

KWARTALNIK

ISSN 1643-8779

3(68)
2018

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

Edukacja herpetologiczna najmłodszych

Dziecięca astronomia

Długotrwały stres a stan układu ruchu

Wykorzystanie grzybów w bioremediacji

NAUKA

geografia
biologia
chemia
zdrowie
fizyka
badania
środowisko
przyroda

- 3 Agata Sośnicka
White-rot fungi and their lignin modifying enzymes: an effective tool to fight recalcitrant organic pollutants
- 10 Bartosz Bagrowski
Szkodliwy wpływ długotrwałego stresu na stan układu ruchu

SZKOŁA

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

- 16 Natalia Deptuła, Aleksandra Kolanek
Edukacja herpetologiczna najmłodszych – propozycja warsztatów dla dzieci w wieku przedszkolnym
- 22 Jan Amos Jelinek
Dziecięca astronomia
- 30 Ligia Tuszyńska, Anna Falkowska
Zjawisko smogu w świadomości nauczycieli Warszawy

KRÓTKO

recenzje
wydarzenia
informacje
najnowsze odkrycia

- 39 Redakcja
IV Studencka Konferencja Biologii Medycznej „Biofuzje” 2019
- 39 Alicja Walosik
XXIII Konferencja Dydaktyków Przedmiotów Przyrodniczych – zaproszenie
- 40 Redakcja
XIV Międzynarodowa Interdyscyplinarna Konferencja „Current Environmental Issues – 2019”
- 41 Violetta K. Macioszek, Andrzej K. Kononowicz
Uprawa odmian rzepaku przez uczniów liceów ogólnokształcących w ramach edukacyjnej części projektu badawczego

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

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

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

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

Redakcja

Redaktor naczelny: Takao Ishikawa

Sekretarz redakcji: Magdalena Rzeszotek

Redaktor merytoryczny:
Urszula Poziomek

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: N. Deptuła, A. Kolanek

Skład i łamanie: Marcin Trepczyński

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

wersją referencyjną czasopisma jest wydanie elektroniczne
opublikowane na stronie: ebis.ibe.edu.pl
wszystkie artykuły z abstraktami zostały zrecenzowane

Od redakcji

Takao Ishikawa

Szanowni Państwo,
z prawdziwą radością przekazuję Państwu kolejny numer kwartalnika Edukacja Biologiczna i Środowiskowa. W dziale KRÓTKO znajdują Państwo aż trzy zaproszenia na konferencje – zarówno studenci, jak i doświadczeni badacze czy dydaktycy znajdą właściwą dla siebie. W przypadku każdej z nich można uzyskać więcej informacji wchodząc na stronę internetową wydarzenia. Serdecznie do tego zachęcam.

Pozostała część kwartalnika to dobrze Państwu znane działy – NAUKA i SZKOŁA. Pierwszy z nich zawiera artykuł w języku angielskim dotyczący grzybów oraz wybranych enzymów wytwarzanych przez te organizmy. Lektura tego artykułu pozwoli dowiedzieć się, w jaki sposób można wykorzystać grzyby do walki z substancjami zanieczyszczającymi środowi-

ska. Drugi artykuł w tym dziale nosi tytuł „Szkodliwy wpływ długotrwałego stresu na stan układu ruchu”. Myślę, że nikomu, żyjącemu we współczesnym świecie pełnym stresu, nie zaszkodzi lepsze poznanie własnego organizmu – w tym związku między stresem a stanem układu ruchu.

Dział SZKOŁA artykuł dotyczący edukacji najmłodszych – z wykorzystaniem płażów i gadów. Autorki opisały nie tylko zalety interakcji między dziećmi w wieku przedszkolnym a tymi zwierzętami, ale także zamieściły przykładowy scenariusz zajęć, co pozwala lepiej wyobrazić sobie ich przebieg. Dla osób zainteresowanych problemami edukacji nieco starszych dzieci, polecam artykuł „Dziecięca astronomia. Dominujące modele umysłowe kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi i zjawiska dnia i nocy



u dzieci od 5 do 10 roku życia”. To kompleksowe opracowanie, które pozwoli zorientować się Państwu, jak postrzegają świat (Ziemię i najbliższe jej otoczenie) dzieci w wieku 5-10 lat.

Aktualny numer EBIŚ jest stosunkowo zwięzły, dlatego śmiało mogę Państwa zachęcić do lektury każdego z zamieszczonych artykułów. Jestem przekonany, że znajdą Państwo w tych tekstach coś, co Państwa zaskoczy i wzbogaci codzienną pracę lub badania.

Takao Ishikawa

White-rot fungi and their lignin modifying enzymes: an effective tool to fight recalcitrant organic pollutants

Agata Sośnicka

DOI: 10.24131/3247.180301

Summary:

In nature species belonging to the white-rot fungi group are responsible degradation of wood components, mainly lignin but also partly cellulose, due to the specific lignin-modifying enzymes they synthesise. Nevertheless, these enzymes tend to act not only upon constituents of wood, but also other macromolecular compounds having within their structure the same bonds as the ones within a lignin and cellulose molecule. It has been reported that with the use of the mentioned enzymes it is possible to break down various recalcitrant organic pollutants, such as polycyclic aromatic hydrocarbons, phenols, biphenyls or heavy metals. This bioremediation technique using fungi as a tool to remove such xenobiotics is called mycoremediation and shows more advantages when compared to bioremediation with the use of bacteria.

Key words: white-rot fungi, mycoremediation, xenobiotics, waste management, environment protection

otrzymano: 13.10.2018; przyjęto: 20.12.2018; opublikowano: 31.03.2019



Agata Sośnicka: Master of Pharmacy, Department of Drug Technology and Pharmaceutical Biotechnology, Medical University of Warsaw, Banacha Street 1, 02-097 Warsaw, Poland

- » Environment contamination with recalcitrant organic compounds being a major issue worldwide
- » Enzyme system of white-rot fungi being a promising tool in xenobiotic degradation

Introduction

The white-rot fungi (WRF) group can seem confusing to some researchers at first, as it is not a typical taxonomic group, comprising all the fungi belonging to the same taxonomic ranks. True is that most white-rotters come from the *Basidiomycota* division (kingdom: Fungi, subkingdom: Dikarya) and many can share similarities in morphology, genetics and biological characteristics. Nevertheless, what makes a species a member of WRF is none of these, the species needs to be capable of synthesising ligninolytic enzymes (Young and Akhtar, 1998). The result of activity of these enzymes, namely lignin peroxidase, manganese peroxidase and laccase, explains the name given to the group of fungi possessing the ability to produce them. The enzymes allow the white-rotters to decompose lignin content of any wooden material, leaving only the cellulose as a partly-digested wood component, which appears as typical white stains on the attacked wood, hence such a name was given (Kang et al., 2007).

In nature WRF degrade wood components in various mechanisms, depending on a species: some white-rotters inhabit only dead wooden material, some colonize living plants eventually causing their death and some can do both (Sośnicka et al., 2018). Only white-

rotters are known to effectively and completely degrade lignin to carbon dioxide and water, in this process they gain access to carbon and energy source (Kirk and Farrell, 1987). Lignin is a complex heterogenous polymer that is made of three types of phenylpropane unit (*p*-coumaryl alcohol, coniferyl alcohol and sinapyl alcohol) bonded to each another in many different ways (Du et al., 2013). As mentioned before, the degradation of lignin is an enzymatic process and it involves breaking down the C-C and C-O-C bonds within the lignin structure in a process of an oxidative degradation (Leonowicz et al., 1999). These bonds are present in many other organic molecules with a branched structure, some of them are known as recalcitrant organic pollutants, as they are resistant to most means of degradation and cause an environmental threat when they accumulate. The search for an effective way of dealing with toxic wastes and the discovery of potential that WRF possess became the origin of an idea to employ this fungi group into a remediation technique (Barrech et al., 2018).

Mycoremediation

The technique that is based on using microorganisms to clean up the polluted site (soil, groundwater), eliminate or neutralise toxic contaminants and managing wastes is called bioremediation (Chatterjee et al., 2017). Mycoremediation is a type of bioremediation using fungi, including WRF, for that purpose and it refers to their possibilities as microorganisms of degrading a great number of recalcitrant pollutants and transforming industrial wastes into products (Kulshreshtha et al., 2014). Bacteria have also been used for the same purpose, nevertheless, mushrooms exhibit some valuable advantages over the ones that bacteria can offer. First of all, fungi do not require preconditioning to the

specific pollutant and bacteria mostly have to be pre-exposed to it in order to induce enzymes that can later act upon the pollutant. Furthermore, pollutants need to reach a substantial concentration for the synthesis of enzymes to occur, below which the bacteria will be unable to act (Asamudo et al., 2006).

Recalcitrant xenobiotics

The constant need to develop new methods to deal with environmental pollution is followed by the lack of solutions to apply to the most resistant pollutants. Recently, the contamination with synthetic organic compounds has become a major issue worldwide. These materials, called xenobiotics, are not products created by nature, but by industry and due to this they cannot be easily degraded by natural forces (Thakur, 2018). Environmental contamination has accelerated, which is due to industrial expansion, extensive chemical usage in agriculture, automobile exhaust, mine explorations, and the improper waste disposal practices of wastes containing high metal concentrations by industry, commercial establishments, and residential communities (Ali et al., 2017) (Fang et al., 2014). These chemicals include polycyclic aromatic hydrocarbons, pentachloro-phenols, polychlorinated biphenyls, 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane, benzene, toluene, ethyl-benzene, xylene and trinitrotoluene (Lau et al., 2003) (Verdin et al., 2004). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) are highly recalcitrant environmental contaminants, they are a by-product of the burning-off fossil fuels, coal mining, oil drilling and wood burning (Adenipekun and Lawal, 2012). Mushrooms seem to be ideal candidates to be used as a tool in degrading such materials as the results of many pieces of research have shown. To give examples, they are capable of accumulating heavy metals and biodegrading different lignocellulosic substrates (Bennet et al., 2002), they can be used in wastewater

treatment (Xu et al., 2017), in degradation of broad-spectrum organochlorine pesticide lindane (Kaur et al., 2016), degradation of common endocrine disruptors (EDCs; bisphenol A, estrone, 17- β -estradiol, estriol, 17- α -ethinylestradiol, triclosan and 4-n-nonylphenol) (Křesinová et al., 2018), they also break down engine oil (Adenipekun and Isikhuemhen, 2008). The applications do not end here and many of them are still to be examined.

Waste-management potential

The variety of possibilities to employ fungi into bioremediation emerges from species diversity. They can effectively use different mechanisms of action to decontaminate polluted sites and stimulate the environment to fight against them (Kulshreshtha et al., 2014). Many papers report the role of mushrooms in bioremediation of pollutants in the process of biodegradation, biosorption and bioconversion (Wu et al., 2008) (Prigione et al., 2008) (Kamei et al., 2006).

Bioconversion gives a possibility of using a variety of waste by-products generated by industries as media for fungi cultivation. Hence it is right to say that the product of bioconversion is a fungus itself (Kulshreshtha et al., 2014). To show examples, the following species have been reported to use bioconversion: *Pleurotus citrinopileatus* to be capable of handmade paper and cardboard industrial waste bioconversion with no genotoxicity shown (Kulshreshtha et al., 2013), *Pleurotus ostreatus* to be able to bioconvert sawdust (Akinyele et al., 2012), *Volvariella volvacea* using some agroindustrial residues such as cassava, sugar beet pulp, wheat bran and apple pomace in bioconversion process (Akinyele et al., 2011), *Lentinula edodes* capable of bioconverting eucalyptus wastes (Brienzo et al., 2007).

Biosorption was defined as “a non-directed physico-chemical interaction that may occur between metal/ra-

dio nuclide species and the cellular compounds of biological species” (Shumate and Strandberg, 1985). This process is based on the sorption of metallic ions/xenobiotics from effluent by live or dried biomass which can exhibit a marked tolerance towards metals and other adverse conditions (Gavrilescu, 2004). The mechanism of uptaking xenobiotics consists of two processes, which are bioaccumulation and biosorption. Bioaccumulation refers to transport of a pollutant into to cell and partitioning it into intracellularly located components, while biosorption means binding the pollutant to the biomass without requiring metabolic energy (Kulshreshtha et al., 2014). What is interesting, biosorption can be performed not only by a living organism but also a dead one, and the last one tends to have more advantages. First of all, the dead fungi mass can be easily obtained from industries as it is considered to be waste, contrary to a living fungus that has to be cultivated and maintained in optimal parameters. This is connected with the second reason explaining why dead biomass is easier to handle – it is not sensitive to any operating conditions like pH, temperature, nutrient supply etc. (Mar'in et al., 1997). The reported examples of fungi using biosorption to remove pollutants are: *Lactarius piperatus* and *Agaricus bisporus* removing cadmium (II) ions (Nagy et al., 2014), *Fomes fasciatus* removing copper (II) (Sutherland and Venkobachar, 2013), *Pleurotus platypus*, *Agaricus bisporus*, *Calocybe indica* removing copper, zinc, iron, cadmium, lead, nickel (Lamrood and Ralegankar, 2013), *Pleurotus tuber-regium* removing heavy metals (Oyetayo et al., 2012).

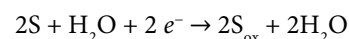
Biodegradation is the most common and effective process of removing xenobiotics from the contaminated site. It is a process of complete mineralization of the substrate to simple compounds (CO₂, H₂O, NO₃) and other inorganic compounds by living organisms. Fungi

performs biodegradation with the use of a enzymatic system that is thoroughly described in the next chapter.

Ligninolytic complex

The main enzymes of a white-rotter that are capable of lignin mineralisation are called the lignin-modifying enzymes (LMEs), the best characterized of which are: lignin peroxidase (LiP, EC 1.11.1.14), manganese peroxidase (MnP, EC 1.11.1.13) (Orth and Tien, 1995) and laccase (Lac, EC 1.10.3.2) (Thurston, 1994). These enzymes are extracellular which means they are being secreted outside the fungus' cell, so into the environment where they act. The decomposition process of lignin can be enhanced by WRF by producing several oxidoreductases: glyoxal oxidase (EC 1.2.3.5), aryl alcohol oxidase (veratryl alcohol oxidase; EC 1.1.3.7), pyranose 2-oxidase (glucose 1-oxidase; EC 1.1.3.4), cellobiose/quinone oxidoreductase (EC 1.1.5.1), and cellobiose dehydrogenase (EC 1.1.99.18) (Ander and Marzullo, 1997). LME production takes place during secondary metabolism and is induced by limited nutrient levels, particularly nitrogen.

