalne CKE *Osiągnięcia maturzystów* 2010, 2011, 2012, 2013, *Sprawozdanie z egzaminu maturalnego* 2014, 2015). Oprócz braków wiedzy, główną przyczyną niepowodzeń maturzystów w 2014 roku był brak umiejętności zastosowania posiadanej wiedzy do rozwiązywania problemów. Ponadto powierzchowne odczytanie poleceń, brak umiejętności analizy materiału źródłowego oraz logicznego i spójnego formułowania odpowiedzi. W arkuszach maturalnych od 2015 roku jeszcze większy nacisk położono na umiejętności dotyczące przeprowadzania eksperymentów i analizowania ich przebiegu oraz wyników. Stąd znalazło się w nich aż siedem zadań, z których większość okazała się dla zdających trudna, lub nawet bardzo trudna. W sprawozdaniu CKE dotyczącym matury z ubiegłego roku, która odbywała się zgodnie z nową formułą, czytamy iż najtrudniejsze dla maturzystów okazały się zadania sprawdzające umiejętność rozumowania i argumentacji (poziom wykonania zadań w obszarze – 36%), znajomość metodyki badań biologicznych (poziom wykonania zadań w obszarze – 45%).

Gajus-Lankamer i Wójcik (2014) dokonały analizy różnych dokumentów i stwierdziły, że zarówno podstawowa programowa do biologii dla III i IV etapu edukacyjnego, jak i Krajowe Ramy Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego w zakresie nauk przyrodniczych oraz Standardy kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela zawierają zapisy umożliwiające

kształtowanie u uczniów/studentów umiejętności dotyczących metodyki badań biologicznych.

W podstawie programowej dla I i II etapu edukacyjnego wśród wymagań ogólnych i szczegółowych również znajdziemy takie zapisy. Zaleca się, aby nauczyciele przeprowadzali proste doświadczenia już na etapie szkoły podstawowej. Uczniowie powinni przewidywać przebieg niektórych zjawisk i procesów przyrodniczych, wyjaśniać proste zależności między zjawiskami, przeprowadzać obserwację i eksperymenty według instrukcji, rejestrować ich wyniki w różnej formie oraz je objaśniać, używając prawidłowej terminologii (Hall, 2010).

Słabe wyniki uczniów na egzaminach zewnętrznych w zadaniach związanych z metodologią badań mogą wynikać z faktu, iż uczniowie wykonują niewiele doświadczeń na lekcjach biologii. Potwierdzają to badania ankietowe przeprowadzone w latach 2007-2008 w szkołach ponadgimnazjalnych województwa pomorskiego. Wynika z nich, że ponad 75% uczniów nie wykonuje doświadczeń na lekcjach chemii. Okazuje się, że w wielu szkołach młodzież nie ma możliwości samodzielnego wykonywania doświadczeń. Nauczyciele najczęściej prowadzą eksperyment w formie pokazu, nie angażując uczniów. Zbadano również, które umiejętności wymagane na egzaminie maturalnym, stanowią dla uczniów największą trudność. Badania te potwierdzają uzyskane przez nas wyniki. Okazuje się, że właśnie projektowanie doświadczeń, formułowanie spostrzeżeń i wniosków stanowi dla uczniów przygotowujących się do matury poważny problem (Sawicka, 2011).

Badania „Laboratorium myślenia” stanowią diagnozę umiejętności absolwentów gimnazjum w zakresie przedmiotów przyrodniczych: biologii, chemii, fizyki i geografii w kontekście zmiany podstawy programowej. Duży nacisk położono w nich na pomiar umiejętności badawczych, takich jak: wybór hipotezy,

planowanie eksperymentu, wyszukiwanie i krytyczna analiza informacji, wnioskowanie naukowe. Uzyskane wyniki wskazują, że zadania wymagające logicznego myślenia oraz konieczności wnioskowania należą do najtrudniejszych. Umiejętność wskazywania zależności przyczynowo-skutkowych opanowana jest przez uczniów w niewielkim stopniu. Zadania odnoszące się do wiedzy wyuczonej w szkole, niewymagające analizy nowych informacji lub dotyczące zagadnienia znanego (bliskiego życiu) znalazły się wśród zadań łatwych (Buczek i wsp., 2012). Wyniki międzynarodowych badań PISA wskazują, że polscy gimnazjaliści coraz bardziej specjalizują się w zadaniach odtwórczych, rutynowych i nadal nie potrafią radzić sobie w sytuacjach wymagających samodzielnego i twórczego myślenia. Natomiast wniosek wysunięty po analizach arkuszy maturalnych z 2010 roku brzmi: „O sukcesie na egzaminie decydowała przede wszystkim rzetelna i dogłębna wiedza biologiczna zdającego oraz umiejętność jej wykorzystania do rozwiązywania problemów. Problemy związane z holistycznym, analitycznym i logicznym myśleniem wynikają z niewłaściwych metod pracy stosowanych na lekcjach. Należy zastosować metody wykorzystujące wieloaspektowość myślenia, tworzące problemy do badania i dyskusowania, obserwacji procesów”. Centralna Komisja Egzaminacyjna, publikując wyniki egzaminów z przedmiotów przyrodniczych, zwraca uwagę na ich niski poziom i tym samym niską skuteczność nauczania przedmiotów przyrodniczych. Podsumowując, badania, diagnozy i sprawdziany osiągnięć uczniów na różnych etapach edukacyjnych wskazują na niski poziom kluczowych umiejętności uczniów: m.in. stawianie hipotez i sprawdzanie ich prawdziwości, tworzenie strategii rozwiązania problemu, stosowanie zintegrowanej wiedzy, określanie zależności przyczynowo-skutkowych, czy planowanie eksperymentów i doświadczeń.

Badania nad skutecznością metod problemowych w rozwijaniu samodzielności myślenia i działania uczniów koszańskich gimnazjów prowadziła dr Hłobił (2009). Stwierdziła ona, że nauczanie problemowe aktywizowało intelektualnie uczniów oraz wyzwało w nich aktywność badawczą. Przekazywanie natomiast gotowej wiedzy nie wymaga aktywności uczniów, nie wdraża ich do samodzielnego poszukiwania wiedzy, a w konsekwencji nie sprzyja rozwojowi samodzielności działania i myślenia. Bardzo ważne jest, aby uczniowie wzbogacali swoją wiedzę nie tylko poprzez jej przyswajanie, lecz również przez odkrywanie (Bereźnicki, 2001).

Przedstawione w niniejszej publikacji wyniki badań oraz przytoczone dane z literatury wskazują, że samodzielnie prowadzone eksperymenty, w których uczniowie rozwiązują problemy badawcze, są niezwykle cenne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. Bez stosowania tych metod nie jest możliwa pełna realizacja podstawy programowej. Wykonywanie eksperymentów jest niezbędne, aby uczniowie zrozumieli istotę danych zjawisk oraz poznali zależności przyczynowo-skutkowe zachodzące w przyrodzie. Dzięki nim jakość i ilość wiedzy jest korzystniejsza niż wówczas, gdy stosuje się metody wyłącznie podające. Nauczanie – uczenie się z wykorzystaniem samodzielnie prowadzonych doświadczeń stwarza możliwość postawienia uczniów w sytuacjach problemowych, uruchamiających ich aktywność poznawczą (Dudziak, 2012), rozwijających samodzielność myślenia i działania (Hłobił, 2009), które są niezbędne w kształtowaniu postawy badawczej.

Uzyskane przez nas wyniki badań powinny zachęcić nauczycieli do wykorzystywania eksperymentów na lekcjach biologii i innych przedmiotach przyrodniczych, gdyż tylko wówczas możliwa jest pełna realizacja podstawy programowej. We wcześniejszych publikacjach (Zielińska i Trejgell, 2011; 2012) przedstawiono

proponując doświadczeń łatwych do przeprowadzenia w warunkach szkolnych oraz opracowano gotowe karty pracy do wykorzystania na lekcjach biologii przy realizacji różnych działów programowych (Fizjologia roślin, Fizjologia człowieka). Zostały one tak skonstruowane, aby przy okazji przeprowadzania eksperymentów można było kształtować postawę badawczą ucznia.