Peroxidases such as LiP, MnP are catalysers for the oxidation of various substrates in the presence of H_2O_2 as electron acceptor, as shown in the reaction below



where: S, substrate (electron donor); S_{ox} , oxidized substrate (Falade et al., 2016) including lignin peroxidase, are topical owing to their high redox potential and prospective industrial applications. The prospective applications of lignin peroxidase span through sectors such as biorefinery, textile, energy, bioremediation, cosmetology, and dermatology industries. The litany of

potentials attributed to lignin peroxidase is occasioned by its versatility in the degradation of xenobiotics and compounds with both phenolic and non-phenolic constituents. Over the years, ligninolytic enzymes have been studied however; research on lignin peroxidase seems to have been lagging when compared to other ligninolytic enzymes which are extracellular in nature including laccase and manganese peroxidase. This assertion becomes more pronounced when the application of lignin peroxidase is put into perspective. Consequently, a succinct documentation of the contemporary functionalities of lignin peroxidase and, some prospective applications of futuristic relevance has been advanced in this review. Some articulated applications include delignification of feedstock for ethanol production, textile effluent treatment and dye decolourization, coal depolymerization, treatment of hyperpigmentation, and skin-lightening through melanin oxidation. Prospective application of lignin peroxidase in skin-lightening functions through novel mechanisms, hence, it holds high value for the cosmetics sector where it may serve as suitable alternative to hydroquinone; a potent skin-lightening agent whose safety has generated lots of controversy and concern.

What is important, all LME enzymes are non-specific to the substrate, they can catalyse many different reactions, which means they can be used in the mycoremediation process in order to degrade various macromolecular compounds. This is a highly particular phenomenon as many xenobiotics have never before been encountered in nature and mainly WRF are the only organisms able to break them down (Pointing, 2001). Lignin-degrading enzymes has been applied to many different areas such as paper industry, textile industry, wastewater treatment and the degradation of herbicides (Abdel-Hamid et al., 2013).

Lignin peroxidase (LiP)

LiP belongs to a class of haemoprotein peroxidases. The molecule has a globular shape, its molecular weight is in between 38 kDa and 43 kDa and has the isoelectric point in between 3.3 and 4.7 (Piontek et al., 1993) (Kirk et al., 1986) (Glumoff et al., 1990). LiP can oxidise both phenolic and non-phenolic substrates. It is involved in the formation of a radical cation through one electron oxidation which leads to side-chain cleavage, demethylation, intramolecular addition and rearrangements (Falade et al., 2016). LiPs tend to have a stronger redox potential compared to other peroxidases, because their iron is more electron deficient (Millis et al., 1989), and this makes it possible for LiPs to oxidise moderately activated aromatic rings, contrary to other peroxidases, which need a strongly activated aromatic ring in order to act upon it (Abdel-Hamid et al., 2013).

LiP has a common catalytic cycle, which starts with a two-electron oxidation of the native ferric enzyme [LiP]-Fe(III) by H_2O_2 to form a two-electron oxidised form of [LiP]⁺-Fe(IV) (compound I). Within the next reaction the oxidised form (compound I) first is being reduced by a reducing substrate and then receives an electron to form one-electron oxidised form (compound II). In the last reaction the substrate loses an electron while being reduced, which is being received by the one-electron oxidised form (compound II). This returns the enzyme to the native state and the oxidation cycle is complete (Abdel-Hamid et al., 2013).

LiP has been described widely to be capable of degrading various types of recalcitrant aromatic compounds including three- and four-ring polycyclic aromatic hydrocarbons (Wesenberg et al., 2003), polychlorinated biphenyl (Pease and Tien, 1992), chlorophenols and synthetic dyes (Chivukula et al., 1995), which show it can be successfully applied in remediation (Falade et al., 2016).

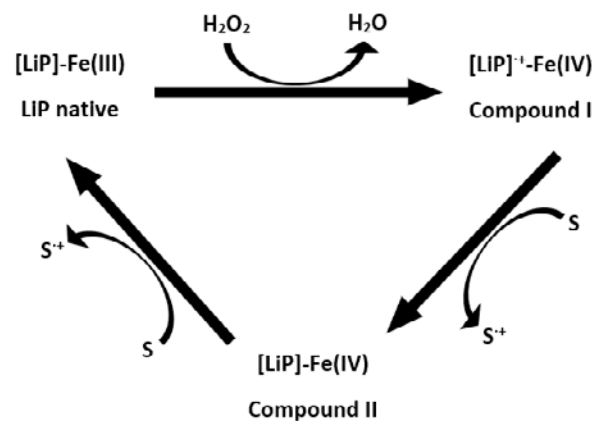


Figure 1. LiP catalytic reaction

Source: adapted from (Abdel-Hamid et al., 2013).

Some of the most widely investigated fungi species capable of synthesising LiP are *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor*, *Trichoderma reesei*, *Aspergillus niger*, *Phlebia radiata*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju* (Falade et al., 2016)

Manganese peroxidase (MnP)

MnP is also a haemoprotein of a globular shape, its molecular weight is around 53 kDa and its isoelectric point of about 3.7 (Shin et al., 2005). It oxidizes the one-electron donor Mn^{2+} to Mn^{3+} which then can oxidise a large number of phenolic substrates. The ability of MnP to oxidize Mn^{2+} is due to a Mn-binding site formed by three acidic residues near the internal heme propionate (Martínez, 2002). MnP is regarded as a first enzyme acting upon a phenolic compounds due to Mn^{3+} oxidising different mono- and dimeric phenols.

The catalytic cycle resembles the LiP. It is initiated by the binding reaction of H_2O_2 to the native ferric enzyme $[MnP]-Fe(III)$. This occurs within subsequent cleavage of the peroxide O-O bond which needs a two-electron

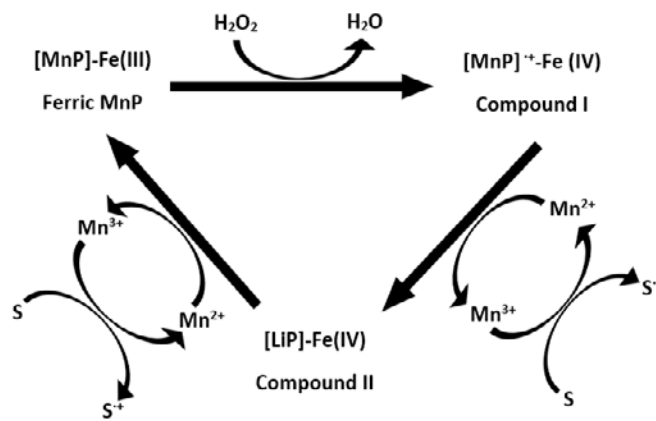


Figure 2. MnP catalytic cycle

Source: adapted from (Abdel-Hamid et al., 2013).

transfer from the heme and results in formation of the Fe^{4+} -oxo-porphyrin-radical complex- $[MnP]^{•+}-Fe(IV)$ (compound I). A Mn^{2+} ion gives away one electron to the porphyrin intermediate to form $[MnP]-Fe(IV)$ (compound II) and is oxidized to Mn^{3+} . The native enzyme is generated from compound II in a similar way in the process of the donation of one electron from Mn^{2+} to form Mn^{3+} . The reduction of compound proceeds in a similar way and another Mn^{3+} is formed from Mn^{2+} , which leads to the emergence of the native enzyme and this completes the catalytic cycle (Wariishi et al., 1988).

The exceptional degradative potential of MnP exceeds lignin decomposition. MnP acts upon modified derivatives of lignin, having an effect on various organopollutants, to which we can classify polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) (Bogan and Lamar, 1996), chlorophenols (Hofrichter et al., 1997), nitroaromatic compounds (Van Aken et al., 2000), arsenic-containing (Fritsche et al., 2000) agents and more.

Well known MnP-synthesising WRF species are, among others: *Agaricus bisporus*, *Armillaria mellea*,

Irpex lacteus, *Lentinula edodes*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Phlebia radiata*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju*, *Trametes versicolor*.

Laccase (Lac)

Laccase is a member of blue multi-copper oxidases superfamily which means it exhibits another mechanism of action than previously described peroxidases (Morozova et al., 2007). In comparison with peroxidases, oxidases do not use hydrogen peroxide and, due to this reason, they show a greater stability, which allows the use of them more efficiently (Su et al., 2018). Most of the laccases synthesised by WRF are extracellular proteins, nevertheless some intracellular ones have also been reported (Kirk et al., 1986).

The majority of the fungal laccases are monomeric globular proteins, with molecular weight oscillating between 60-70 kDa, having an acidic isoelectric point around 4, moreover, all of them show a similar structure consisting of three sequentially arranged copper domains (Shleev et al., 2004). The enzyme consists of four metal ions classified into three types – T1, T2, and T3, among which T1 copper is responsible for the blue colour (Yaropolov et al., 1994).

Laccases catalyse a one-electron oxidation with the concomitant four-electron reduction of molecular oxygen to water, resulting in reductive cleavage of a dioxygen bond (Giardina et al., 2009). Cu metal atoms of the enzyme structure play a key role in the reduction of O_2 to H_2O . The Cu atoms of laccases include one copper of type 1 (Cu_1 -T1), one of type 2 (Cu_2 -T2) and two of type 3 (Cu_3 -T3) (Su et al., 2018). Lac catalytic properties can be briefly described in the following three major steps: (1) T1 copper is reduced by accepting electrons from the reducing substrate; (2) Electrons are transferred from T1 copper to the tri-nuclear T2/T3 cluster; (3) Molecular oxygen is activated and reduced to wa-

ter at the tri-nuclear T2/T3 cluster (Su et al., 2018). The overall outcome of the catalytic cycle is the reduction of one molecule of oxygen to two molecules of water and the concomitant oxidation of four substrate molecules to produce four radicals (Claus, 2004). The described direct interaction of the substrate with the copper cluster shows the simplest case of laccase catalytic cycle. Oftentimes it occurs that a substrate cannot get oxidised directly by laccases, for which reasons can vary: a substrate can have a too big molecule to penetrate into the enzyme active site or show a too high redox potential (Riva, 2006). Nevertheless, this limitation can be easily overcome with the presence of mediators- these are compounds acting as intermediate substrates for laccase. The use of certain low-weight compounds, acting as redox mediators, widen the catalytic activity of laccase towards more recalcitrant compounds (Barreca et al., 2003). The most commonly used mediators in literature are 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) and 1-hydroxy- benzotriazole (HBT) (Hilgers et al., 2018).

Laccases exhibit a broad substrate specificity, they can catalyse the oxidation of ortho- and para-diphenols, aminophenols, polyphenols, polyamines, anilines and aromatic thiols, lignins and aryl diamine as well as some inorganic ions (Solomon et al., 1996).

Due to the wide variety of reactions catalysed by laccases, these enzymes hold a great promise for many potential applications.

Laccases are typical to be synthesised by many WRF species, but the ones of a greater importance are: *Polyporus versicolor*, *Neurospora crassa*, *Pleurotus ostreatus*, *Phlebia radiata*, *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Armillaria mellea* (Solomon et al., 1996) (Abdel-Hamid et al., 2013) (Sośnicka et al., 2018).

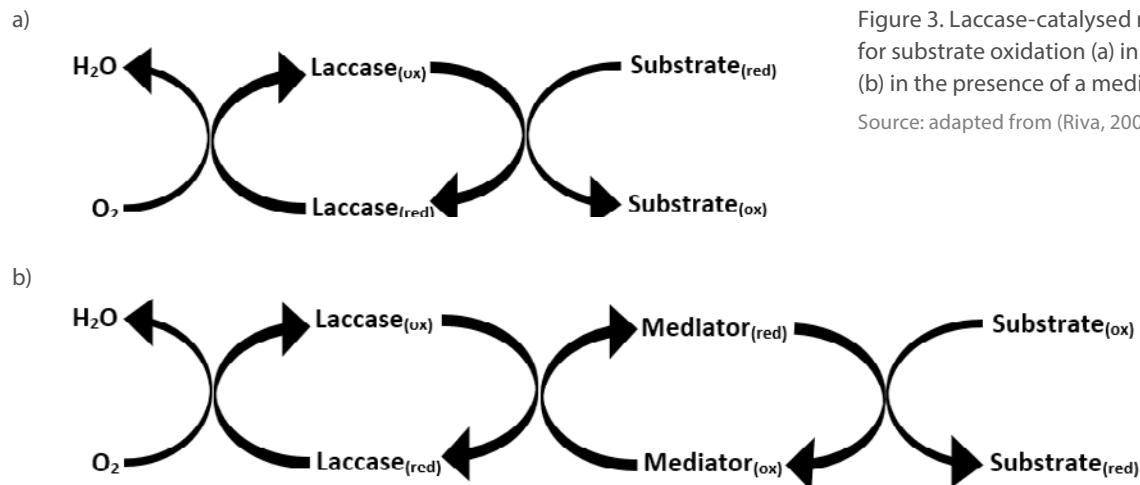


Figure 3. Laccase-catalysed redox cycles for substrate oxidation (a) in the absence, (b) in the presence of a mediator

Source: adapted from (Riva, 2006).

Conclusions

In the age of the high environmental pollution rates, where day by day the number of toxic pollutants accumulate causing a real health threat it seems urgent to look for different solutions that would deal with the wastes we are creating. In order not to turn the forces of nature against ourselves we should start cooperating with it, noticing the help nature itself offers. All the research on the use of fungi for the environment treatment that has been done shows endless applications of the mycoremediation technique. There is no doubt using organisms that are part of environment to fight artificial wastes created by people is an eco-friendly way to achieve the goal – it is a relatively easy process to conduct, it is cheap, safe, and what is more important, becoming more popular.

References

- Abdel-Hamid AM, Solbiati JO and Cann IKO (2013). Chapter One - Insights into Lignin Degradation and its Potential Industrial Applications. *Adv Appl Microbiol.* 82: 1–28.
- Adenipekun C and Isikhuemhen O (2008). Bioremediation of Engine Oil Polluted Soil by the Tropical White Rot Fungus, *Lentinus squarrosulus* Mont. (Singer). *Pak. J. Biol. Sci.* 11: 1634–1637.
- Adenipekun C and Lawal R (2012). Uses of mushrooms in bioremediation: A review. *Biotechnol. Mol. Biol. Rev.* 7: 62–68.
- Akinyele J, Olaniyi O and Arotupin D (2011). Bioconversion of Selected Agricultural Wastes and Associated Enzymes by *Volvariella volvacea*: An Edible Mushroom. *Res. J. Microbiol.* 6: 63–70.
- Akinyele J, Fakoya S and Adetuyi C (2012). Anti-growth factors associated with *Pleurotus ostreatus* in a submerged liquid fermentation. *Malays. J Microbiol.* 4: 135–140.
- Ali A, Gou D, Mahar A, Wang P, Shen F, Li R and Zhang Z (2017). Mycoremediation of Potentially Toxic Trace Elements—a Biological Tool for Soil Cleanup: A Review. *Pedosphere.* 27: 205–222.
- Ander P and Marzullo L (1997). Sugar oxidoreductases and veratryl alcohol oxidase as related to lignin degradation. *Low Mol. Weight Compd. Lignin Degrad.* 53: 115–131.