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki badań przeprowadzonych w szkołach, prezentowaną metodę naukową wprowadzono również w kształceniu akademickim. Wykorzystano ją podczas zajęć ze studentami biologii w ramach ćwiczeń z *Praktikum z anatomii roślin, Eksperyment biologiczny, Praktikum nauczania przyrody* oraz z doktorantami w ramach przedmiotu *Nowoczesne metody i techniki kształcenia*. Przykłady zastosowania nauczania problemowego oraz eksperymentu w szkolnictwie wyższym przedstawiono podczas II Ogólnopolskiej Konferencji Dydaktyków Szkół Wyższych Wydziałów Przyrodniczych, która odbyła się 19-20 listopada 2015 roku na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Jednak z uwagi na ograniczoną objętość niniejszej publikacji, nie zostaną one w niej umieszczone. Będą opublikowane w późniejszym czasie. Warto w tym miejscu wspomnieć, że wdrożenie tych metod do kształcenia akademickiego wydaje się być niezbędne do osiągnięcia efektów określonych w Krajowych Ramach Kwalifikacji oraz do sprostania wymogom naszych czasów.

Literatura

- Bereźnicki F (2001). *Dydaktyka kształcenia ogólnego*, Kraków, 278.
Buczek I, Chrzanowski M, Grajkowski W i inni (2011). Wyniki części biologicznej W: Ostrowska E, Spalik K red. „*Laboratorium myślenia*” *Diagnoza umiejętności gimnazjalistów w zakresie przedmiotów przyrodniczych*. 54-90.
Dudziak R (2012). *Eksperyment biologiczny w projektach uczniowskich* W: Dylak S. red, *Metoda projektów i jej konteksty w szkolnej*

- edukacji przyrodniczej i matematycznej. UAM, Poznań. 36- 39.
- Gajus-Lankamer E, Wójcik AM (2014). Kształtowanie umiejętności w zakresie metodyki badań biologicznych – analiza wybranych dokumentów W: *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, S1 (51): 38-43.
- Hall K (2010). Podstawa programowa wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół obowiązująca od roku 2009/10. Warszawa, 200-208. (Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 roku w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, Dziennik Ustaw z dnia 15 stycznia 2009 r., nr 4, poz. 17)
- Hłobił A (2009). Dydaktyczne uwarunkowania rozwijania samodzielnego myślenia i działania uczniów. *Colloquium Wydziału Nauk Humanistycznych i Społecznych*. I: 75-82
- Okoń W (1975). *Nauczanie problemowe we współczesnej szkole*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 45.
- Raporty maturalne CKE (2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015):
- http://www.cde.edu.pl/images/stories/001_Matura/WYNIKI/raport_matura_2010.pdf/ http://www.cke.edu.pl/images/stories/00002011_matura/raport_2011.pdf
 - http://www.cke.edu.pl/images/stories/0000000000000000002012_matura2012/2012_Matura.pdf
 - http://www.cke.edu.pl/images/files/matura/informacje_o_wynikach/2013/2013_Matura.pdf
 - https://www.cke.edu.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informacje_o_wynikach/2014/sprawozdanie/Biologia.pdf
- https://www.cke.edu.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informacje_o_wynikach/2015/sprawozdanie/Sprawozdanie_biologia_2015.pdf
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dz. U., poz. 977) wraz z załącznikiem nr 4 – Podstawa programowa dla przedmiotu biologia w gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych, których ukończenie umożliwia uzyskanie świadectwa dojrzałości po zdaniu egzaminu maturalnego
- Rybska E, Cieszyńska A, Dudziak R, (2012). Z eksperymentem za pan brat. *Biologia w szkole* 6: 19-21.
- Sawicka J (2011). Rola praktycznych zajęć laboratoryjnych w ukształtowaniu zainteresowań chemicznych i kształtowaniu postaw badawczych uczniów. Wydawnictwo UJ, Kraków, 41-45.
- Stawiński W (2006). Kierowanie procesem uczenia się biologii i ochrony środowiska. Metody nauczania biologii i ochrony środowiska W: Stawiński W, Walosik A, red., *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 93, 118, 123, 125-130.

- Zielińska M, Trejgell A (2008). Kształtowanie postawy badawczej ucznia na lekcjach biologii, W: *Nauczanie przedmiotów Przyrodniczych*, Biuletyn PSNPP, Nr 3: 44-47.
- Zielińska M, Trejgell A (2011). Fotosynteza – propozycje rozwiązań metodycznych. *Biologia w szkole*. Nr 6: 55-65
- Zielińska M, Trejgell A (2012). Fizjologia człowieka – rozwiązania metodyczne. *Biologia w Szkole*, Nr 3: 26-32.
- Zielińska M, Trejgell A (2012). Fizjologia roślin – rozwiązania metodyczne. *Biologia w szkole*, Nr 5: 26-35.

The role of scientific method and biological experiment in shaping the learner's and student's research attitude

Marlena Zielińska, Agnieszka Ziolkowska

The main aim of this work is to present the results of the research concerning the role of experiment in conjunction with the scientific method in shaping the learner's research attitude. The research was held in Thorn gymnasiums. The research sample were the classes where the experiment was practically done, whereas, the control sample were the classes where the experiment was only theoretically described. After the lessons, in both groups of the learners, the level of knowledge and the ability to cope with the methodological research concepts were checked.

The results of the research indicated that the ability to do the experiment by the learners themselves allows not only the better remembering the concepts but also the better understanding of the natural process, as well as the use of this knowledge in typical and problematic situations. Taking into account the positive effects of the use of these methods in learning, they were also introduced in academic learning.

On the basis of obtained results it may be said that these methods are extremely valuable in learning science at all educational levels. They activate, allow to develop the independence in thinking and behaviour, and also acquiring new knowledge through solving theoretical and practical problems, so that they contribute to the shape of learner's and student's research attitude.

Key words: scientific method, biological experiment, student's research attitude

Akademia Młodych Wynalazców

– inicjatywa poszerzająca horyzonty postrzegania świata

Magdalena Myga-Nowak, Agnieszka Godela, Monika Lewańska, Tomasz Głąb, Janusz Boratyński

Akademia Młodych Wynalazców (AMW) jest nową inicjatywą społeczną w Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie (AJD). Celem przedsięwzięcia jest przygotowanie młodego pokolenia do postrzegania zjawisk zachodzących w otaczającym świecie oraz opisywania ich w sposób odpowiedni, łączący wiedzę z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych z humanistycznymi. Szczególnym celem przedsięwzięcia są działania przeciw wykluczeniu społecznemu, dlatego adresatami zasługującymi na szczególną troskę Akademii są młodzi ze środowisk o niskim statusie materialnym, w tym również z domów dziecka. Akademia rozwija w tym celu współpracę z partnerami, takimi jak Caritas, Władze Miasta Częstochowy oraz Władze Uczelni.

Zespół AMW reprezentuje nauki przyrodnicze, a szczególne posłannictwo upatrujemy w interdyscyplinarnym rozwiązywaniu zagadnień łączących biologię z chemią, fizyką i matematyką. Zajęcia rozpoczęły dyskusje dotyczące wynalazków i nieschematycznego myślenia. Spotkania ilustrowane są prostymi pokazami, których celem jest poszukiwanie i kreowanie nowych rozwiązań problemów zarówno „naukowych” jak i „praktycznych”.

Realizacja programu ma na celu nie tylko promocję edukacyjną uczelni kierowaną do młodzieży, ale poprzez zaangażowanie nauczycieli, rodziców i opiekunów ma za zadanie pobudzić lokalną społeczność do inicjatyw służących poprawie jakości życia mieszkańców. Wpisywać się będzie w koloryt lokalnej społeczności.

Pomysłodawcą AMW jest prof. dr hab. inż. Janusz Boratyński, który nakłonił władze uczelni, pracowników oraz doktorantów do swojego pomysłu. Ideą edukacyjną przedsięwzięcia jest zachęcanie młodych ludzi do zdobywania i dzielenia się wiedzą. Ideą społeczną, która ma na celu działania przeciwko wykluczeniu jest chęć pomocy dzieciom i młodzieży z domów dziecka, świetlic środowiskowych oraz z domów objętych pomocą społeczną. Obecnie w kraju działa szereg podobnych inicjatyw skupiających młodzież, jednakże większość z nich jest odpłatna. Opłaty, choć często są stosunkowo niskie, stanowią przeszkodę dla dużej części społeczeństwa. Ponadto uczelnie wyższe postrzegane są w dalszym ciągu przez uboższą część społeczeństwa, jako miejsca dla niej niedostępne. Toteż dzięki olbrzymiej przychylności Władz uczelni nie pobiera się żadnych opłat od uczestników.

Pomocną przy uruchamianiu AMW okazała się dobra współpraca z Urzędem Miasta, a w szczególności z Wydziałem Edukacji i Miejskim Ośrodkiem Pomocy Społecznej oraz organizacją Caritas, którzy m.in. pomogli w rozpropagowaniu informacji o AMW. Informacja o tworzącej się inicjatywie była rozsyłana wraz z listem przewodnim do szkół podstawowych i gimnazjalnych powiatu częstochowskiego. List przewodni do dyrektorów szkół oraz placówek zawierał prośbę o pomoc w dotarciu do szczególnie uzdolnionych młodych ludzi i zachęcenie ich do udziału w Akademii Młodych Wynalazców. Ponadto prośba zawierała sugestię o kie-

Tam sięgaj gdzie wzrok nie sięga,
Łam czego rozum nie złamie
Młodości! orla twych lotów potęga,
Jak piorun twoje ramię

Adam Mickiewicz, *Oda do młodości*



rowaniu zaproszenia szczególnie do dzieci i młodzieży o niskim statusie materialnym. Inicjatywa była adresowana do dzieci w wieku 13-16 lat (ostatnia klasa szkoły podstawowej i wszystkie klasy gimnazjum). W tym wieku u szeregu dzieci obserwuje się wzrost problemów dydaktyczno-wychowawczych. Celem AMW jest pokazanie młodym ludziom, że nauka może być idealną formą spędzenia wolnego czasu, a wspólne spotkania pozwalają na przedstawienie swoich pomysłów i dyskusję w gronie rówieśników pod okiem naukowców z AJD.

Pomocne w informowaniu lokalnego społeczeństwa okazały się media społecznościowe oraz lokalna prasa. Informacje o możliwości zapisów do Akademii pojawiały się na 6 miesięcy przed pierwszymi zajęciami. Warunkiem uczestnictwa w zajęciach było wypełnienie karty zgłoszeniowej przez rodzica lub prawnego opiekuna. W karcie uczestnictwa należało podać podstawowe dane uczestnika: imię, nazwisko, wiek, dane dotyczące szkoły do której uczęszcza dziecko oraz konieczne jego zainteresowania. Rodzic lub opiekun prawny zobowiązany był również do podania swoich danych osobowych: imię, nazwisko, telefon kontaktowy oraz wpisania informacji dodatkowych o dziecku typu uczulenia,

alergie, leki, trudności itp. W ankiecie również zawarta była informacja o ochronie danych osobowych. Ankiety można było przysyłać drogą elektroniczną lub dostarczyć na pierwszych zajęciach.

Pozyskane dane pozwoliły na ułożenie wstępnego planu i tematyki zajęć.

Logika zaprowadzi Cię od punktu A do punktu B.

Wyobraźnia może zaprowadzić Cię wszędzie

Albert Einstein

Zajęcia w Akademii Młodych Wynalazców odbywały się, w co drugą niedzielę. Jest to zabieg celowy, ponieważ w niedzielne popołudnia szczególnie daje się we znaki samotność w domach opieki czy domach dziecka.



Nie działają wtedy świetlice środowiskowe, a zapracowani rodzice mają czas, aby zaprowadzić dziecko na spotkanie.

Każde zajęcia prowadzone są według ustalonego schematu. Rozpoczyna je wykład prowadzony przez specjalistę reprezentującego daną dziedzinę nauki. Wykład powinien trwać nie dłużej niż 45 minut, jest ilustrowany prezentacją multimedialną, bogatą w ilustracje i odpowiednie dźwięki, a warunkiem koniecznym dla wykładowcy jest zadanie kilku pytań otwartych młodzieży. Taka forma pozwala na aktywizację uczestników. Wykładowca musi być bardzo uważny. Jeśli podczas rozmowy z uczestnikami ma wrażenie, że słuchacze doskonale orientują się w określonej tematyce, wtedy powinien bardzo szybko i płynnie podnieść poziom trudności wykładu, tak by był nadal atrakcyjny dla słuchaczy. Wymusza to na prowadzącym odpowiednie przygotowanie do prezentowanego wykładu. Wykładowca powinien przygotować sobie dodatkowo kilka pytań lub odpowiednich do poruszanego wątku anegdot, aby w razie zaobserwowania u uczestników oznak znużenia, móc ponownie przykuć ich uwagę. Każdy wykład kończy seria pytań do prowadzącego ze strony dzieci, ale też ze strony rodziców lub opiekunów. W przypadku Akademii Młodych Wynalazców pozwalamy rodzicom i opiekunom na udział w wykładach. Zajmują oni miejsce na balkonie sali wykładowej, słuchacze natomiast mają miejsca siedzące na parterze. Od wykładowców biorących udział w zajęciach AMW wymagamy rzetelnego przygotowania się, nie tylko naukowego, ale też dydaktyczno-psychologicznego.

Po każdym wykładzie obowiązuje 15-30 minutowa przerwa. W tym czasie organizatorzy zapewniają skromny posiłek z obowiązkowym jabłkiem. Dzięki przychylności otoczenia społeczno-gospodarczego możemy w ten sposób umilić uczestnikom pobyt. Jest to również bardzo dobry moment na wzajemne poznanie

się. Zależy nam, aby nie tylko znać zainteresowania naukowe dzieci, pomagać im w rozwiązywaniu nurtujących ich problemów naukowych, ale chcemy także poznać ich osobowość. Bardzo istotne dla nas są dobre, przyjacielskie relacje z uczestnikami AMW, zgodnie z filozofią ks. prof. Janusza Tarnowskiego, „Jeżeli nauczyciel chce nauczyć Johna matematyki, to musi znać matematykę i Johna”. Taka wiedza pozwoli nam dostrzec talent wśród naszych uczestników i go rozwijać. Ważne jest, aby poznać mocne strony naszych uczestników i je umiejętnie rozwijać.

Każde spotkanie obowiązkowo ma elementy zajęć warsztatowych. W przypadku zajęć praktycznych staramy się, aby prowadził je specjalista w danej dziedzinie nauki i jednocześnie wieloletni praktyk. Za przykład mogą służyć zajęcia dotyczące budowy i funkcji DNA. Wykład krótko omawiał budowę i rolę DNA w komórce. Prowadzącemu zajęcia głównie zależało na tym, żeby podkreślić rolę DNA w identyfikacji osobniczej. Tu nieoceniona okazała się pomoc techników z zespołu technik kryminalistycznych. W części warsztatowej uczestnicy zapoznali się z metodyką zabezpieczania śladów zaprezentowaną przez specjalistów z tej dziedziny. Pracownicy naukowci AJD mogli skupić się na metodyce analizy DNA. Tak przygotowane zajęcia wywoływały olbrzymi entuzjazm wśród uczestników. Drugim przykładem doskonale ilustrującym idealną współpracę naukowców z otoczeniem społecznym były zajęcia dotyczące dźwięków. Po krótkim wykładzie wprowadzającym, zajęcia warsztatowe poprowadził multiinstrumentalista Tomasz Drozdek (T.ETNO). Dzieci zapoznały się z unikatowymi instrumentami, a co ważne na wielu z nich mogły zagrać. Wzajemne przekazywanie instrumentów i wspólne muzykowanie spowodowało, że dzieci świetnie się zintegrowały. Te zajęcia były bezcenne. Aby usłyszeć dźwięki, jakie wydają instrumenty niejednokrotnie trzeba było zachować bezwzględność

ciszę. Umówiony gest ręką informujący, że prowadzący prosi o ciszę był natychmiast respektowany, co było kolejnym ważnym elementem dydaktycznym, jaki udało się wprowadzić na AMW. Uczestnicy zrozumieli, że szacunek do prowadzącego, a jednocześnie dla kolegów i koleżanek pozwala w pełni uczestniczyć w zajęciach.

Po serii zajęć wykładowo-warsztatowych prowadzonych w pierwszym semestrze odbędzie się druga seria zajęć. Wiedza, jaką zdobyliśmy o naszych uczestnikach pozwoli na prowadzenie zajęć o charakterze paneli dyskusyjnych w grupach w zbliżonym wieku i o podobnych zainteresowaniach. Zakres tematyczny obejmuje nauki biologiczne, chemiczne, fizyczne oraz techniczne. Ważnym aspektem paneli dyskusyjnych będzie kreowanie nowych rozwiązań, które – mamy nadzieję, przeobrażą się w wynalazki. Na początek prowadzący poproszą o pomoc w przygotowaniu określonego urządzenia,

substancji itp. Na kolejnych spotkaniach uczestnicy będą prezentować swoje rozwiązania. Z dydaktycznego punktu widzenia będą to zajęcia umożliwiające zdobycie takich umiejętności oraz wzmocnienie kompetencji społecznych jak:

- kreatywność;
- zaangażowanie, sumienność;
- umiejętność radzenia sobie ze stresem;
- umiejętność autoprezentacji;
- rozwijanie własnych zainteresowań;
- budowanie pozytywnych relacji z osobami starszymi;
- budowanie pozytywnych relacji z rówieśnikami;
- współdziałanie w osiągnięciu celów;
- pewność siebie;
- asertywność;
- empatia.