- Asamudo N, Daba A and Ezeronye O (2006). Bioremediation of textile effluent using *Phanerochaete chrysosporium*. *Afr. J. Biotechnol.* 4: 1548–1553.
- Barreca AM, Fabbrini M, Galli C, Gentili P and Ljunggren S (2003). Laccase-mediated oxidation of a lignin model for improved delignification procedures. *J. Mol. Catal. B Enzym.* 26: 105–110.
- Barrech D, Imran A and Malik T (2018). A Review on Mycoremediation-the fungal bioremediation. *Pure Appl. Biol.* 7: 343–348.
- Bennet J, Wunch K and Faison B (2002). Use of fungi in biodegradation: of fungi in bioremediation. In *Manual of Environmental Microbiology*. Washington DC: ASM Press; 960–971.
- Bogan BW and Lamar RT (1996). Polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading capabilities of *Phanerochaete laevis* HHB-1625 and its extracellular ligninolytic enzymes. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 1597–1603.
- Brienzo M, Silva E and Milagres A (2007). *Lentinula edodes* strains detected by chemical and near-infrared spectroscopy methods. *Appl Biochem Biotechnol.* 4: 37–50.
- Chatterjee S, Deb U, Datta S, Walther C and Gupta DK (2017). Common explosives (TNT, RDX, HMX) and their fate in the environment: Emphasizing bioremediation. *Chemosphere.* 184: 438–451.
- Chivukula M, Spadaro JT and Renganathan V (1995). Lignin Peroxidase-Catalyzed Oxidation of Sulfonated Azo Dyes Generates Novel Sulfophenyl Hydroperoxides. *Biochemistry.* 34: 7765–7772.
- Claus H (2004). Laccases: structure, reactions, distribution. *XIIIth Int. Conf. Invertebr. Dioxigen Bind. Proteins.* 35: 93–96.
- Du L, Wang Z, Li S, Song W and Lin W (2013). A Comparison of Monomeric Phenols Produced from Lignin by Fast Pyrolysis and Hydrothermal Conversions. *Int. J. Chem. React. Eng.* 11: 1–11.
- Falade AO, Nwodo UU, Iweriebor BC, Green E, Mabinya LV and Okoh AI (2016). Lignin peroxidase functionalities and prospective applications. *MicrobiologyOpen.* 6: e00394.
- Fang Y, Sun X, Yang W, Ma N, Xin Z, Fu J, Liu X, Liu M, Mariga AM, Zhu X and Hu Q (2014). Concentrations and health risks of lead, cadmium, arsenic, and mercury in rice and edible mushrooms in China. *Food Chem.* 147: 147–151.
- Fritsche W, Scheibner K, Heere A and Hofrichter M (2000). Fungal degradation of explosives: TNT and related nitroaromatic compounds. In: Spain JC, Hughes JB and Knackmuss HJ. *Biodegradation of Nitroaromatic Compounds and Explosives*. NY: CRC Press; 213–234.
- Gavrilescu M (2004). Removal of Heavy Metals from the Environment by Biosorption. *Eng. Life Sci.* 4: 219–232.
- Giardina P, Faraco V, Pezella C, Piscitelli A, Vanhulle S and Sannia G (2009). Laccases: a never-ending story. *Cell Mol Life Sci.* 67: 369–385.
- Glumoff T, Harvey PJ, Molinari S, Goble M, Frank G, Palmer JM, Smit JDG and Leisola MSA (1990). Lignin peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium*. *Eur. J. Biochem.* 187: 515–520.
- Hilgers, R., Vincken, J.-P., Gruppen, H., and Kabel, M.A. (2018). Laccase/Mediator Systems: Their Reactivity toward Phenolic Lignin Structures. *ACS Sustain. Chem. Eng.* 6, 2037–2046.
- Hofrichter M, Scheibner K, Schneegaß I and Fritsche W (1997). Enzymatic Combustion of Aromatic and Aliphatic Compounds by Manganese Peroxidase from *Nematoloma frowardii*. *Environ. Public Health Microbiol.* 64: 399–404.
- Kamei I, Sonoki S, Haraguchi K and Kondo R (2006). Fungal bioconversion of toxic polychlorinated biphenyls by white-rot fungus, *Phlebia brevispora*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 73: 932–940.
- Kang KY, Sung JS and Kim DY (2007). Evaluation of White-rot Fungi for Biopulping of Wood. *Mycobiology.* 35: 205–209.
- Kaur H, Kapoor S and Kaur G (2016). Application of ligninolytic potentials of a white-rot fungus *Ganoderma lucidum* for degradation of lindane. *Environ. Monit. Assess.* 188: 588.
- Kirk TK and Farrell RL (1987). Enzymatic “combustion”: the microbial degradation of lignin. *Annu. Rev. Microbiol.* 41: 465–505.
- Kirk TK, Croan S, Tien M, Murtagh KE and Farrell RL (1986). Production of multiple ligninases by *Phanerochaete chrysosporium*: effect of selected growth conditions and use of a mutant strain. *Enzyme Microb. Technol.* 8: 27–32.
- Křesinová Z, Linhartová L, Filipová A, Ezechiáš M, Mašín P and Cajthaml T (2018). Biodegradation of endocrine disruptors in urban wastewater using *Pleurotus ostreatus* bioreactor. *Int. Soc. Environ. Biotechnol.* 43: 53–61.
- Kulshreshtha S, Mathur N, Bhatnagar P and Kulshreshtha S (2013). Cultivation of *Pleurotus citrinopileatus* on handmade paper and cardboard industrial wastes. *Ind. Crops Prod.* 41: 340–346.
- Kulshreshtha S, Mathur N and Bhatnagar P (2014). Mushroom as a product and their role in mycoremediation. *AMB Express.* 4: 29.
- Lamrood P and Ralegankar S (2013). Biosorption of Cu, Zn, Fe, Cd, Pb and Ni by non-treated biomass of some edible mushrooms. *Asian J Exp Biol Sci.* 4: 190–195.
- Lau KL, Tsang YY and Chiu SW (2003). Use of spent mushroom compost to bioremediate PAH-contaminated samples. *Environ. Public Health Manag.* 52, 1539–1546.
- Leonowicz A, Matuszewska A, Luterek J, Ziegenhagen D, Wojtaś-Wasilewska M, Cho NS, Hofrichter M and Rogalski J (1999). Biodegradation of Lignin by White Rot Fungi. *Fungal Genet. Biol.* 27: 175–185.
- Mar'in A, Conti C and Gobbi G (1997). Sorption of lead and caesium by mushrooms grown in natural conditions. *Res Env. Biotechnol.* 4: 35–49.
- Martí nez AT (2002). Molecular biology and structure-function of lignin-degrading heme peroxidases. *Recent Adv. Lignin Biodegrad.* 30: 425–444.
- Millis CD, Cai D, Stankovich MT and Tien M (1989). Oxidation-reduction potentials and ionization states of extracellular peroxidases from the lignin-degrading fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Biochemistry.* 28: 8484–8489.
- Morozova OV, Shumakovich GP, Gorbacheva MA, Shleev SV and Yaropolov AI (2007). “Blue” laccases. *Biochem. Mosc.* 72: 1136–1150.
- Nagy B, Măicăneanu A, Indolean C, Mânzatu C and Silaghi-Dumitrescu M (2014). Comparative study of Cd(II) biosorption on cultivated *Agaricus bisporus* and wild *Lactarius piperatus* based biocomposites. Linear and nonlinear equilibrium modelling and kinetics. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 45: 921–929.
- Orth A and Tien M (1995). Biotechnology of lignin degradation. In: *The Mycota. II. Genetics and Biotechnology*. Berlin Heidelberg New York: Springer; 287–302.
- Oyetayo V, Adebayo A and Ibileye A (2012). Assessment of the biosorption potential of heavy metals by *Pleurotus tuber-regium*. *Int J Adv. Biol Res.* 4: 293–297.
- Pease E and Tien M (1992). Heterogeneity and regulation of manganese peroxidases from *Phanerochaete chrysosporium*. *J Bacteriol.* 174: 3532–3540.
- Piontek K, Glumoff T and Winterhalter K (1993). Low pH crystal structure of glycosylated lignin peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium* at 2.5 Å resolution. *FEBS Lett.* 315: 119–124.
- Pointing S (2001). Feasibility of bioremediation by white-rot fungi. *Appl Microbiol Biotechnol.* 57: 20–33.
- Prigione V, Tigini V, Pezella C, Anastasi A, Sannia G and Varese GC (2008). Decolourisation and detoxification of textile effluents by fungal biosorption. *Water Res.* 42: 2911–2920.
- Riva S (2006). Laccases: blue enzymes for green chemistry. *Trends Biotechnol.* 24: 219–226.
- Shin K, Kim Y and Lim J (2005). Purification and characterization of manganese peroxidase of the white-rot fungus *Irpex lacteus*. *J Microbiol.* 43: 503–509.
- Shleev SV, Morozova OV, Nikitina OV, Gorshina ES, Rusinova TV, Serezhenkov VA, Burbaev DS, Gazaryan IG and Yaropolov AI (2004). Comparison of physico-chemical characteristics of four laccases from different basidiomycetes. *Spec. Sect. Proteomics Post-Genomics.* 86: 693–703.
- Shumate S and Strandberg G (1985). Accumulation of metals by microbial cells. In: Moo-Young M, Robinson C and Howel J, ed. *Comprehensive Biotechnology*. New York: Pergamon Press; 235–247.
- Solomon EI, Sundaram UM and Machonkin TE (1996). Multicopper Oxidases and Oxygenases. *Chem. Rev.* 96: 2563–2606.
- Sośnicka A, Górska S and Turło J (2018). Biological, chemical and ecological properties of *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. *Eduk. Biol. Śr.* 2: 10–18.
- Su J, Fu J, Wang Q, Silva C and Cavaco-Paulo A (2018). Laccase: a green catalyst for the biosynthesis of poly-phenols. *Crit. Rev.*

- Biotechnol.* 38: 294–307.
- Sutherland C and Venkobachar C (2013). Equilibrium modeling of Cu (II) biosorption onto untreated and treated forest macro-fungus *Fomes fasciatus*. *Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.* 4: 193–203.
- Thakur M (2018). Mushrooms as a Biological Tool in Mycoremediation of Polluted Soils. In: Jindal T, ed. *Emerging Issues in Ecology and Environmental Science: Case Studies from India*. Cham: Springer International Publishing; 27–42.
- Thurston C (1994). The structure and function of fungal laccases. *Microbiology.* 140: 19–26.
- Van Aken B, Cameron MD, Stahl JD, Plumat A, Naveau H, Aust S and Agathos SN (2000). Glutathione-mediated mineralization of 14C-labeled 2-amino-4,6-dinitrotoluene by manganese-dependent peroxidase H5 from the white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 54: 659–664.
- Verdin A, Sahraoui ALH and Durand R (2004). Degradation of benzo[a]pyrene by mitosporic fungi and extracellular oxidative enzymes. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 53: 65–70.
- Wariishi H, Akileswaran L and Gold MH (1988). Manganese peroxidase from the basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*: spectral characterization of the oxidized states and the catalytic cycle. *Biochemistry.* 27: 5365–5370.
- Wesenberg D, Kyriakides I and Agathos SN (2003). White-rot fungi and their enzymes for the treatment of industrial dye effluents. *VI Int. Symp. Environ. Biotechnol.* 22: 161–187.
- Wu Y, Teng Y, Li Z, Liao X and Luo Y (2008). Potential role of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) oxidation by fungal laccase in the remediation of an aged contaminated soil. *Soil Biol. Biochem.* 40: 789–796.
- Xu H, Guo MY, Gao YH, Bai XH and Zhou XW (2017). Expression and characteristics of manganese peroxidase from *Ganoderma lucidum* in *Pichia pastoris* and its application in the degradation of four dyes and phenol. *BMC Biotechnol.* 17: 19.
- Yaropolov AI, Skorobogat'ko OV, Vartanov SS and Varfolomeyev SD (1994). Laccase. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 49: 257–280.
- Young RA and Akhtar M (1998). Taxonomy of industrially important white-rot fungi. In: *Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry*. New York: J. Wiley.

Grzyby białej zgnilizny i enzymy przez nie syntetyzowane: skuteczne narzędzie do zwalczania opornych organicznych zanieczyszczeń

Agata Sośnicka

W naturze gatunki należące do grupy *white-rot fungi* (pol. grzyby białej zgnilizny) są odpowiedzialne za rozkład ligniny oraz w niewielkim stopniu celulozy – składników drewna, co jest możliwe dzięki kompleksowi enzymatycznemu, który grzyby z tej grupy posiadają. Jednakże enzymy syntetyzowane przez te gatunki działają nie tylko na ligninę, ale także są w stanie rozłożyć inne wielkocząsteczkowe związki, które w swojej strukturze zawierają te same wiązania chemiczne, co w przypadku cząsteczki ligniny. Literatura podaje, iż enzymy te powodują degradację różnych trudno degradowanych organicznych zanieczyszczeń, takich jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, fenole, polichlorowane bifenyle czy metale ciężkie. Technikę bioremediacji, w której używa się grzyby jako narzędzie do walki z zanieczyszczeniami środowiska, nazwano mykoremediacją i wykazuje ona więcej zalet w porównaniu do szeroko stosowanej bioremediacji z użyciem bakterii.

Słowa kluczowe: White-rot fungi, mykoremediacja, ksenobiotyki, gospodarowanie odpadami, ochrona środowiska

Szkodliwy wpływ długotrwałego stresu na stan układu ruchu

Bartosz Bagrowski

DOI: 10.24131/3247.180302

Streszczenie:

Czynniki psychologiczne mogą wpływać negatywnie na stan budowy anatomicznej oraz fizjologicznej organizmu. Przykładem takiego działania jest niekorzystny wpływ stresu na stan układu ruchu. Długotrwałe przeżywany stres może odznaczać się niekorzystnie na kościach oraz mięśniach. Ważne jest nie tylko leczenie, ale także profilaktyka, której najważniejszym punktem jest niepodatność na czynniki stresogenne.