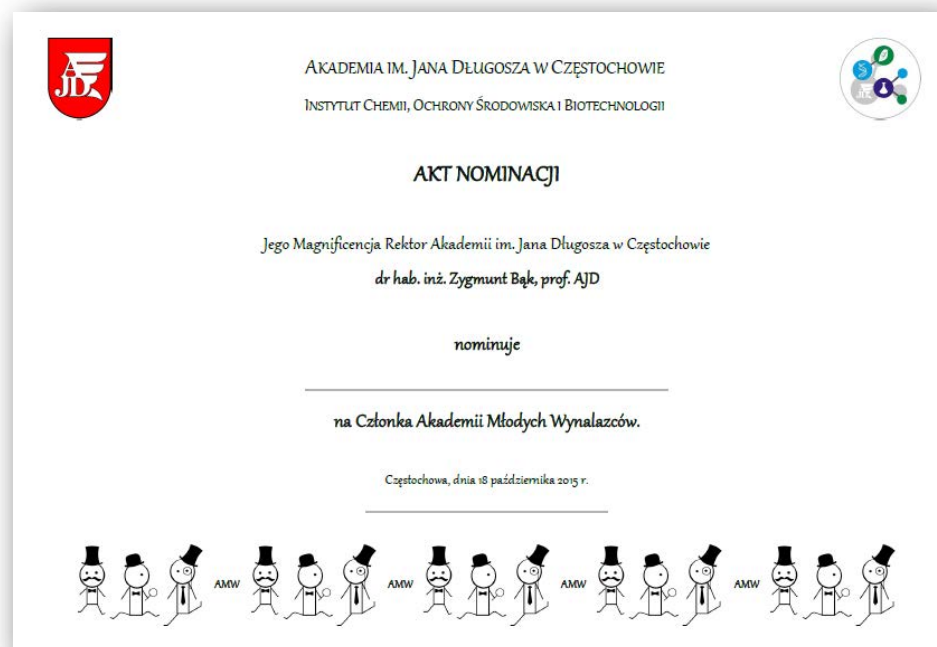
Cały cel nauki polega na świadomym zdobyciu tego, co młodość otrzymuje darmo

Iwan Turgieniew

Uczestnicy obecnej pierwszej edycji AMW to 59 osób, chłopcy i dziewczynki w wieku 8-18 lat. Wyraziliśmy zgodę na uczestnictwo dzieci nieco młodszych i starszych w zajęciach niż wcześniej zakładane przez nas ramy wiekowe. Jest to spowodowane otrzymaniem zgłoszeń od dzieci spokrewnionych lub przebywających w jednej placówce, z których część nie spełniała kryteriów wiekowych. Około 12% stanowią dzieci z całodobowych placówek opiekuńczo-wychowawczych.

Uczestnicy AMW są bardzo zdyscyplinowani i z dużą uwagą oraz skupieniem wysłuchują wykładów. Chętnie angażują się w dyskusję i z olbrzymią łatwością udzielają odpowiedzi na stawiane pytania. Największą aktywność twórczą obserwujemy podczas zajęć warsztatowych, ponieważ Młodzi Wynalazcy nie boją się nowych wyzwań. Pokazały to warsztaty z instrumentami, gdzie każdy uczestnik z chęcią grał na nowym instrumencie. Zajęcia w laboratorium mikrobiologicznym potwierdziły umiejętność pracy w grupie, dzięki czemu wyjątkowo sprawnie uczestnicy prowadzili obserwacje mikroskopowe oraz wykonywali drobne eksperymenty.

Na podstawie obserwacji uczestników podczas wykładów oraz warsztatów możemy z całą pewnością stwierdzić, że pierwsza seria zajęć przyniosła zamierzony rezultat. W chwili obecnej grupę cechują: kreatywność, zaangażowanie, spontaniczność, wzajemny szacunek i chęć podejmowania nowych wyzwań.



Ryc. 1 Akt nominacji dla uczestników AMW

Pierwszego odkrycia badacz może dokonać sam, lecz im bardziej świat staje się skomplikowany, tym trudniej doprowadzić mu badania do końca bez uciekania się do współpracy z innymi.

Aleksander Fleming

W każdej tego typu inicjatywie obie strony nawzajem na siebie oddziałują. Dla organizatorów istotnym i bardzo wzruszającym momentem było uroczyste ślubowanie i wręczenie każdemu uczestnikowi aktu nominacji na członka AMW. Dokonały tego, dla podkreślenia rangi wydarzenia Władze Rektorskie i Dziekańskie (ryc. 1). Dla uczestników również był to wzruszający moment o czym świadczył drżący głos dzieci podczas ślubowania oraz emocje jakie towarzyszyły przy odbieraniu aktu. Na podkreślenie zasługuje fakt, że dzieci i młodzież nie opuszczają zajęć i na końcu spotkania z niecierpliwością pytają o tematykę kolejnego spotkania. Dla organizatorów jest to największy dowód uznania za wykonaną pracę.

Podsumowanie

Akademia Młodych Wynalazców to pokazanie młodym ludziom, że nauka może być formą zabawy. Jest to rodzaj zachęty dzieci i młodzieży do kreatywnego myślenia i pobudzenia wyobraźni, a jednocześnie pozawala im powiększyć ich wiedzę. Mamy nadzieję, że doda im to wiary we własne umiejętności. Akademia Młodych Wynalazców jest też miejscem nawiązywania nowych znajomości i przyjaźni, bo moc nauki tkwi w sprawnie działającym zespole. Przecież jednym z celów AMW jest integracja dzieci i młodzieży z różnych częstochowskich szkół. Wspólna ich praca nad rozwiązywaniem problemów to najlepsza droga kreowania przyszłych elit. AMW skraca czas i ułatwia nawiązanie kontaktu zdolnych młodych ludzi. Zajęcia na Akademii Mł-

dych Wynalazców są również wyzwaniem dla nauczycieli akademickich, którzy muszą znaleźć odpowiedni sposób przekazywania wiedzy najmłodszym dzieciom, pobudzając ich kreatywne myślenie oraz kształtując ich osobowość.

Literatura

- Murzyn A (2013). Wokół Kena Robinsona. Kreatywnego myślenia o edukacji. Wyd. Impuls; Kraków.
- Nakoneczna D (1980). Kształcenie wielostronne stymulujące rozwój uzdolnień. WSiP; Warszawa.
- Robinson K (2006). Oblicza umysłu. Ucząc się kreatywności. Wyd. Element; Kraków.
- Robinson K (2012). Aronica Lou, Uchwycić żywioł. O tym jak znalezienie pasji zmienia wszystko. Wyd. Element; Kraków.
- Sarnat-Ciastko A (2015). Tutoring w polskiej szkole. Wyd. Difin.
- Tarnowski J (2009). „Jak wychować – w świecie paradoksów”. Oficyna Wydawniczo-Poligraficzna ADAM; Warszawa.
- Tarnowski J (2009). Jak wychowywać? Barykada czy Dialog?. Oficyna Wydawniczo-Poligraficzna ADAM; Warszawa.
- Rozmus A (2013). Wykładowca doskonały. Podręcznik nauczyciela akademickiego. Wyd. Wolters Kluwer.

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

Nowe kierunki studiów

w odpowiedzi na przemiany społeczne, gospodarcze i ekonomiczne

Katarzyna Nieszporek, Janusz Fyda, Małgorzata Grodzińska-Jurczak

Podnoszenie jakości kształcenia zalecane przez Krajowe Ramy Kwalifikacji (Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 2 listopada 2011 roku) jest w polskim systemie edukacji procesem nieustannym i nie ma jedynie związku z legislacją, ale także ze zmianami perspektyw edukacyjnych i zainteresowaniami samych studentów. W przypadku dynamicznie rozwijających się nauk przyrodniczych, co roku powstaje wiele nowych kierunków studiów, których celem jest wykształcenie absolwenta gotowego do podjęcia pracy zawodowej na różnych stanowiskach i w różnych placówkach zarówno naukowo-badawczych, ochrony przyrody, firmach konsultingowych, jak również w przemyśle i administracji.

Zdobywanie wiedzy, umiejętności i kompetencji przez studentów w trakcie realizacji programu studiów należy traktować jak proces. Nabycie nowych umiejętności wynika z potrzeb rynku pracy, postępu w nauce oraz zmian społecznych, gospodarczych i ekonomicznych. Nowoczesne ujęcie treści przyrodniczych i biologicznych oraz oczekiwania społeczno-gospodarcze, zobowiązują uczelnię do kształcenia interdyscyplinarnego, przygotowującego absolwentów do podejmowania nowych wyzwań i łączenia wiedzy biologicznej z wiedzą innych obszarów nauk.

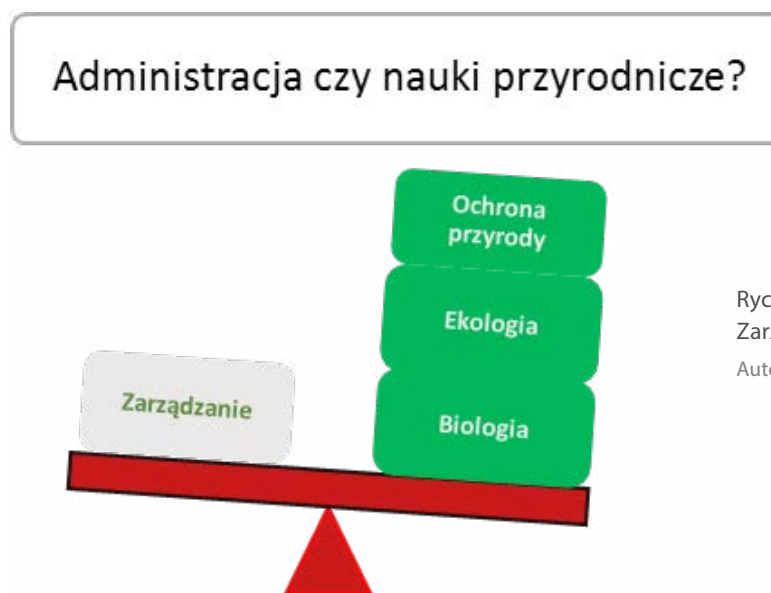
Instytut Nauk o Środowisku Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego wprowadził dwa nowe kierunki magisterskich studiów uzupełniających, które mają sprostać wymaganiom stawianym

przez Krajowe Ramy Kwalifikacji. Ogólnoakademicki charakter programów nauczania oferowany na proponowanych kierunkach *Zarządzanie zasobami przyrody* i *Ecology and evolution*, doskonale wpisuje się w misję Uniwersytetu, który tworzy nowoczesną przestrzeń edukacyjną w oparciu o wysokie standardy i potrzeby dynamicznie zmieniającego się rynku pracy.

Absolwenci kierunku *Zarządzanie zasobami przyrody* będą posiadali wiedzę z zakresu ochrony przyrody oraz waloryzacji i oceny ryzyka środowiskowego. Mo-

duły kształcenia zostały tak dobrane, aby absolwent dysponował aktualną wiedzą dotyczącą podstaw prawnych i systemu ochrony przyrody w Polsce oraz potrafił skutecznie i kompleksowo rozwiązywać problemy wynikające z konfliktu interesów różnych środowisk społecznych i działań gospodarczych z zasadami zrównoważonego rozwoju i polityką ochrony przyrody (ryc. 1).

Program studiów magisterskich w języku angielskim: *Master Programme in Ecology and Evolution* (ryc. 2) obejmuje zagadnienia mechanizmów ewolucji



Ryc. 1. Model kierunku studiów Zarządzanie zasobami przyrody
Autor: J. Fyda.

i zależności ekologicznych na poziomie cząsteczek, genów, komórek, tkanek, osobników, populacji i ekosystemów. Studenci zyskają poszerzoną wiedzę o ewolucji, a w szczególności o pokrewieństwie i relacjach pomiędzy organizmami żywymi, jak również przyczynach i metodach badania zmienności i wpływie środowiska na organizmy żywe.

Poza wykładami, program studiów przewiduje praktyczne formy zajęć w doskonale wyposażonych, nowoczesnych laboratoriach, umożliwiające zdobycie niezbędnego doświadczenia przyrodniczego oraz umiejętności pracy w zespole.

Po ukończeniu obu kierunków istnieje możliwość kontynuowania edukacji na studiach III stopnia lub samodzielne konkurowanie o środki finansowe na prace badawcze i rozwój naukowy poprzez aplikowanie o fundusze zewnętrzne.

Wprowadzenie do oferty edukacyjnej Uniwersytetu Jagiellońskiego kierunków *Zarządzanie zasobami przyrody* i *Ecology and evolution* jest odpowiedzią na

oczekiwania społeczne i potrzeby rynku pracy. Studenci mają możliwość wyboru dziedziny i uzupełnienie swojej wiedzy o nowoczesne podejście do aktualnych problemów biologicznych oraz zdobycie umiejętności praktycznych, trudnych do uzyskania na innych pokrewnych kierunkach oferowanych przez Uniwersytet (ryc. 3). Absolwenci uzyskują wiedzę i umiejętności w uzupełniających się dziedzinach wiedzy i zwiększają swoją konkurencyjność na rynku pracy.

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



Ryc. 2. Logo kierunku studiów Ecology and evolution

Źródło: http://www.eko.uj.edu.pl/ecevo/?page_id=19



Ryc. 3. Dziedziny wiedzy realizowane podczas programu oferowanych nowych kierunków studiów w Instytucie Nauk o Środowisku

Projekt plakatu: M. Czarnołęski, J. Kierat

Muzeum Morskie u podnóża Gór

Marek Guzik, Alicja Walosik

Na zajęciach z biologii uczniowie poznają różnorodność świata przyrodniczego, zwracają uwagę na jego bogactwo i piękno. Ponadto powinni zrozumieć zależności istniejące w środowisku przyrodniczym, co umożliwia kształtowanie u nich nowych umiejętności i kompetencji. Zwiększa to ich zdolność do praktycznego wykorzystania nabytej wiedzy poza szkołą.

Zadaniem współczesnej szkoły jest nie tylko przekazywanie uczniom pewnego zasobu wiedzy, ale także konieczność przeniesienia akcentu z ilości zdobytej wiedzy na umiejętności samodzielnego gromadzenia potrzebnych informacji oraz ich wykorzystywania w codziennym życiu i w dalszej edukacji. Eliminowanie nadmiaru treści – to tendencja, którą mocno należy akcentować



Fot. 1. Muzeum Flory i Fauny Morskiej i Śródlądowej w Jaworzu

w podejściu do nauczania biologii. Należy zwracać szczególną uwagę na rozwój aktywności poznawczej, emocjonalnej i zainteresowań uczniów, szeroko rozumianymi zagadnieniami przyrodniczymi.

W ostatnich kilkunastu latach dostrzega się nasilenie popularyzacji wiedzy biologicznej i środowiskowej. W popularyzacji tej wiedzy uczestniczą m.in. różne organizacje, stowarzyszenia naukowe, ogrody botaniczne i zoologiczne, parki narodowe i krajobrazowe.

Ważne zadania w upowszechnianiu wiedzy pełnią muzea przyrodnicze. Stąd też Międzynarodowa Strategia Edukacji Środowiskowej (LOP, 1990) zaleca „organizowanie wystaw i muzeów oraz ich wykorzystanie do celów edukacji przyrodniczej i środowiskowej”. W dokumencie tym podkreśla się, że „(...) muzea przyrodnicze i ekologiczne odgrywają ważną rolę w upowszechnianiu nowej wiedzy i dokonań w dziedzinie biologii i ochrony środowiska oraz edukowaniu społeczeństwa, w tym nauczycieli i uczniów, metodą poglądową, z wykorzystaniem materiałów audiowizualnych. Tę ich wychowawczą funkcję wzmacniają wystawy obrazujące różnorodność warunków środowiskowych w skali międzynarodowej, krajowej lub lokalnej”.