Słowa kluczowe: kortyzol, stres, układ ruchu, metabolizm, hormony, mięśnie

otrzymano: 20.08.2018; przyjęto: 13.03.2018; opublikowano: 31.08.2018



Bartosz Bagrowski:
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Koninie
- Wydział Kultury Fizycznej i Ochrony Zdrowia

Wstęp

Stres jest stanem, który towarzyszy niemal każdemu. Niektórzy odczuwają go epizodycznie, inni – prawie cały czas. Codzienne zabieganie i przyspieszony tryb życia powodują, że stres jest znakiem obecnych czasów. Prawdopodobnie dlatego w ostatnim czasie coraz częściej mówi się o kortyzolu, a właściwie hydro-

kortyzonie. Jest to spowodowane najprawdopodobniej tym, że nazywany jest on hormonem stresu. Wiadomo, że w stanach wysokiego poziomu stresu, hydrokortyzon uwalniany jest w bardzo dużej ilości. Ma to nakłonić organizm do działania. Hormon ten produkowany jest przez korę nadnerczy. Kortyzol należy do grupy glikokortykosteroidów i wywiera szeroki wpływ na organizm. Podwyższa poziom glukozy we krwi, działa przeciwzapalnie oraz odpowiada za zatrzymywanie soli w organizmie. Niestety przewlekłe podwyższenie jego poziomu może mieć niepożądane konsekwencje. W tym artykule omówione zostanie działanie hydrokortyzonu oraz analiza konsekwencji jego długotrwałego oddziaływania na organizm. Szczególnie podkreślone zostaną konsekwencje nadmiaru kortyzolu dla układu ruchu – biernego oraz czynnego.

Hydrokortyzon (kortyzol)

Wydzielanie oraz funkcja

Hydrokortyzon jest hormonem steroidowym wytwarzanym i wydzielanym przez korę nadnerczy. Od innych hormonów steroidowych różni się tym, że należy on do grupy glikokortykosteroidów, czyli steroidów, które mają wpływ na poziom glukozy w krwi. Jego wydzielanie, ale także sama synteza są pod ścisłą kontrolą ACTH, czyli hormonu adrenokortykotropowego, który jest wydzielany przez przysadkę mózgową. Kortyzol w dużej mierze występuje w postaci związanej z białkami, jest wówczas nieaktywny, natomiast forma aktywna to wolne cząsteczki hydrokortyzonu. Wszelkie sytuacje stresowe pobudzają organizm do uwalniania większej ilości tego hormonu niż dzieje się to w warunkach wolnych od czynników stresowych. Hormon ten odpowiada za ogólną gotowość do działania, dlatego jego stężenie we krwi jest wyższe po przebudzeniu niż przed snem. W pobudzaniu organizmu współdziała z hormo-

nami rdzenia nadnerczy, należącymi do grupy katecholamin, czyli amin katecholowych, takimi jak epinefryna (adrenalina) oraz norepinefryna (noradrenalina), które są hormonami walki i ucieczki. W warunkach laboratoryjnych katecholaminy reagują chemicznie z solami kwasu chromowego. Jest to proces barwienia pobranej tkanki przed obserwacją mikroskopową. Ze względu na tę właściwość katecholamin, komórki, które je produkują, nazywa się komórkami chromochłonnymi rdzenia nadnerczy (Januszewicz i wsp., 2000). Podsumowując, to hydrokortyzon (obok katecholamin) jest hormonem, który w szczególności odpowiada za reakcję organizmu na bodźce stresowe.

Hormon stresu

Hydrokortyzon jest głównie utożsamiany ze stresem, ponieważ jego stężenie jest najwyższe właśnie w reakcji na czynniki stresogenne. Jego działanie sprawia, że zwężają się naczynia krwionośne, a rytm serca ulega przyspieszeniu, przez co wzrasta ciśnienie tętnicze krwi. Kortyzol pobudza glukoneogenezę, przez co wpływa na wzrost stężenia glukozy we krwi. Oprócz tego, uwalnia wapń z kości, dzięki czemu mięśnie kurczą się prawidłowo. Wszystkie te czynniki mają przygotować i zmobilizować organizm do działania lub ucieczki. Oprócz tego, hormon ten wykazuje także działanie przeciwzapalne i immunosupresyjne oraz wpływa na gospodarkę białkową, a także wodno-elektrolitową, ponieważ odpowiada za zatrzymywanie jonów sodu w organizmie. Kortyzol działa na niemal wszystkie tkanki organizmu. Hydrokortyzon (razem z aminami katecholowymi) jest odpowiedzialny za odpowiedź organizmu na tak zwany stresor, czyli czynnik stresowy. Niestety odbywa się to kosztem innych procesów, które zachodzą w organizmie. Dlatego też długotrwały stres, a w konsekwencji przewlekły nadmiar kortyzolu oraz katecholamin, jest szkodliwy dla organizmu (Kłósek, 2016).

Szkodliwe działanie hydrokortyzonu dla organizmu

Zbyt wysoki poziom kortyzolu w organizmie może być spowodowany wieloma czynnikami. Do najczęstszych należą: nadmiar kofeiny, niedobór snu oraz infekcje wirusowe (w odpowiedzi na zapalenie wirusowe wydzielany jest hydrokortyzon). Najczęstszą jednak przyczyną nadmiaru kortyzolu jest trauma oraz stres.

Układ sercowo-naczyniowy

Hydrokortyzon sprawia, że naczynia krwionośne są bardziej podatne na działanie epinefryny, która działając na receptory α -adrenergiczne powoduje skurcz naczyń krwionośnych. Naczynia krwionośne pozwalają na przepływ krwi, która jest tkanką odpowiedzialną a transport substancji odżywczych do wszystkich komórek ciała. W przypadku zwężenia się naczyń krwionośnych, tkanki są mniej odżywione oraz w mniejszym stopniu dotlenione. W efekcie działania kortyzolu rytm serca ulega przyspieszeniu, co w połączeniu z skurczonymi naczyniami krwionośnymi, powoduje znaczne zwiększenie ciśnienia tętniczego krwi. W dłuższej perspektywie może być to przyczyną przewlekłego nadciśnienia tętniczego krwi. Objawia się ono najczęściej bólami oraz zawrotami głowy, jednak równie znaczącą konsekwencją zwiększonego ciśnienia tętniczego są zaburzenia w transporcie przez krew substancji istotnych organicznie, co jeszcze bardziej wzmacnia wspomniany wcześniej efekt niedożywienia oraz hipoksji tkanek. Nadciśnienie tętnicze może mieć charakter stały lub napadowy, a także może mu towarzyszyć tachykardia, czyli kołatanie serca. W przypadku bólu głowy wywołanego nadciśnieniem napadowym, po nagłym napadzie bólu następuje z reguły nagłe znużenie i wyczerpanie ze względu na zmęczenie.

Nadmiar kortyzolu, oraz w głównej mierze katecholamin, może wpływać na zaburzenia układu adrenergicznego, a w konsekwencji innych mechanizmów współczulnych, co u niektórych osób może się objawiać hipotonią ortostatyczną, czyli gwałtownymi spadkami ciśnienia tętniczego krwi podczas przyjmowania pozycji pionowej. Katecholaminy wpływają także na mięsień sercowy. Ich nadmiar może powodować zmiany o typie kardiomiopatii i powiększenia rozmiarów serca. Często są zaburzenia rytmu serca oraz występowanie skurczu dodatkowego (ekstrasystole) w cyklu pracy serca. Czasami pojawiają się także zastoje w krążeniu płucnym oraz migotanie przedsionków oraz zmiany naczyniowe objawiające się mrowieniem i drętwieniem kończyn.

Działanie hormonów nadnerczy, czyli hormonów odpowiedzialnych za odpowiedź na czynniki stresowe, jest więc bardzo szerokie w przypadku układu sercowo-naczyniowego (Górski, 2010).

Układ immunologiczny

Immunosupresja, która także jest warunkowana m.in. przez hydrokortyzon, jest procesem hamowania wytwarzania przeciwciał i komórek odpornościowych. Ma to za zadanie przeciwdziałać alergiom oraz autoagresji w postaci chorób autoimmunologicznych. Jednakże nieprawidłowo działający mechanizm immunosupresji może skutkować brakiem odpowiedzi odpornościowej ze strony organizmu na atakujące go patogeny. Dzieje się tak, ponieważ długotrwała immunosupresja hamuje reakcje immunologiczne. Immunosupresja spowodowana długotrwałym podwyższonym stężeniem kortyzolu sprawia, że zmniejsza się liczba limfocytów, przez co poziom odporności organizmu wyraźnie spada. Organizm staje się bardziej podatny na różnego rodzaju infekcje. Zaburzony może być wówczas także naturalny mechanizm obronny organizmu, jakim jest gorączka oraz anapireksja (stan obniżenia tempe-

ratury ciała w odpowiedzi na czynnik chorobotwórczy; odwrotnie niż w przypadku gorączki), przez co patogen atakujący organizm może wyrządzić jeszcze większe szkody.

Równowaga osmotyczna

Jak wspomniano wcześniej, kortyzol wpływa też na gospodarkę wodno-elektrolitową poprzez zatrzymywanie jonów sodu w organizmie. Sód odpowiada za ciśnienie osmotyczne płynów krążących w ustroju, ale także wpływa na uwodnienie koloidów w komórkach. Zwiększone jego stężenie nakłania organizm do zatrzymywania większej ilości wody w celu utrzymania równowagi osmotycznej. Efektem długotrwałego podwyższonego stężenia sodu spowodowanego działaniem kortyzolu jest tworzenie się obrzęków.

Za gospodarkę wodną odpowiada także obecność znacznych ilości glukozy. Taki stan jest powodem odczuwania zwiększonego pragnienia, przez co spożywa się znacznie więcej wody niż wymaga tego organizm. Zwiększone spożywanie płynów jeszcze bardziej nasila proces powstawania obrzęków, a także znacznie przyspiesza produkcję moczu, przez co obciąża nerki, które nieustannie muszą spożywane płyny filtrować. Podsumowując, kortyzol wpływa także bardzo silnie na zawartość wody oraz minerałów w organizmie.

Układ nerwowy

Wspomniano już wcześniej, że hydrokortyzon oraz katecholaminy wpływają na układ nerwowy poprzez działanie układu adrenergicznego. Hormony rdzenia nadnerczy oraz kortyzol wpływają zarówno na ośrodkowy, jak i obwodowy układ nerwowy. W obwodowym układzie nerwowym zauważalne są takie zmiany jak drżenia oraz zaburzenia czucia. W ośrodkowym układzie nerwowym zauważa się występowanie parestezji,

zaburzeń widzenia oraz uczucia niepokoju czy drgawek. Duże stężenie wspomnianych hormonów może wpływać na korę przedczołową płata czołowego, pobudzając do agresji. Opisane symptomy są bardzo często obserwowane u osób, którym towarzyszy nadmierny i długotrwały stres. Należy jednak zauważyć, że każdy organizm reaguje w inny sposób – u pewnych osób może wystąpić wspomniana nadmierna agresja, a u innych niepokój czy inne symptomy.

Metabolizm

Długotrwały podwyższony poziom hydrokortyzonu powoduje także szereg zaburzeń metabolicznych, ponieważ wpływa na gospodarkę białkową, lipidową oraz węglowodanową. Jego działanie przejawia się głównie w indukowaniu glikogenolizy (rozpadu glikogenu) oraz glukoneogenezy z powodu podwyższonego zapotrzebowania na glukozę w sytuacji stresowej. Glukoneogeneza jest powodem rozpadu tłuszczów oraz białek, aby produkty ich rozpadu – glicerol oraz aminokwasy – mogły być przekształcone w glukozę. Niestety w wyniku rozpadu tłuszczów powstają ciała ketonowe, a wyniku rozpadu białek – związki azotu, takie jak amoniak oraz mocznik. Związki te są toksyczne dla organizmu, dlatego też zwiększony rozpad tłuszczów oraz białek jest niebezpieczny.

Glikogenoliza oraz glukoneogeneza są ważnymi procesami w pozyskiwaniu znacznej ilości glukozy, która – jak wcześniej wspomniano – jest niezbędna w sytuacji stresowej. Nieustanne podwyższanie stężenia glukozy grozi wystąpieniem jej nadmiaru. Fizjologiczną odpowiedzią organizmu na nadmiar glukozy jest wytwarzanie przez komórki β trzustki większej ilości insuliny. Naturalną reakcją tkanek na długotrwałe i masowe działanie insuliny jest wytworzenie insulinooporności, która może być bezpośrednią przyczyną cukrzycy typu II, czyli cukrzycy insulino niezależnej. Oporność na

działanie insuliny powoduje mniejsze wchłanianie glukozy, przez co organizm próbuje zdobyć jej jeszcze więcej nasilając glikogenolizę oraz glukoneogenezę (Rys. 1). W ten sposób niekorzystne działanie wysokiego poziomu glukozy jeszcze bardziej się nasila (Waśko-Czopnik, 2017).

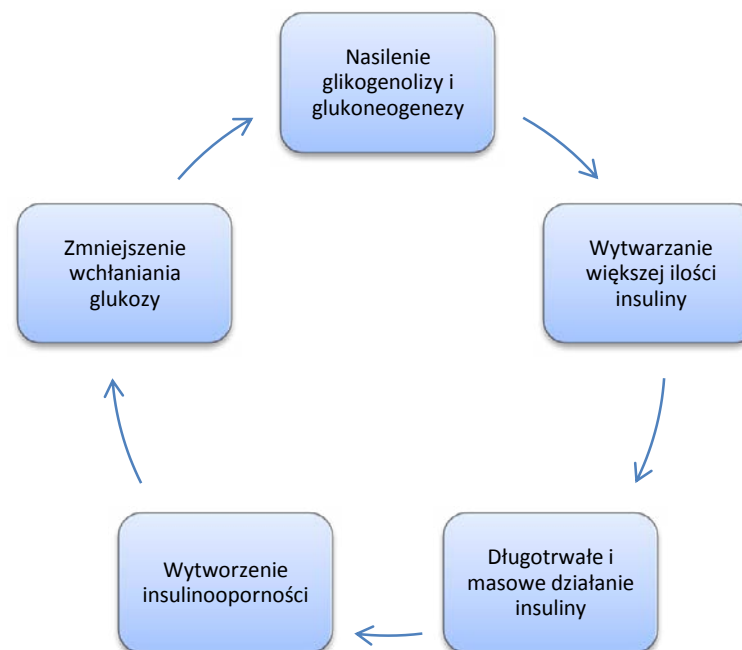
Negatywny wpływ kortyzolu na aparat ruchu

Długotrwałe podwyższony poziom hydrokortyzonu w organizmie powoduje wiele uszkodzeń w układzie ruchu, zarówno biernego jak i czynnego (Rys. 2). Kortyzol mobilizuje organizm do działania i reakcji ucieczki, zapewniając mięśniom dużą ilość wapnia oraz glukozy. Składniki te są niezbędne, aby mięśnie były w gotowości do działania. Niestety organizm w sytuacji stresowej pozyskuje wapń oraz glukozę w przebiegu mecha-

nizmu, który nie do końca jest bezpieczny dla całego ustroju, zwłaszcza dla samego układu ruchu.