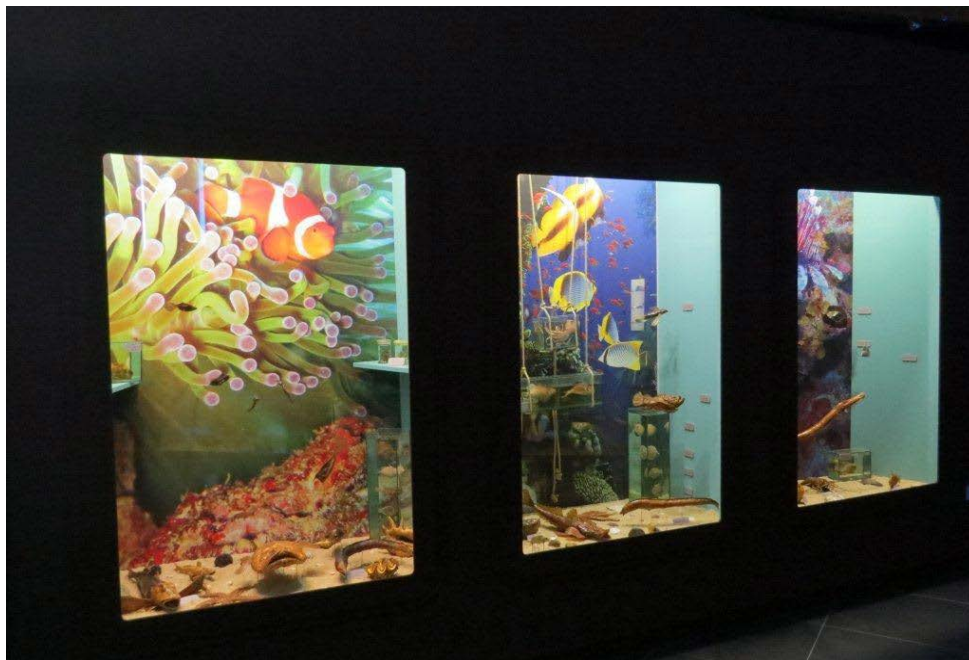
Również Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej (2001) silnie akcentuje potrzebę nasilenia współpracy szkół z terenowymi ośrodkami edukacji ekologicznej oraz innymi instytucjami (w tym muzeami przyrodniczymi) oraz organizacjami, których działalność wpływa na podwyższenie poziomu wiedzy przyrodniczej i środowiskowej.

Od dwóch lat w Jaworzu koło Bielska Białej działa Muzeum Fauny i Flory Morskiej i Śródlądowej. Jest to placówka, która jako jedyna w Polsce Południowej stwarza możliwość prowadzenia zajęć z tematów dotyczących rafy koralowej i ogólnie pojętego środowiska wodnego i zwierząt w nim żyjących.

Muzeum jest realizacją marzeń bosmana Erwina Pasternego, który kończył szkołę podstawową w Jaworzu, i po latach pływania po morzach i oceanach, w latach 60 tych ubiegłego wieku, przekazał swoje zbiory do dyspozycji szkoły w Jaworzu. Zastrzegł przy tym, że tam one pozostaną. Przekazał okazy zasuszone a także słoje pełne okazów mokrych. Największym eksponatem jest dwumetrowy rekin. Pierwsze eksponaty dotarły do Jaworza ok. 1963 roku. Na bazie tych okazów staraniem ówczesnej dyrekcji szkoły, zostało utworzone szkolne Muzeum Flory i Fauny Morskiej.

W latach 90-tych z inicjatywy Dyrektorki Gimnazjum nr 1 im. Gen. Broni St. Maczka w Jaworzu, Krystyny Szczypki i nauczyciela biologii mgr. Andrzeja Stąsieka został nawiązany kontakt z Instytutem Biologii ówczesnej Wyższej Szkoły Pedagogicznej i od tego czasu zbiorami, ich renowacją, opracowywaniem i przygotowywaniem do eksponowania zajmują się pracownicy Zakładu Zoologii.

Od tego też momentu datują się coroczne Warsztaty Ekologiczne organizowane przez Szkołę Podstawową a następnie Gimnazjum w Jaworzu, prowadzone przez pracowników WSP (obecnie UP), w których uczestniczy młodzież okolicznych szkół. W trakcie warsztatów



Fot. 2. Gablota w rybami rafy koralowej

uczniowie poszerzają i pogłębiają wiadomości z zakresu ochrony środowiska i ekologii przyrody, dotyczące bioróżnorodności, biologii płazów, zwierząt wodnych, ochrony zagrożonych gatunków roślin i zwierząt oraz siedlisk a także zależności ekologicznych w wybranych biocenozach. Uczą się rozumieć przyrodę. Celem zajęć w ramach warsztatów ekologicznych jest przede wszystkim kształtowanie świadomości ekologicznej i właściwych postaw uczniów wobec środowiska. Zajęcia prowadzone w ramach warsztatów stanowią dla uczniów inspirację do poszukiwania sposobów promowania działań związanych z rozwiązywaniem problemów środowiskowych.

W 2014 roku powstał przy szkole nowy pawilon muzeum. Fakt ten urasta do rangi symbolu, bo oto po 50 latach od przekazania zbiorów przez Człowieka Morza

– bosmana Pasternego, inny Człowiek Morza – Wójt Gminy Jaworze, kpt. ż. w. Zdzisław Byłok zainicjował powstanie nowego budynku Muzeum dla tych zbiorów. Wielką w tym zasługą również Rady Gminy, która tę inicjatywę poparła.

W nowym budynku mieści się sala wystawiennicza o powierzchni 150 m², ponadto sala wykładowa o powierzchni 42 m² oraz pomieszczenie biurowe i zaplecze sanitarne, również dla niepełnosprawnych.

Praktycznie od początku zdecydowano, że przewodnikami po Muzeum będą uczniowie. Początkowo przygotowaniem przewodników zajmował się Pan A. Stąsieć a w ostatnich latach uczniowie – kandydaci na przewodników, przyjeżdżają do Instytutu Biologii na konsultacje i egzamin dla przewodników. W ich trakcie przewodnicy prezentują przygotowanie do swojej roli.

Prowadzący zwracają uwagę na dopracowanie szczegółów, dotyczących biologii wybranych gatunków a także sposobów ich omawiania. Tradycja ta jest kontynuowana a przewodnicy uzyskują stosowne certyfikaty.

W 2009 roku na bazie zbiorów Instytutu Biologii została utworzona ekspozycja dotycząca Bałtyku. Bałtyk jest morzem młodym, powstałym po zlodowaceniach i ma ciekawą historię, dlatego w gablocie zostały umieszczone stosowne mapy obrazujące kolejne fazy jego rozwoju oraz przywiezione okazy. W 2010 roku z okazji obchodów 100-lecia szkoły ekspozycja Bałtyku wzbogaciła się o bardzo ciekawy okaz kraba wełnistoszczypcego podarowanego przez Prezesa Ligi Morskiej i Rzeźnej, dr. inż. kpt. ż. w. Andrzeja Królikowskiego.

Ekspozycja muzealna została tak zaplanowana, że jej istotnym elementem jest światło. Sala wystawiennicza jest zaciemniona a dominuje światło z podświetlonych gablota. Podświetlanie „wędruje” z widzem. Stwarza to odpowiedni klimat i skupia uwagę zwiedzającego na konkretnych okazach. W tym muzeum wszystko zaskakuje – obraz, dźwięk, światło, a także młody człowiek, uczeń Gimnazjum nr 1 im. Gen. Broni St. Maczka w Jaworzu, który oprowadza zwiedzających. Przy oprowadzaniu grup można ustawić stałe światło.

W sali wystawienniczej oprócz łódki, w której na dziobie, na specjalnie zamontowanym monitorze, wyświetlana jest prezentacja o zwierzętach Bałtyku i gablota z eksponatami, umieszczone są akwaria z egzotycznymi rybami słodkowodnymi, które szczególnie wieczorem są dobrze widoczne przez główne przeszklenie elewacji frontowej. Na opuszczanym ekranie prezentowany jest film o rafie koralowej.

Zgromadzone eksponaty zostały umieszczone w gablota – burtach statków, a także w gablota – kubikach wolno stojących.

Muzeum Fauny i Flory Morskiej i Śródlądowej jest jedynym muzeum na południu Polski, w którym zgromadzono wiele egzotycznych zwierząt występujących w morzach i oceanach Świata, w dużym stopniu mieszkańców rafy koralowej.

Zobaczyć tu można kilkadziesiąt gatunków ryb o różnych przystosowaniach do mikrośrodowisk, w których żyją. Są tu więc przedstawiciele ryb chrzęstnoszkieletowych m.in. rzadki rekin młot, a także płaszczki z okazałym diabłem morskim czyli mantą i rybą piłą. Wśród licznych ryb kostnoszkieletowych na uwagę zasługują zaopatrzone w mocne rogowe szczęki rogatnice, drapieżna, polująca z zasadzki żabnica, nadymki i najeżki a także ryby latające, konik morski, jadowita skorpena, kostery i węzoksształtne mureny, kolorowa, jadowita skrzydlica a także efektowna rurecznica czy podnawka – ryba z przyssawką na grzbietowej stronie ciała.