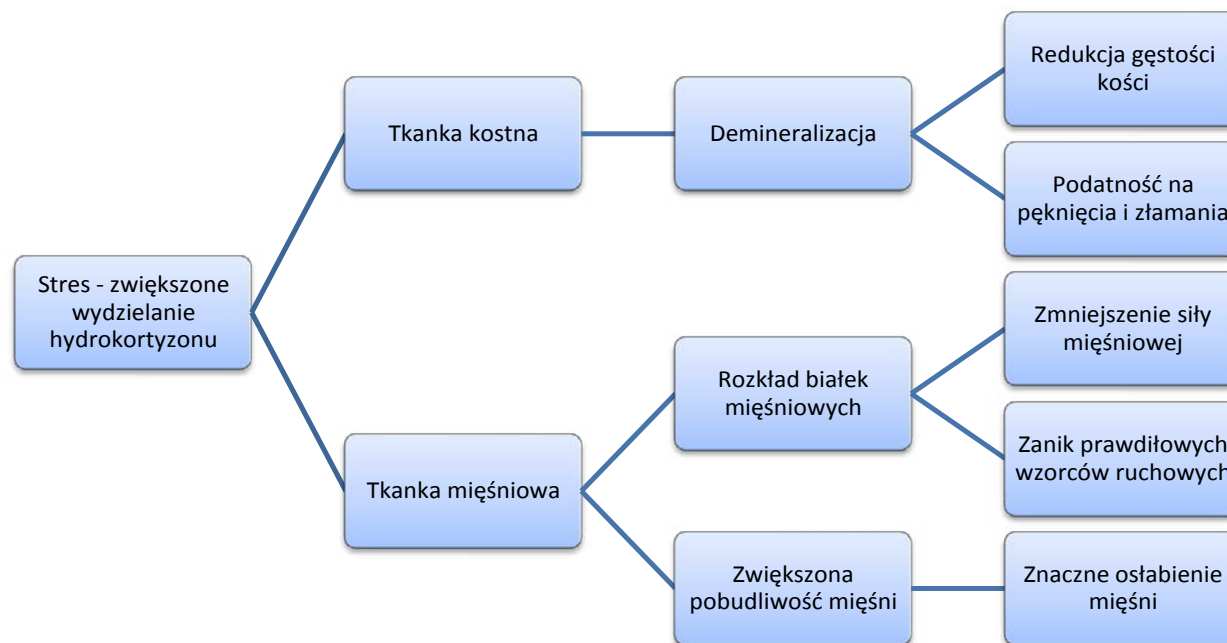
Rozkład białek mięśniowych

Jak wcześniej wspomniano, glukoza pozyskiwana jest m.in. w procesie glukoneogenezy. Jest to enzymatyczny proces, który polega na przekształcaniu w glukozę innych substancji mających duże znaczenie biologiczne, takich jak glicerol, kwas mlekowy, czy aminokwasy. Glicerol pochodzi z rozpadu tłuszczów, kwas mlekowy jest produktem procesów beztlenowych, a aminokwasy pozyskiwane są z rozpadu białek pochodzących z mięśni, co jest bardzo niekorzystne dla całego czynnego układu ruchu. Proces rozkładu białek mięśniowych skutkuje znacznymi ubytkami tkanki mięśniowej, a konsekwencją takiego działania może być osłabienie siły mięśni z powodu zmniejszenia ich rozmiarów.



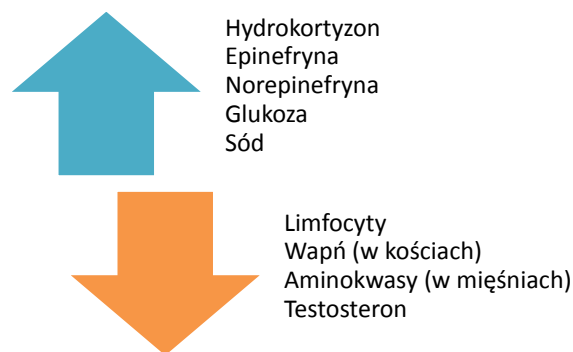
Rys. 1. Cykl niekorzystnego działania nadmiaru glukozy

Źródło: oprac. własne.



Rys. 2. Działanie hydrokortyzonu na układ ruchu.

Źródło: oprac. własne.



Rys. 3. Odpowiedź organizmu na stres.

Źródło: oprac. własne.

Ubytki tkanki mięśniowej mogą powodować upośledzenie czynności poszczególnych mięśni, co w konsekwencji prowadzi nie tylko do braku funkcjonalności, ale także do zaników prawidłowych wzorców ruchowych. Mogą się wówczas pojawiać mechanizmy samoistnej kompensacji, która w przeciwieństwie do kompensacji ukierunkowanej jest nieprawidłowa i niekorzystna, prowadząca do patologii całej motoryki. Mechanizm samoistnej kompensacji jest szczególnie niebezpieczny dla dzieci, ponieważ nie mają one jeszcze wykształconych wszystkich prawidłowych wzorców ruchowych (Zembaty, 2003).

Jednakże długotrwały stres jest niebezpieczny dla osób w każdym wieku, ponieważ zmiany metaboliczne wywołane przez hydrokortyzon działają niekorzystnie

na aparat ruchu zarówno dopiero się kształtujący, dojrzwały i na taki, który już zaczął ulegać procesom inwolucyjnym.

Ubytki kostne

Aby zwiększyć pobudliwość mięśni, kortyzol uwalnia wapń z kości. Wapń jest bardzo ważnym składnikiem tkanki kostnej, który jest przez nią absorbowany dzięki kalcytoninie, która jest z kolei hormonem wytwarzanym przez komórki okołopęcherzykowe gruczołu tarczowego, czyli tarczycy. Wapń odpowiada za gęstość mineralną kości, co przekłada się na ich twardość i wytrzymałość. W sytuacji stresowej hydrokortyzon uwalnia wapń z kości, aby dostarczyć go mięśniom. Taki stan rzeczy niestety jest bardzo niekorzystny dla kości ze względu ich demineralizację, a w konsekwencji ubytki kostne. Gęstość mineralna kości ulega wówczas znacznej redukcji. W konsekwencji może to być przyczyną wczesnej osteoporozy, czyli zrzesotnienia kości. Predysponuje to do większej podatności na pęknięcia oraz złamania kości.

Podatność na złamania kości w połączeniu z dysbalansem mięśniowym spowodowanym zanikami tkanki mięśniowej, może prowadzić do znacznie szybszych złamań, a później nieprawidłowych zrostów kostnych, co w konsekwencji skutkuje zaburzeniami funkcjonalności całego układu mięśniowo-szkieletowego.

Sód a kości i mięśnie

Tak jak było już wspomniane, kortyzol zatrzymuje jony sodu w organizmie. Kationy te odpowiadają nie tylko za ciśnienie osmotyczne, ale także za utrzymanie potencjału czynnościowego błon komórkowych oraz za przewodzenie impulsów nerwowych w synapsach, również w synapsach nerwowo-mięśniowych. W przypadku nadmiaru sodu może wystąpić nadmierne pobudzenie nerwów, a w konsekwencji także mięśni przez

nie kontrolowanych. Dzieje się tak, ponieważ wówczas zachwiana jest równowaga sodowo-potasowa, czyli stan, w którym kationów obu tych pierwiastków powinno być na tyle dużo, aby potencjał błon komórkowych był odpowiedni. Mięśnie pobudzane są także przez wcześniej wspomniany nadmiar glukozy, który jest nieodłącznym elementem działania kortyzolu. Taki stan, w połączeniu z odwodnieniem spowodowanym także nadmiarem sodu (częste oddawanie moczu, zatrzymywanie wody w tkankach innych niż mięśnie), jest przyczyną znacznego osłabienia mięśni. Sód powoduje także zwiększone wydalanie wapnia z moczem, dlatego też uwalnianie go z kości jest jeszcze bardziej intensywne, aby zachować pożądanego poziomu.

Testosteron

Dodatkowo u mężczyzn hydrokortyzon niejako konkuruje z testosteronem, który jest typowo męskim hormonem odpowiedzialnym za przyrost masy mięśniowej w wyniku procesów anabolicznych. Testosteron indukuje procesy biosyntezy białek mięśniowych, dzięki czemu aminokwasy krążące w ustroju mogą budować kolejne białka, przyczyniając się do wzrostu masy i siły mięśni. Hydrokortyzon zaburza funkcję testosteronu poprzez konkurowanie z nim, przez co zaburzeniu ulega także mechanizm anabolizmu białek budujących mięśnie. Dlatego też kortyzol nie tylko redukuje mięśnie, ale także utrudnia ich anabolizm poprzez ograniczenie działania testosteronu.

Redukcja poziomu kortyzolu oraz niwelowanie skutków

Jak wyjaśniono powyżej, nadmiar kortyzolu w organizmie jest bardzo szkodliwy dla wielu układów (Rys. 3), a szczególnie dla układu ruchu. Dlatego ważna jest redukcja jego zbyt wysokiego poziomu.

Leczenie objawów

Najlepszym sposobem jest psychologiczne uodpornienie się na sytuacje stresowe. Jest to niestety bardzo trudne, dlatego stosuje się raczej metody redukujące stres niż takie, które by go uniemożliwiły. W przypadku, kiedy trudno jest zredukować poziom kortyzolu, należy walczyć z niekorzystnymi skutkami jego działania. Dlatego też powinno się podawać wapń, aby mięśnie mogły z niego korzystać, nie wyrządzając szkody budowie mineralnej kości. Podawany powinien być także potas, aby przywrócić równowagę sodowo-potasową w organizmie. Warto przyjmować glukozę, aby organizm nie rozkładał ważnych tkanek w celu jej uzyskania. Przede wszystkim powinno się dostarczyć także aminokwasy, aby odbudować ubytki mięśniowe. Jest to jednak tylko leczenie skutków. Zdecydowanie ważniejsze jest leczenie ich przyczyny, czyli nadmiaru kortyzolu.

Redukcja poziomu hydrokortyzonu

Najbardziej skutecznymi metodami naturalnej redukcji stresu są sytuacje i czynności, które podwyższają poziom serotoniny, nazywanej hormonem szczęścia. Wzrost jej stężenia naturalnie redukuje stres, dzięki czemu kortyzol nie jest uwalniany w aż tak znacznych ilościach. Dopamina, nazywana hormonem przyjemności, także może wpływać na obniżenie poziomu stresu, a w konsekwencji także zmniejszenie stężenia kortyzolu. Dopamina jest hormonem odpowiedzialnym za rozładowanie napięcia spowodowanego przewlekłym stresem psychicznym. Działanie serotoniny oraz dopaminy jest bardzo ważne, ponieważ wywołują one stan radości oraz relaksu, które są stanami antagonistycznymi do stresu.

Czynnikami, które podnoszą poziom serotoniny oraz dopaminy w organizmie są głównie sytuacje radosne lub komiczne, odpoczynek, spełnienie zawodowe, a także obecność bliskich osób w pobliżu. Oczywiście

ste staje się zwalczanie stresu za pomocą muzyki, tańca, masażu lub śmiechu. W sytuacji zaburzeń wydzielania serotoniny lub dopaminy, lekarz może zlecić leki, które podwyższają poziom tych hormonów. Lekami tymi są leki przeciwdepresyjne (LPD – tymoleptyki) oraz przeciwłękowe (uspokajające, anksjolityczne) (Janiec, 2006).

Aby ograniczać poziom stresu, należy praktykować ćwiczenia fizyczne oraz przyjmować magnez, którego jony zmniejszają poziom kortyzolu w organizmie. Należy także ograniczyć lub nawet zniwelować spożywanie kofeiny, ponieważ jej nadmierne ilości są przyczyną odwadniania organizmu, a także mogą wypierać magnez z ustroju.

Podsumowanie

Długotrwały stres wiąże się z przewlekłym podwyższeniem poziomu hydrokortyzonu, który odpowiada za reakcję organizmu na czynniki stresogenne. Działanie kortyzolu mobilizuje organizm, niestety zawsze odbywa się to kosztem poszczególnych struktur, dlatego długotrwały stres jest szkodliwy dla całego ciała, przede wszystkim jednak dla układu ruchu. Kości oraz mięśnie to struktury, które najsilniej ulegają deficytom w związku z działaniem kortyzolu, dlatego też układ ruchu może nie działać prawidłowo.

Aby zredukować negatywny wpływ hydrokortyzonu na organizm, można eksponować się na radosne sytuacje, spędzać czas z bliskimi osobami, uprawiać swoje hobby. Powoduje to naturalny wzrost hormonów antagonistycznych do kortyzolu. Należy także unikać kofeiny oraz przyjmować magnez. Dzięki zastosowaniu opisanej profilaktyki, niekorzystne skutki działania hormonu stresu na organizm są zredukowane lub nawet zniwelowane.

Literatura

- Bańkowski E. (2005). *Biochemia*. Wrocław. Elsevier Urban & Partner.
- Bochenek A., Reicher M. (2008). *Anatomia człowieka – Tom II*. Warszawa. PZWL.
- Górski J. (2010). *Fizjologia człowieka – Wydanie I*. Warszawa. PZWL.
- Janiec W. red. (2006). *Kompendium farmakologii – Wydanie II*. Warszawa. PZWL.
- Januszewicz W. i wsp. (2000). *Guz chromochłonny – Wydanie II*. Warszawa. PZWL.
- Kłósek P. (2016). *Rola stresu psychologicznego w neuroendokrynej regulacji pobierania pokarmu i powstawania otyłości. Forum Zaburzeń Metabolicznych*. 7(3), 111 – 118.
- Papierska L. (2008). *Pierwotna autoimmunologiczna niedoczynność kory nadnerczy. Postępy Nauk Medycznych*. 2, 132 – 137.
- Waśko-Czopnik D. (2017). *Wpływ hiperkortyzolemii na insulinooporność w aspekcie trudności w utrzymaniu prawidłowej masy ciała. Magazyn Food Forum*. 2(18), 66 – 71.
- Zembaty A. (2003). *Kinezyterapia*. Warszawa. Kasper.

Harmful influence of long-drawn stress onto condition of motor system

Bartosz Bagrowski

Psychological factors can have negative influence onto condition of anatomical and physiological structure of the body. The example of the activity is disadvantageous influence of stress on the condition of motor system. The long-term experienced stress can manifest itself in the diseases of the bones and muscles. The treatment is very important, but also the prevention is essential. Insusceptibility to stress factors is one of the most important element in the prevention.

Key words: cortisol, stress, motor system, metabolism, hormones, muscles

Edukacja herpetologiczna najmłodszych – propozycja warsztatów dla dzieci w wieku przedszkolnym

Natalia Deptuła, Aleksandra Kolanek

DOI: 10.24131/3247.180303

Streszczenie:

Jaki jest cel uczenia przedszkolaków herpetologii? Podstawa programowa wychowania przedszkolnego jest w tej kwestii lakoniczna i pozostawia szerokie pole do interpretacji. Nasuwa się więc wniosek, że edukacja herpetologiczna zależy w dużej mierze od wiedzy, chęci oraz możliwości nauczyciela, który nie zawsze ma wystarczające kompetencje merytoryczne w zakresie edukacji przyrodniczej.

Towarzystwo Herpetologiczne NATRIX w 2014 i 2015 roku realizowało w trzech wrocławskich przedszkolach projekt edukacyjny. Celami projektu były: rozbudzenie ciekawości poznawczej w kierunku rozumienia otaczającej przyrody, wyrabianie właściwego stosunku do ochrony środowiska, rozwijanie zainteresowań przyrodniczych i proekologicznych, kształtowanie postaw ekologicznych, podnoszenie świadomości ekologicznej i odpowiedzialności ludzi za stan najbliższego środowiska, uświadamianie dzieciom potrzeb harmonijnego współżycia człowieka z przyrodą.

Słowa kluczowe: herpetologia, edukacja, przedszkole, dydaktyka, scenariusze lekcji

otrzymano: 30.07.2018; przyjęto: 5.09.2018; opublikowano: 31.03.2019



Natalia Deptuła: Towarzystwo Herpetologiczne NATRIX, Wrocław



Aleksandra Kolanek: Zakład Geoinformatyki i Kartografii, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski

Płazy są grupą zwierząt silnie narażoną na wyginięcie – głównie ze względu na swój związek z małymi zbiornikami wodnymi, często zanikającymi wskutek antropogenicznego przekształcania środowiska oraz wskutek fragmentacji siedlisk (Becker i in. 2007). Gady, choć zagrożone w mniejszym stopniu niż płazy, również wycofują się z terenów objętych działalnością człowieka i tracą swoje optymalne siedliska (Gibbon i in. 2000). Mimo to niektóre gatunki płazów oraz gadów żyją obok człowieka, a część z nich stała się synantropijna – zamieszkują bezpośrednie otoczenie ludzkich siedzib, korzystając z elementów infrastruktury, takich jak fontanny, baseny, piwnice czy domki jednorodzinne. Mało kto, poza biologami, zdaje sobie sprawę z obecności dzikich lokatorów żyjących obok nas, a są to zwierzęta niejednokrotnie bardzo pożyteczne, żerujące na szkodnikach z ogródków działkowych czy dokuczliwych owadach. Jednocześnie wszystkie płazy i gady są objęte w Polsce ochroną gatunkową, dlatego należy położyć większy nacisk na edukację w zakresie rozpoznawania oraz potrzeb ochrony tych dwóch grup zwierząt.

Bardzo istotną rolę w ochronie gatunków i ich siedlisk odgrywa edukacja ekologiczna od najmłodszych lat (Ministerstwo Środowiska 2001). Pozwala ona odpowiedzieć na pytania, jakie stawia sobie każde dziecko: *Co to jest? Gdzie żyje? Co robi?* Przybliża świat wokół niego, uczy poszanowania do każdego stworzenia, pokazuje rolę, jaką odgrywa każdy organizm w przyrodzie, kładzie nacisk na zagrożenia i potrzebę ich ochrony. Edukacja ekologiczna w przedszkolu jest niezwykle

ważna, jednak przekazywanie treści przyrodniczych jedynie za pomocą „suchej” wiedzy książkowej, jest dla dzieci mało ciekawe, a wiedza zdobyta tą drogą – ulotna i nietrwała. O wiele bardziej atrakcyjne i interesujące są zajęcia interaktywne, na których dzieci mogą zobaczyć żywe zwierzęta, wcielić się w ich role i wziąć udział w inspirowanych nimi grach i zabawach, aby „oczami, uszami, rękoma, sercem zdobywać podstawowe wiadomości o otaczającej je rzeczywistości obserwując otoczenie podczas swoich działań” (Rożek 2011). Wiedza zdobyta w ten sposób jest pełniejsza i trwalsza (Parlak 2008). Poznawanie przyrody powinno zacząć się od kontaktu z obiektem przyrodniczym, gdyż obserwacja stanowi główne źródło wiedzy o przyrodzie (Budniak 2009).

Nowa (Rozporządzenie MEN 2017) podstawa programowa wychowania przedszkolnego wspomina zwierzęta w zaledwie w dwóch miejscach: dziecko „dostrzega, że zwierzęta posiadają zdolność odczuwania, przejawia w stosunku do nich życzliwość i troskę; (...) posługuje się pojęciami dotyczącymi zjawisk przyrodniczych, np. tęcza, deszcz, burza, opadanie liści z drzew, sezonowa wędrówka ptaków, kwitnienie drzew, zamrażanie wody, dotyczącymi życia zwierząt, roślin, ludzi w środowisku przyrodniczym, korzystania z dóbr przyrody, np. grzybów, owoców, ziół”. Poprzednia podstawa (Rozporządzenie MEN 2008) dotyczyła tych zagadnień w szerszym zakresie, określając, że dziecko powinno: „nazywać oraz wyróżniać rośliny i zwierzęta żyjące w różnych środowiskach przyrodniczych (...); wiedzieć, jakie warunki są potrzebne do rozwoju zwierząt (...); oraz potrafić wymienić zmiany zachodzące w życiu roślin i zwierząt w kolejnych porach roku; wiedzieć, w jaki sposób człowiek może je chronić i pomóc im, np. przetrwać zimę”. We wczesnej edukacji mało jest treści z zakresu herpetologii, a jeżeli już się ona pojawia, bardzo często opiera się na stereotypach i fałszywym

obrazie (każdy płaz bezogonowy nazywany jest „żabą”, padalec mylony jest z węzami, traszki brane są za jaszczurki, uczy się dzieci, że bociany odżywiają się głównie żabami itd.). W ten sposób kształtować się mogą błędne przekonania, które w przyszłości będą stanowić przeszkodę w dalszym kształceniu przyrodniczym dziecka (Markowska i in. 2014). Przyczyną są głównie niskie kompetencje przyrodnicze nauczycieli wychowania przedszkolnego, wynikające z niedostatecznej liczby punktów ECTS, przeznaczonych na kształcenie przyrodnicze przyszłych nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej i przedszkolnej (Chrzanowski i in. 2018). Nie każda uczelnia zapewnia odpowiednią liczbę godzin edukacji ekologicznej w programie studiów (Poziołek i in. 2016). To oraz duża dowolność zajęć w przedszkolu powoduje, że nauczyciele siłą rzeczy skupiają się na tych wątkach edukacji przyrodniczej, które są im najbliższe i najbardziej znane, a popularność herpetologii jest dość niska. Nauczyciele przedszkoli często nie posiadają odpowiedniej wiedzy, aby przekazać dzieciom coś więcej, ponad utrwalone w społeczeństwie stereotypy, nie znają też większości przedstawicieli polskiej herpetofauny lub myślą obie te gromady zwierząt (obserwacje własne, niepublikowane).

W roku szkolnym 2014/2015 członkowie Towarzystwa Herpetologicznego NATRIX przeprowadzili bezpłatnie (w ramach swojej działalności statutowej) po osiem godzinnych spotkań w każdym z trzech wrocławskich przedszkoli w ramach projektu edukacyjnego „Poznajemy płazy i gady”. Projekt przeznaczony był dla dzieci w wieku 3-5 lat. Celem projektu było rozbudzanie ciekawości poznawczej w kierunku rozumienia otaczającej przyrody, wyrabianie właściwego stosunku do ochrony środowiska poprzez kształcenie nawyków ekologicznych, rozwijanie zainteresowań przyrodniczych oraz postaw proekologicznych, podnoszenie świadomości ekologicznej i odpowiedzialności ludzi za

stan najbliższego środowiska, uświadamianie dzieciom potrzeb harmonijnego współżycia człowieka z przyrodą. Założeniem autorów zajęć było, że po skończonym cyklu zajęć dzieci powinny rozpoznawać i poprawnie nazywać polskie płazy i gady (z rysunków, fotografii i filmów), znać odgłosy godowe płazów, znać różnice pomiędzy płazami a gadami, cykl rozwojowy płazów i pojęcia z nim związane – przejście od skrzeku, poprzez kijankę, do postaci dorosłej, w efekcie czego powinny wiedzieć jakie zwierzęta żyją w ich otoczeniu, znać siedliska płazów i gadów oraz pamiętać, że płazy i gady są pod ochroną i jak się zachować, gdy się je spotka.

Dzieci w wieku przedszkolnym wymagają specjalnych metod i form pracy edukacyjnej (Karbowniczek i in. 2013). Podczas realizacji projektu oparto się na metodach aktywizujących, zarówno czynnych (metoda zadań stawianych dziecku, metoda ćwiczeń utrwalających), jak i oglądowych (obserwacja i pokaz), oraz słownych (rozmowy, opowiadania, zagadki, objaśnienia i instrukcje). Istotną była zasada dobrowolności – w zajęciach uczestniczyły żywe okazy zwierząt terrarystycznych, dzieci nie musiały wchodzić w interakcję ze zwierzętami, jeżeli nie miały na to ochoty. Zajęcia realizowano poprzez rozmowę kierowaną na temat materiału przedstawionego na prezentacjach, obserwacje żywych zwierząt terrarystycznych czy wylinek, filmy, inscenizacje m.in. sposobów poruszania się zwierząt, prace plastyczne, wiersze oraz piosenki na temat płazów i gadów.

W edukacji najmłodszych bardzo ważne są pomoce – „rekwizyty”, umożliwiające ilustrację omawianych zjawisk. Na każdych zajęciach towarzyszyły prowadzącym pluszowe maskotki – Żaba Żaneta i Wąż Stanisław (Fot. 1).

Bardzo istotną była duża liczba ilustracji i zdjęć omawianych zwierząt, w utrwalaniu materiału pomocne były także kolorowanki. Używano również nagrań



Fot. 1. Pomoce edukacyjne – wąż Stanisław jako animacyjna pluszowa maskotka

odgłosów godowych płazów oraz filmów ukazujących zachowania i sposób poruszania się płazów i gadów, sznurków do porównywania długości węży. Wszystkie te środki dydaktyczne dostępne są dla każdego nauczyciela edukacji wczesnoszkolnej. Jednak najważniejszym środkiem dydaktycznym były okazy żywych zwierząt terrarystycznych (rodzime gatunki są bez wyjątku objęte ochroną gatunkową, nie można ich odławiać w celach edukacyjnych). Dzięki kontaktowi ze zwierzętami (Fot. 2) dzieci miały szansę nabywania wrażliwości przyrodniczej oraz obalenia mitów i błędnych przekonań związanych z zachowaniem („niebezpieczne”, „agresywne”) czy wyglądem („śliskie”, „zimne”, „nieprzyjemne w dotyku”) zwierząt. Pomagało to budować pozytywne nastawienie do zwierząt, omawianych w trakcie zajęć. Obecnie terrarystyka jest na tyle powszechna, że sprowadzenie do przedszkola np. kumaka dalekowschodniego nie powinno nastęrczać większych trudności. Opieka nad kumakami dalekowschodnimi jest dużo mniej czasochłonna i łatwiejsza (ze względu



Fot. 2. Żywe zwierzęta są niezastąpione przy omawianiu szczegółów biologii danej grupy zwierząt oraz wzbudzania empatii do nich

na mniejsze nakłady finansowe i mniejsze wymagania gatunkowe) niż nad często spotykanymi w przedszkolach rybami akwariowymi. Nieco tylko trudniejsze w opiece są eublefary lamparcie i węże zbożowe. Jeżeli mimo to brak w przedszkolu warunków ku takiemu rozwiązaniu, dobrą praktyką będzie uczestnictwo w sprofilowanych zajęciach w zoo, skorzystanie z usług firm oferujących warsztaty terrarystyczne, współpraca z rodzicami hodującymi płazy lub gady egzotyczne lub kontakt ze stowarzyszeniami zajmującymi się edukacją przyrodniczą.

Wykorzystanie żywych okazów podczas zajęć budzi uzasadnione obawy. Dlatego bezdyskusyjnie należy

zadbać o komfort i bezpieczeństwo zwierząt, zarówno w trakcie zajęć, jak i podczas transportu, a także dopilnować, aby dzieci przed i po kontakcie ze zwierzęciem dokładnie umyły ręce. Zapobiega to przenoszeniu drobnoustrojów i ogranicza potencjalną infekcję (w obie strony).

Każde zajęcia organizowane były według schematu:

- Wprowadzenie – przywitanie się z dziećmi, zaproszenie do zajęć (wraz z maskotkami animacyjnymi), krótkie zapoznanie z tematem (5 min).
- Część główna – prezentacja multimedialna zawierająca zdjęcia, filmy, nagrania, wraz z ich omówieniem (15 min).
- Zabawa ruchowa nawiązująca do tematu, np. style poruszania się zwierząt (5 min).
- Element artystyczny – np. nauka wiersza, piosenki, krótka inscenizacja (5 min).
- Praca plastyczna – kolorowanka, wyklejanka, prace origami itp. (10 min).
- Pokaz zwierząt ze wskazaniem cech omówionych podczas prezentacji (10 min).
- Zakończenie, podsumowanie i pożegnanie (5 min).