W oddzielnych gablotach prezentowane są gady – żółwie wodne a także węże morskie.

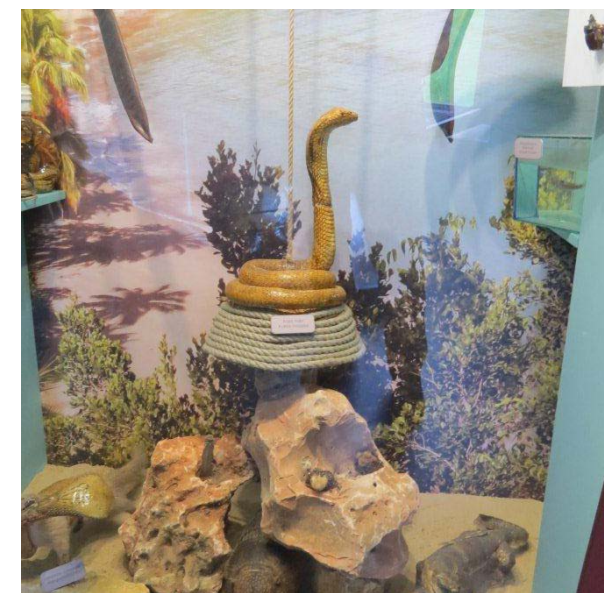
W kolejnych gablotach zgromadzono liczne bezkręgowce. W jednej umieszczono liczne gąbki i koralowce – organizmy tworzące rafy koralowe. W kolejnej, stanowogi z należącym do szczękoczułkowców skrzydłoczem, efektowną langustą – skorupiakiem, u którego I para odnóży kroczych nie jest zakończona charakterystycznymi szczypcami, oraz liczne mniejsze rakowce, np. łopaciaż, rawka czy kraby. W dwóch kolejnych gablotach zaprezentowano mięczaki, gdzie uwagę zwracają efektowne muszle ślimaków egzotycznych wśród których uwagę zwraca trąba trytona, morskie ślimaki bezmuszlowe, a także małże z przydacnią, przegrzebkiem czyli małżem Św. Jakuba, oraz endemitem Morza Śródziemnego – przyszynką szlachetną, a ponadto liczne głowonogi – ośmiornice, kalmary i mątwy.

Efektowny pokaz kończy gablota ze szkarłupniami – rozgwiazdami, jeżowcami, węzowidłami i strzykwa-

Fot. 3. Ekspozyty suche zawieszone pod sufitem



Fot. 4. Gablota ze zwierzętami lądowymi



mi. Plansze nad gablotami objaśniają cechy charakterystyczne poszczególnych grup zwierzęcych.

W jednej z gablot zaprezentowano zwierzęta środowiska lądowego z różnych stron Świata. Centralnym okazem jest w niej wąż – kobra indyjska z charakterystycznym rysunkiem okularów na grzbiecie. Zwraca także uwagę poskoczek mułowy – ryba lasów namo-

rzynowych otaczających Ocean Indyjski, która odbywa spacer po lądzie, a także lądowy waran oraz ciekawy ssak – mangusta, która potrafi walczyć i zwyciężać kobra. W gablocie pokazane są również skorpiony i egzotyczny wij z grupy dwuparców oraz południowo-amerykański pancernik, który był oficjalną maskotką brazylijskiego Mundialu.

W oddzielnej ekspozycji przedstawiono nasz Bałtyk. Poznać tu można ciekawą historię Bałtyku a także obejrzeć wiele okazów, które obecnie występują w naszym morzu. Ciekawymi gatunkami są skorupiaki, relikty polodowcowy – podwój wielki, oraz garnela czy krewetka bałtycka. Ozdobą tej części ekspozycji jest wspomniany krab wełnistoszczypcy – przybysz aż z morza chińskiego, który przybył do Bałtyku z wodą balastową statków dalekomorskich. Na wystawie zaprezentowane zostały wszystkie gatunki bałtyckich małży. Pokazano również wpływ zasolenia na wielkość małży bałtyckich – omułków i sercówek w porównaniu z omułkami i sercówkami z mórz i oceanów o pełnym zasoleniu.



Fot. 6. Lekcja muzealna

W gablocie umieszczono również ciekawe gatunki bałtyckich ryb. Rzadkim gatunkiem jest tasza czyli zając morski. U tego gatunku samiec opiekuje się przyklejoną do kamienia ikrą. Rybą o charakterystycznym wyglądzie jest belona czyli bocian morski, u której szczęki są wydłużone na kształt bocianiego dziobu, a szkielet ma barwę zieloną (niewidoczną niestety u okazów zakonserwowanych). Ponadto w gablocie umieszczono żyjące wśród wodorostów wężyńki i iglicznice – ryby, u których ikrą opiekują się samce nosząc ją przyklejoną do ciała (wężyńka) lub w specjalnie utworzonej torbie lęgowej (iglicznia). Wspomnieć należy także o pocierńcu, ciekawej rybie, której samiec buduje gniazdo i opiekuje się potomstwem, bowiem samice po tarle giną. Zwraca uwagę zasuszony okaz jesiotra zachodniego bardzo rzadkiej ryby bałtyckiej.

W Muzeum uczniowie mają doskonałą okazję do powtórzenia wiadomości z zakresu zoologii bezkręgowców jak i strunowców głównie słonowodnych. Mogą zapoznać się z bioróżnorodnością w obrębie morskich skorupiaków, mięczaków, szkarłupni oraz ryb, a także poznać różnice między rybami chrzęstno i kostnoszkieletowymi oraz pogłębić wiedzę na temat cech świadczących o przystosowaniach ryb do życia w różnych środowiskach. W zależności od potrzeb nauczycieli może realizować wiele innych tematów jak np. opieka nad potomstwem, przystosowania do drapieżnictwa itp., bowiem w muzeum znajdują się okazy, które dają wiele możliwości interpretacyjnych.

Muzeum przyrodnicze daje uczniom możliwość nie tylko zdobycia informacji i samodzielnego dochodzenia do wiedzy, ale także uczenia się przez zabawę. Umożliwia realizację celów kształcenia odnoszących się do odnalezienia i poznania elementów ekspozycji związanej z określonym tematem zajęć, celów w zakresie kształtowania u uczniów zdolności do wykorzystywania ekspozycji jako nowego źródła wiedzy, a przy tym pogłębiania



Fot. 5. Fragment wystawy dotyczący historii i zwierząt Bałtyku

dotychczas posiadanej, jak również rozwoju zainteresowań przyrodniczych uczniów i szukania nowych inspiracji. Jest doskonałym miejscem do wymiany myśli i poglądów, stanowiąc swoistą platformę komunikacji, a także do zgłębiania wiedzy w sposób twórczy. Może być cennym uzupełnieniem procesu dydaktycznego realizowanego w szkole.

Edukacja w muzeum powinna być nie tylko ciekawa, ale także przyjemna. Te warunki spełnia Muzeum Fauny i Flory Morskiej i Śródlądowej. Poprzez zapewnienie Gościom odpowiedniego komfortu, stworzono tu odpowiednie warunki do spotkań pomiędzy przyjaciółmi, dziećmi i rodzicami oraz innymi towarzyszami muzealnej przygody.

Literatura

- Międzynarodowa Strategia Edukacji Środowiskowej. UNESCO, UNEP. LOP Warszawa 1990
- Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej. Przez Edukację do Zrównoważonego Rozwoju. Ministerstwo Środowiska. Warszawa 2001.

XXI Konferencja Dydaktyków Przedmiotów Przyrodniczych

Klasyczne lekcje przyrody – zmierzch, czy świt?

Organizatorzy

Szanowni Państwo

Mamy przyjemność zaprosić do udziału w XXI edycji Krajowej Konferencji Dydaktyków Przedmiotów Przyrodniczych, która odbędzie się w dniach 19-21 września 2017 roku w Zielonej Górze.

Temat przewodni spotkania brzmi:

„Klasyczne lekcje przyrody – zmierzch, czy świt?”