Podczas przygotowania zajęć ważne jest, aby na prezentacjach było jak najmniej tekstu – dzieci w tym wieku z reguły nie potrafią jeszcze czytać. Należy zaplanować częste zmiany aktywności – długą prezentację można podzielić na kilka części, przerywane zabawą ruchową które są niezbędne także po to, żeby nie dać się rozproszyć dzieciom – przy opowieściach o zwierzętach zawsze pojawia się wiele wtrąceń ze strony dzieci, w stylu: „a wczoraj widziałem ślimaka”, „a mój wujek to ma wielkiego psa”, czy „my w domu mamy rybki i kota”. Do rozładowania napięcia przydaje się maskotka animacyjna – pomaga przełamać dystans, ośmielić nieśmiałe dzieci, ułatwia powitanie i pożegnanie (Kleban 2011). Aby zajęcia były najbardziej efektywne, w miarę możliwości najlepiej jest zaplanować cykl zajęć – w ten

sposób łatwiej będzie usystematyzować wiedzę i podkreślić tym samym odmienną poszczególnych grup zwierząt. Dobrym podsumowaniem zajęć będzie wyjście w teren i obserwacja zwierząt w ich naturalnym środowisku oraz wystawa wykonanych podczas warsztatów prac.

Krótki opis poszczególnych zajęć projektu przedstawiono w Tabeli 1, a przykładowy scenariusz umieszczono w załączniku. W celu bezpłatnego otrzymania scenariuszy poszczególnych lekcji (oraz wsparcia merytorycznego z zakresu edukacji herpetologicznej) zachęcamy do skontaktowania się z ich autorką, Natalią Deptułą.

Literatura

- Becker CG, Fonseca CR, Haddad CFB, Batista RF, Prado PI (2007). Habitat split and the global decline of amphibians. *Science*, 318(5857): 1775-1777.
- Budniak A (2017). Edukacja społeczno-przyrodnicza dzieci w wieku przedszkolnym i młodszym szkolnym, Kraków, s. 306. ISBN: 978-83-8095-261-4.
- Chranowski MM, Lilpop J, Bińkowski R, Czajkowska M, Parysek M, Siedlecki I (2018). Porównanie powszechności występowania błędnych przekonań, dotyczących wybranych zagadnień z zakresu biologii środowiskowej, wśród uczniów szóstych klas szkoły podstawowej i trzecich klas gimnazjum [w:] Edukacja przyrodnicza – klasyka czy nowoczesność?, red. S. Pilichowski, I. Zeber-Dzikowska, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra
- Gibbon JW, Scott DE, Ryan TJ, Buhlmann KA, Tuberville TD, Metts BS, Winne CT (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. *BioScience*, 50(8): 653-666.
- Karbowiczek J, Kwaśniewska M, Surma B (2013). Podstawy pedagogiki przedszkolnej z metodyką, Kraków, s. 392.
- Kleban M (2011). Zajęcia z Pacynką [artykuł opublikowany na portalu internetowym]. Dostępny na: <https://teacher.pl/httpteacher-plteacher-blogzajecia-z-pacynka/>. Dostęp: 6.06.2018.

Tabela 1. Schemat cyklu edukacyjnego „Poznajemy płazy i gady”

Temat zajęć	Zagadnienia	Działania i umiejętności dzieci	Uwagi
Jakie zwierzę oddycha skórą?	Charakterystyka płazów Gatunki polskich płazów Zmienność Cykl rozwojowy płazów Zwierzęta chronione	<ul style="list-style-type: none"> uczy się wiersza o żabię przyporządkowuje płazy do zbioru ogoniastych i bezogonowych poznaje i koloruje cykl rozwojowy płaza ogląda zdjęcia i przyporządkowuje nazwy płazów 	Zwierzęta: kumaki, salamandry.
Zwierzęta ubrane w łuski	Charakterystyka gadów Gatunki polskich gadów Rozmnażanie gadów Zwierzęta chronione	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia płazy od gadów, wymienia różnice między tymi grupami poznaje sposoby rozmnażania się gadów: jajorodność i żyworodność przyporządkowuje zdjęcia do nazwy gadów rozwiązuje zagadki na temat płazów i gadów 	Zwierzęta: agama brodata
Kto porusza się bez nóg?	Charakterystyka węży Gatunki polskich węży	<ul style="list-style-type: none"> wykonuje węża z krawata przyporządkowuje gatunek węża do zbioru stosuje pojęcia: dłuższy, krótszy, porównuje długości sznurków (o długości węży) ogląda film w ruchu węża, powtarza te ruchy w zabawie ruchowej ćwiczenia artykulacyjne z motywem węża i syczenia 	Zwierzęta: wąż zbożowy
Małe smoki.	Charakterystyka jaszczurek Gatunki polskich gadów	<ul style="list-style-type: none"> konstruuje szkielety gadów z patyczków łączy kropki na kształt jaszczurki dopasowuje nazwy jaszczurek do zdjęć 	Zwierzęta: gekon, scynk
Te co skaczą i kumkają.	Charakterystyka płazów bezogonowych Gatunki polskich płazów bezogonowych Odgłosy godowe płazów	<ul style="list-style-type: none"> słucha i odtwarza (naśladuje) odgłosy płazów uczy się piosenki o żabach wykonuje żabę origami skacze jak żaba wykonuje maskę żaby przyporządkowuje nazwy gatunków do fotografii zabawa – wędrownka do zbiorników 	Zwierzęta: żaba rogata
Dziwne wodne stwory.	Charakterystyka płazów ogoniastych Gatunki polskich płazów ogoniastych Pojęcia: traszka, salamandra	<ul style="list-style-type: none"> maluje gipsowy odlew salamandry ogląda zdjęcia i przyporządkowuje nazwy płazów wykleja plasteliną/papierem ilustrację traszki w jej naturalnym środowisku ilustruje ciałem wiersz o salamandrze (elementy pantomimy) 	Zwierzęta: traszka
Jak chronić naszych małych przyjaciół?	Ochrona płazów i gadów Typy jaj	<ul style="list-style-type: none"> praca grupowa o ochronie płazów lub gadów przyporządkowuje typy jaj do danego gatunku przyporządkowuje nazwy do gatunku zwierzęcia, porządkuje do zbiorów 	
Gdzie one mieszkają...	Typy siedlisk płazów i gadów Typy kryjówek płazów i gadów	<ul style="list-style-type: none"> przyporządkowuje kryjówki i siedliska do gatunku zwierzęcia (biegnie do obrazka) koloruje kolorowaną z siedliskami zwierząt otrzymuje medal/dyplom ukończenia 	

Markowska A, Lechowicz M, Grajkowski W, Chrzanowski MM, Spalik K, Borgensztajn J, Ostrowska EB, Musialik M (2014). Błędne przekonania w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. Edukacja Biologiczna i Środowiskowa, 4:56-66.

Ministerstwo Środowiska 2001, Przez Edukację do zrównoważonego rozwoju. Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej. Warszawa 2001. Ministerstwo Środowiska. ISBN 83-86564-51-2.

Parlak M (2008). Program elementarnej edukacji ekologicznej dla dzieci w wieku przedszkolnym oraz uczniów w młodszym wieku szkolnym, w: Edukacja Elementarna w Teorii i Praktyce: kwartalnik dla nauczycieli, 1-2: 90-96.

Poziomek U, Marszał D, Skrobek AM Woźniak M Żurawska I (2016). Przyrodnicza edukacja przedszkolna i wczesnoszkolna. Poradnik. Warszawa, IBE, ss. 100.

Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, załącznik nr 1, 2.

Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej.

Rożek L (2011), Edukacja przyrodnicza w przedszkolu z elementami ekologii. Szczecińska Wyższa Szkoła Cellegium Balticum, s. 100, Szczecin. ISBN 978-83-61082-56-9.

Załącznik. Przykładowy scenariusz zajęć „Jakie zwierzę oddycha skórą?”

PROJEKT EDUKACYJNY „POZNAJEMY PŁĄZY I GADY”

Scenariusz nr 1, temat: „Jakie zwierzę oddycha skórą”

Cele ogólne:

- rozbudzanie ciekawości poznawczej w kierunku rozumienia otaczającej przyrody,
- wyrabianie właściwego stosunku do ochrony środowiska poprzez kształcenie nawyków ekologicznych,
- rozwijanie zainteresowań przyrodniczych i proekologicznych.
- kształtowanie postaw ekologicznych,
- podnoszenie świadomości ekologicznej i odpowiedzialności ludzi za stan najbliższego środowiska,
- uświadamianie dzieciom potrzeb harmonijnego współżycia człowieka z przyrodą.

Cele szczegółowe: dziecko:

- rozpoznaje i poprawnie nazywa polskie płazy
- charakteryzuje kumaka dalekowschodniego jako przedstawiciela płazów,
- rozpoznaje odgłosy godowe płazów,
- opisuje cykl rozwojowy płazów i objaśnia pojęcia z nim związane,
- recytuje rymowaną o żabie,
- stwierdza, że płazy i gady są pod ochroną i objaśnia jak się zachować, gdy się je spotka.

Formy pracy:

- indywidualna
- zbiorowa.

Metody pracy:

- czynne (metoda zadań stawianych dziecku, metoda ćwiczeń utrwalających),
- oglądowe (obserwacja i pokaz),
- słowne (rozmowy, opowiadania, zagadki, objaśnienia i instrukcje).

Środki dydaktyczne:

- pluszowa maskotka – żaba,
- prezentacja multimedialna, zawierająca ilustracje i zdjęcia płazów oraz nagrane odgłosy godowe płazów,
- kolorowanki,
- kredki,
- wiersz „Żaba” (A. Łakomiak),
- sprzęt komputerowy z rzutnikiem i głośnikami do wyświetlania prezentacji i odtwarzania odgłosów płazów,
- żywe zwierzęta terrarystyczne – kumaki dalekowschodnie.

Osoby przeprowadzające zajęcia zobowiązują się do zapewnienia należytej opieki nad zwierzętami w czasie trwania zajęć, a także zadbania o ich bezpieczny transport przed i po zajęciach. Gatunki zwierząt wykorzystanych podczas zajęć należą do niezagrażających życiu i zdrowiu dzieci. Zwierzęta wykorzystane podczas projektu są własnością wyżej wymienionych terrarystów.

Przebieg zajęć:

- Powitanie – zabawa „Maskotka” (10 min.)
Dzieci siedzą w kręgu, prowadzący opowiadają kilka słów o projekcie, następnie przedstawiają maskotkę – żabę mówiąc: „To jest żaba Żaneta, a ja jestem...”. Każde z dzieci po kolei przedstawia się w ten sposób przekazując maskotkę kolejnej osobie.

- Prezentacja multimedialna o płazach¹ – co to są płazy, czym się różnią od innych grup zwierząt, jak się dzielą płazy. Zdjęcia i odgłosy godowe płazów, płazy ogoniaste i bezogonowe, ochrona przyrody, oddychanie skórą, zmienność cieplna. Każde zdanie ilustrowane jest odpowiednim zdjęciem lub odtworzeniem filmu. Dzieci powtarzają z prowadzącym nowe pojęcia czy nazwy gatunków. (15 min.)
- Pokaz żywych zwierząt, opis cech płazów na przykładzie kumaka dalekowschodniego. (10 min.)
- Zabawa ruchowo-naśladowcza „Jestem...” (5 min.)
Dzieci w rozsypane, na czworakach naśladowują zwierzę i czynności jakie ono wykonuje (nazwę czynności podaje nauczyciel):
 - „Jesteście żabami – żaby skaczą do kałuży”;
 - „Jesteście ropuchami – ropuchy jedzą komary i ślimaki”;
 - „Jesteście traszkami – traszki pływają w stawie”;
 - „Jesteście rzekotkami – rzekotki przyklejają się do ścian”;
 - „Jesteście salamandrami – salamandry powoli chodzą po ściółce”;
 - „Jesteście kumakami – kumaki kładą się na brzuszku i wyciągają łapki w górę”
 - „Jesteście grzebiuszkami – grzebiuszki zagrzebują się w piasku”.
- Odgłosy godowe płazów wraz z komentarzem – dzieci słuchają głosu kumaka górskiego, ropuchy szarej, żaby trawnej i rzekotki drzewnej. (5 min.)
Opcjonalnie. Uczymy się wiersza o żabie. (10 min.)
- *Żaba* (fragment)

Arkadiusz Łakomiak

Wyskoczyła żaba z wody
- Jutro jadę na zawody!

Zobaczcie mnie w jeziorze,
na wysigach wodnych stworzeń.
Znana jestem w okolicy,
mówią o mnie przeciwnicy.
Pływam przecież wyśmienicie,
za dnia, w nocy i o świcie.

- Zakończenie. Utrwalenie wiadomości – prezentacja zdjęć i pytanie o nazwy. Dzieci dostają kolorowaną kartkę z płazami. (5 min.)

Przykładowy komentarz merytoryczny (dostosowany do poziomu dziecka) do prezentacji multimedialnej

Płazy to zwierzęta, które posiadają kręgosłup (tak jak ludzie, konie czy psy). Żyją zarówno w wodzie jak i na lądzie. Dzieli się je na dwie grupy – jedna grupa płazów ma ogon (zupełnie tak jak jaszczurki, chociaż jaszczurki są gadami), a druga grupa nie ma ogona.

Płazy, które mają ogon to salamandra i traszki. Choć są podobne do jaszczurek, to nie mają łusek, pazurów i w dodatku oddychają częściowo przez skórę, dlatego ich skóra jest zwykle mokra i śliska. Żaden polski płaz nie ma łusek, stąd łatwo odróżnić płazy od gadów (wszystkie polskie gady mają łuski).

Płazy bez ogona to nie tylko żaby. Są jeszcze ich kuzyni i kuzynki: ropuchy, kumaki, grzebiuszka, rzekotka. Każde z nich jest trochę inne i ma swoje cechy, po których każdy może je od siebie odróżnić.

U płazów panowie – samce zazwyczaj są bardziej kolorowi od pań – samic, żeby się paniom bardziej podobać albo żeby przestraszyć zwierzę, które chciałoby je zjeść. W dodatku panowie śpiewają, żeby namówić panie do przyjścia do nich. Pan żaba inaczej śpiewa niż pan ropucha. Dlatego też panie się nie mylą i przychodzą do właściwych panów.

Człowiek energię do działania bierze z tego co zje, u płazów jest trochę inaczej – one swoją energię biorą z temperatury dookoła nich. Takie zachowanie nazywa się zmiennocieplnością. Płazy oraz gady są zmiennocieplne. W dodatku nie potrafią się cieplej ubrać, tak jak robimy to my, dlatego zimę przesypiają i to się nazywa hibernacja (*hibernacja płazów to nie do końca zasypianie, ale na tym etapie nie omawiamy mechanizmu hibernacji – dop. autorki*).