Chcielibyśmy zwrócić szczególną uwagę na:

- brak równowagi w nauczonym materiale między biotechnologią i genetyką a bioróżnorodnością, ekologią i ochroną przyrody,
- spadek wrażliwości przyrodniczej w społeczeństwie,
- coraz rzadsze wspomaganie zajęć biologii, fizyki i chemii eksperymentem i ćwiczeniami obrazującymi omawiane zagadnienia.

Za główny cel stawiamy wypracowanie propozycji zmian w obecnym systemie edukacji i dydaktyki, aby każde kolejne pokolenie mogło dorastać świadome bogactwa świata przyrody i jego znaczenia współcześnie i w przyszłości.

Organizatorami konferencji są Ogród Botaniczny Uniwersytetu Zielonogórskiego, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika oraz Instytut Biologii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach.

Komitet organizacyjny:

- Mgr Sebastian Pilichowski – Uniwersytet Zielonogórski, przewodniczący komitetu
- Dr Piotr Reda – Uniwersytet Zielonogórski, opiekun naukowy konferencji
- Prof. dr hab. Ilona Żeber-Dzikowska – Przewodnicząca Ogólnopolskiej Sekcji Dydaktyków Biologii Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika
- Mgr Radosław Skrobiana
- Mgr inż. arch. kraj. Agnieszka Tokarska-Osyczka

Zdarzenie zostanie zwieńczone monografią, wymagania w odniesieniu do prac oraz szczegóły rejestracji zostaną podane w kolejnym komunikacie.

Do zobaczenia na konferencji,
z pozdrowieniami

Organizatorzy



Dobre praktyki w ogrodnictwie

Informacja prasowa

Kodeks dobrych praktyk „Ogrodnictwo wobec roślin inwazyjnych obcego pochodzenia” jest zbiorem zasad określających jak postępować z roślinami należącymi do gatunków obcych, aby ograniczyć ich przenikanie z ogrodów i terenów zieleni do dzikiej przyrody. Zachęcamy do korzystania z kodeksu osoby uprawiające własne ogrody, a także zawodowo zajmujące się ogrodnictwem, które cenią rodzimą przyrodę.

Kodeks został opracowany przez grono ekspertów, a jego treść zaakceptowało 20 instytucji reprezentujących administrację publiczną, organizacje pozarządowe, jednostki naukowe oraz wiodące stowarzyszenia branży ogrodniczej.

Oprócz ogólnych zasad postępowania z gatunkami obcego pochodzenia, w Kodeksie dodatkowo znajdują się kolorowe karty informacyjne o roślinach należących do inwazyjnych gatunków obcych stosowanych w ogrodnictwie. Można tam znaleźć opis rośliny i praktyczne zalecenia jak uprawiać ją w sposób bezpieczny dla rodzimej przyrody.

Szacuje się, że w środowisku przyrodniczym Polski występuje ok. 3500 gatunków roślin naczyniowych, z czego rośliny obcego pochodzenia stanowią aż 30%. Na szczęście tylko niewielka część gatunków obcych stanowi zagrożenie dla rodzimej przyrody, są to tzw. inwazyjne gatunki obce, które stanowią ok. 1,5% flory Polski.

Inwazyjne gatunki obce negatywnie wpływają na środowisko przyrodnicze, m.in. poprzez wypieranie gatunków rodzimych czy ograniczanie bazy pokarmowej dla zwierząt. Niektóre z gatunków inwazyjnych przy-

noszą także straty gospodarcze, np. rozprzestrzeniając się jako uciążliwe chwasty, a nawet stanowią zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt, powodując alergie lub porażenia.

Każdy może mieć swój udział we wdrażaniu zasad Kodeksu dobrych praktyk w ogrodnictwie, wystarczy wypełnić deklarację o jego stosowaniu. Złożenie deklaracji będzie potwierdzeniem, że podczas urządzania ogrodu dbałość o przyrodę jest cenną wartością. Ponadto poznanie, zaakceptowanie i stosowanie zasad proponowanych w Kodeksie może przyczynić się do zatrzymania lub ograniczenia procesu rozprzestrzeniania się wielu obcych gatunków roślin o charakterze inwazyjnym.

Poniżej przykładowe zasady Kodeksu:

- Poznaj, co dokładnie uprawiasz lub sprzedajesz

Identyfikacja rośliny jest warunkiem koniecznym, aby wiedzieć czy mamy do czynienia z gatunkiem, który może być niebezpieczny dla krajowej flory. Dlatego tak ważne jest, aby poznać prawidłowe nazwy roślin.

- Dowiedz się, które obce gatunki roślin stosowanych w ogrodnictwie są inwazyjne

Warto szukać aktualnych informacji na temat roślin, które mogą stanowić zagrożenie dla rodzimej przyrody. W Kodeksie można znaleźć listę roślin stosowanych w ogrodnictwie, a uznawanych obecnie za obce gatunki inwazyjne.

- Unikaj wprowadzania do swojego ogrodu i na tereny zieleni roślin zaliczanych do gatunków inwazyjnych

Dąb czerwony, robinia akacjowa, dereń rozłogowy, jesion pensylwański, słonecznik bulwiasty, rudbekia naga, sumak octowiec, świdośliwa Lamarcka – to tylko część występujących w Polsce obcych gatunków roślin, które stanowią zagrożenie dla gatunków rodzimych lub siedlisk przyrodniczych (inaczej: inwazyjnych gatunków obcych). W Kodeksie można znaleźć pełną informację na ich temat: o biologii, występowaniu i wskazówki jak je uprawiać, aby nie „uciekły” z ogrodu.

Inwazyjne gatunki roślin można zastąpić innymi roślinami: rodzimymi lub obcymi, ale niewykazującymi charakteru inwazyjnego. Rośliny te także charakteryzują się pięknym zapachem, kolorem kwiatów czy kształtem liści.

- Zrezygnuj ze sprzedaży lub z uprawy „zakazanych gatunków” oraz „uzgodnionych gatunków” obcych roślin

Dzięki rezygnacji ze sprzedaży i uprawy wybranych gatunków roślin uznanych za inwazyjne zmniejszy się ryzyko ich przedostawania się z ogrodów i terenów zieleni do środowiska przyrodniczego.

Mianem „gatunków zakazanych” określono gatunki wymienione w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym, tj. barszcze kaukaskie, bożodrzewa gruczołowatego, kolcolista zachodniego, kolczurkę klapowaną, niecierpka gruczołowatego, niecierpka pomarańczowego, rdestowce, trojeść amerykańską, tulejnika amerykańskiego oraz rośliny

wodne: moczarkę delikatną, azollę drobną i grubosza Helmsa. Zgodnie z przepisami ustawy o ochronie przyrody uprawa tych roślin, ze względu na ryzyko ich przeniknięcia do środowiska, jest zabroniona.

Podczas prac nad Kodeksem uzgodniono, że nie należy wprowadzać do sprzedaży i uprawy również innych inwazyjnych roślin gatunków obcych („gatunki uzgodnione”), takich jak: czeremcha amerykańska, klon jesionolistny, moczarka kanadyjska, nawłóć kanadyjska, nawłóć późna, nawłóć wąskolistna, rudbekia naga, świdośliwa kłosowa, tawuła kutnerowata.

- Uprawiaj rodzime lub nieinwazyjne rośliny obcego pochodzenia

Chcąc upodobnić nasz ogród lub teren zieleni do naturalnego ekosystemu, uprawiaj w nich rośliny gatunków rodzimych, które są dostępne w ofercie ogrodniczej. Rośliny te mogą być atrakcyjne dla ptaków lub motyli, pszczół i innych owadów. Jednocześnie będą stanowić urzekający element ogrodu.

- Utrzymuj rośliny obcego pochodzenia w ogrodzie, tak aby nie przedostawały się „za płot”

Pojawienie się w naturalnym ekosystemie nawet najpiękniejszej rośliny obcego pochodzenia jest niepożądane i może zakłócić jego strukturę i funkcjonowanie. Dlatego zasięgaj informacji u sprzedawcy, jak ją uprawiać w sposób bezpieczny dla środowiska oraz stosuj zalecenia dla gatunku zawarte w kartach informacyjnych Kodeksu.

- Wyrzucaj odpady roślinne w sposób odpowiedzialny – nigdy „na dziko”

Odpady roślinne inwazyjnych gatunków obcych powinny zostać odpowiednio przetworzone, np. rozdrobnione i wysuszone oraz składowane najlepiej w zamkniętym kompostowniku lub spalone.

Więcej informacji o dobrych praktykach w ogrodnictwie można znaleźć na stronie: <http://kdpo.gdos.gov.pl>