A czy wiecie, że dzieci płazów nie wyglądają na początku jak ich rodzice? Wiosną, gdy wybudzą się z hibernacji, wędrują do zbiorników wodnych (stawów, jezior, czasem nawet kałuż), tam składają jajka (miękkie, bez skorupki), z których wylęgają się larwy. U płazów ogoniastych nie mają one specjalnej nazwy, są po prostu larwami, za to u płazów bezogonowych takie larwy nazywają się kijanki.

Larwy żyją w wodzie i oddychają jak ryby – skrzelami (dzięki nim można oddychać pod wodą). Tam jedzą części wodnych roślin, później drobne owady wodne. Następnie powoli ich skrzela zamieniają się w płuca, dzięki którym mogą oddychać na lądzie, tak jak my. Wyrastają im łapki i znika ogonek i stają się na przykład żabami, czy ropuchami.

Skóra płazów może wydzielać nieprzyjemne i nieśmaczne substancje – dzięki temu część zwierząt unika polowania na nie.

Herpetological education of the youngest – a proposal of workshops for pre-school children

Natalia Deptuła, Aleksandra Kolanek

Why we should teach children about herpetology? The core curriculum for kindergarten education is laconic in this matter and leave too much open to interpretation. This begs the conclusion that herpetological education depends largely on the knowledge, willingness and the ability of the teacher, who does not always have sufficient competences in the field of environmental education. NATRIX Herpetological Association implemented an educational project in three kindergartens in Wrocław in 2014 and 2015. Goals of our project were: arousing curiosity of nature surrounding us, making the right attitude towards environmental protection, development of nature and pro-ecological interests, promotion of ecological habits, raising ecological awareness and people's responsibility for the condition of the nearest environment, making children aware of the need for harmonious coexistence between man and nature.

Key words: herpetology, education, kindergarten, didactic, lesson scenarios

Dziecięca astronomia

Dominujące modele umysłowe kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi i zjawiska dnia i nocy u dzieci od 5 do 10 roku życia

Jan Amos Jelinek

DOI: 10.24131/3247.180304

Streszczenie:

Kształt Ziemi, lokalizowanie ludzi na płaszczyźnie planety i wyjaśnienie zjawiska kształtu Ziemi to jedne z kluczowych zagadnień do przyjęcia przez dzieci naukowych wyjaśnień dotyczących astronomii. Na podstawie badań (Jelinek, 2017) ustalono, że modele umysłowe polskich dzieci są podobne do tych przedstawianych przez dzieci w innych krajach (Vosniadou i Brewer 1992; 1994). W tym artykule przedstawiono badania mające na celu ustalić częstość występowania poszczególnych modeli umysłowych w różnych grupach wiekowych (N=444). Badania wykazały, że wraz z wiekiem rośnie liczba prawidłowych wskazań na modele naukowe. Już 15,2% badanych dzieci pięcio- i sześciolletnich podaje naukowe wyjaśnienia dotyczące omawianych zagadnień astronomicznych. Z kolei 1/3 badanych dzieci dziewięcio- i dziesięcioletnich nie potrafi prawidłowo wyjaśnić zjawiska dnia i nocy.

Słowa kluczowe: dziecięca astronomia, modele umysłowe, pojęcia astronomiczne, dzieci w wieku przedszkolnym, uczniowie klas I-II, teorie wyjaśniające, naiwne teorie.

otrzymano: 30.07.2018; przyjęto: 5.09.2018; opublikowano: 31.03.2019



dr Jan Amos Jelinek: Katedra Pedagogiki Małego Dziecka, Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

Zjawiska astronomiczne nie należą do łatwych w codziennej obserwacji. Z kolei wnioski, które z nich wynikają nie są intuicyjne. Spoglądając w niebo dzieci nie zawsze mogą zobaczyć Księżyc i gwiazdy, a ruch Słońca na dziennym niebie jest tylko pozorny. Aby zrozumieć rzeczywisty sposób poruszania się obiektów niebieskich trzeba przyjąć, że to Ziemia porusza się dookoła Słońca, a nie na odwrót. Paradygmat ten przez całe stulecia wyznaczał granice między potocznym i naukowym postrzeganiem obiektów i zjawisk astronomicznych. Choć wyobrażenie Ziemi krążącej wokół Słońca (model heliocentryczny) został zaprezentowany już w starożytności (patrz: Arystarch z Samos w III w. p.n.e., Seleukos z Seleucji w II w. p.n.e.) to jednak matematycznie został udowodniony dopiero w XVI wieku przez Mikołaja Kopernika (1473-1543) i mimo to wyobrażenie Ziemi znajdującej się w centrum wszechświata do dziś dnia jest podważane (np. przez Członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi, por. Universal Zetetic Society).

Dzieci, podobnie jak dorośli, również tworzą wyobrażenia budowy Wszechświata. Bazują na informacjach zdobytych od dorosłych, zasłyszanych w przekazach medialnych oraz samodzielnych obserwacjach (Vosniadou i Brewer 1992). Tworzą wyobrażenia, które bardziej lub mniej przypominają naukowe wyjaśnienie. Mimo, że od kilku stuleci w nauce przyjmuje się model heliocentryczny to niestety zdarza się, że nawet dorośli opisują Układ Słoneczny w sposób sprzeczny z aktualnie obowiązującą teorią. Bywa, że tego typu wyjaśnienia są

Artykuł zawiera fragmenty pochodzące z następujących artykułów: Jelinek J.A. (2017), *Dziecięca astronomia. Rozumienie dziecięcych wyjaśnień jako punkt wyjścia do organizowania dydaktyki*. W: *Kategorie (nie)obecne w edukacji*, red. Agnieszka Domagała-Kręcioch, Bożena Majeranek, Kraków: Wydawnictwo Impuls, s. 153-176; Jelinek J.A., *Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych*, w: *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 2016/1, s. 45-52; Jelinek J.A., *Dziecięca astronomia. Jak dzieci rozumieją swoje miejsce na Ziemi, kształt Ziemi i jej miejsce w przestrzeni kosmicznej*, *Blżej Przedszkola* nr 7-8.166-167/2015, s. 78-82.

wynikiem korzystania ze skrótu myślowego (np. mówimy Słońce zaszło za chmurami zamiast powiedzieć chmury zasłoniły Słońce) albo są efektem niewiedzy lub przetrwałych naiwnych przekonań. Na przykład błędnie wyjaśnia się przyczynę zjawiska pór roku zmianą odległości Słońca względem Ziemi (Jelinek 2016). Tego typu wyobrażenie wynika zapewne z zapamiętania schematycznie zobrazowanego Układu Słonecznego, w którym błędnie prezentowana jest odległość między obiektami niebieskimi. Przekaz medialny – jako źródło informacji – również nie jest odpowiedni. Przekaz często jest niedostosowany do możliwości poznawczych dzieci. Oglądając program popularnonaukowy dziecko nie postrzeże w nim rzeczywistego kształtu Układu Słonecznego, a z przekazu wybiera tylko to co akurat pasuje do jego wyobrażenia. Innymi słowy dzieci, dysponując ogromną liczbą danych na temat obiektów i zjawisk astronomicznych mają duże trudności w przyjęciu skomplikowanego obrazu Układu Słonecznego. Taki wniosek wysunęli dotychczasowi badacze na temat stanu dziecięcej wiedzy o obiektach i zjawiskach astronomicznych (Novak i Nossbaum, 1976; Ganesh, Mali i Howe, 1979; Vosniadou i Brewer 1992).

Pierwsze badania nad dziecięcymi wyobrażeniami astronomicznymi realizowane były wśród uczniów szkoły podstawowej (Nussbauma i Novaka, 1976; Vosniadou i Brewera, 1992; Vosniadou, 1994). Ponieważ okazywało się, że już najmłodszy badani podawali prawidłowe odpowiedzi dlatego zaczęto badać coraz to młodsze dzieci. Szybko upewniono się, że już starsze dzieci przedszkolne (pięcio- i sześciolletnie) przejawiają wyobrażenia zbliżone do naukowego (Nobes, Martin i Panagiotaki, 2005; Kampeza i Ravanis, 2009; Saçkesa, 2015; Jelinek, 2017). Ustalono, że jeszcze zanim dzieci przekroczą próg szkoły dysponują możliwościami poznawczymi, które pozwalają im wyjaśnić własnymi słowami relacje panujące między Słońcem, Księżycem

i Ziemią dla wyjaśnienia np. zjawiska dnia i nocy. Dziecięce opisy kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi są niekiedy tak podobne do siebie, że dają się grupować wyznaczając w ten sposób pewne trendy w sposobie wyjaśniania zjawisk astronomicznych (Vosniadou i Brewer, 1992). Obecnie uznaje się, że podobne do siebie wyjaśnienia stanowią pewnego rodzaju modele umysłowe (mental models). Niestety, w literaturze przedmiotu zagadnienie to wciąż nie ma jednego określenia. W polskiej literaturze zagadnienie modeli umysłowych lokalizuje się w psychologii rozwojowej, w nurcie badań konstruktywistycznych. Polskie badania podążają jednak w kierunku teorii umysłu, a więc ustalania mechanizmu rozumienia skomplikowanych relacji osobowościowych. Tymczasem opisane w tym artykule badania oscylują wokół teorii budowanych przez dzieci dla wyjaśnienia zjawisk otaczającego świata. W tym kontekście prowadzi się badania dla opisanai naiwnych teorii w zakresie m.in. biologii (Carey, 1985), i fizyki (McCloskey, 1983).

W tym nurcie badawczym czerpie się z ustaleń Jeana Piageta (2006), który starał się opisać dziecięce sposoby budowania wiedzy. Tłumaczył on wyjaśnienia dziecięce jako synkretyczne, a więc dowolne łączenie informacji (tak wyjaśnił animizm i artyficyalizm). Piaget tłumacząc dziecięcy trend do ożywiania przedmiotów (animizm) wskazuje, że jest to tendencja, a więc typowe zachowanie. Podobnie jest z wyjaśnianiem pochodzenia przedmiotów (artyficyalizm). Polskie badania bazujące na tego typu ujęciu nierzadko potwierdzają ustalenia Piageta. Na przykład Danuta Al-Khamizy (1996) badając wśród sześciolatek stan pojęć przyrody nieożywionej (w tym pojęć astronomicznych) potwierdziła obecność animistycznego i artyficylistycznego myślenia u dzieci kończących przedszkole. Jednakże współcześnie tego typu tłumaczenie dziecięcego sposobu opisywania świata przestaje wystarczać. Nie wiadomo bowiem jak

interpretować dla praktyki pedagogicznej informację, że dziecko w pewnym okresie życia tłumaczy obecność obiektów niebieskich na niebie jako tworzonych przez człowieka, lub zmianę faz Księżyca jako efekt pracy człowieka na jego powierzchni (Piaget, 2006). Stefan Szuman (1939) tłumaczy, że być może są one w jakiś sposób dziecku potrzebne, jednakże zaznacza, że nie należy tolerować „zbyt długo” pojęć naiwnych.

Drugi nurt badań zupełnie inaczej spogląda na dziecko. Nurt ten koncentruje się wokół modeli umysłowych, również bazujący na myśli konstruktywistów porównuje dzieci do naukowców. Zakłada, że dzieci przychodząc na świat dysponują wewnętrznym mechanizmem przetwarzania informacji (Carey, 1985; Gopnik, 1992; diSessa, 1998; Vosniadou, 2013). Dla jednych mechanizm ten pozwala traktować dzieci jako małych naukowców (Gopnik, 1992) dla innych jest on tylko kolejną formą poznawania rzeczywistości (Carey, 1985). Dzięki przetwarzaniu danych powstają teorie wyjaśniające. Zdaniem Alison Gopnik teorie dziecięce powstają dla wyjaśnienia zjawisk. W chwili, gdy taka teoria przestaje opisywać rzeczywistość dzieci zmieniają teorię. Innego zdania jest Susan Carey (1985). Uważa ona, że proces tworzenia teorii przez dzieci jest bardziej przypadkowy i jest podobny do odkryć pod wpływem chwili opisywanych przez Thomasa Kuhna (Kuhn, 2001). Andrea diSessa uważa, że dzieci nie dysponują stałymi teoriami (jak twierdzi Gopnik), raczej budują wyjaśnienia pod wpływem chwili, za każdym razem na nowo zestawiając informacje (por. Theory Knowledge in Pieces, diSessa, 1998). Z kolei Stella Vosniadou uważa, że niektóre części teorii są stałe (tak jak rama), a jedynie elementy całej teorii ulegają zmianie (por. Framework Theory, Vosniadou, 2013). Ta ostatnia teoria wydaje się mieć potwierdzenie w badaniach nad obrazowaniem mózgu (Masson i wsp., 2014). Badania te wskazują, że ludzie nie rezygnują z poprzednich sposobów wyjaś-

nień a jedynie nadpisują je nowymi. Założenia te wydają się potwierdzać, gdy budujemy wyjaśnienie tu i teraz. Umysł konstruuje odpowiedź korzystając z informacji, które wydają się być oczywiste. W przypadku zjawisk astronomicznych na co dzień oglądany jest płaski horyzont i (pozorny) ruch Słońca na nieboskłonie. Nic zatem dziwnego, że w chwilach, gdy trzeba zbudować nagłą odpowiedź konstruowane są wyjaśnienia zbliżone do prymitywnych, wstępnych modeli umysłowych. Gdy umysł ma więcej czasu do zastanowienia, dysponuje odpowiednimi informacjami i wystarcza mu woli by w chwili napięcia (np. w sytuacji trudnej) dokonać analizy dostępnych informacji jest w stanie skonstruować odpowiedź zbliżoną do naukowej. Pod tym względem dzieci wydają się szczególnie wrażliwe. Mimo, że wiele z nich dysponuje już wiedzą zbliżoną do naukowej to jednak ulegają napięciu i pod wpływem chwili analizują tylko te dane oczywiste, dostępne z bezpośredniej obserwacji.

W chwili obecnej nie potrafimy wyjaśnić w jaki sposób dzieci zmieniają swoje przekonania, a więc do końca wyjaśnić naturę teorii wyjaśniających. W przypadku wyjaśniania zjawisk astronomicznych możemy jedynie w zarysie opisać jak dzieci nabywają wiedzę o wszechświecie. Co ważniejsze, ustalenia te pochodzą z badań przeprowadzanych w obcych kulturowo krajach np. Grecji, Holandii, Anglii, Turcji i Indii (więcej: Jelinek, 2017). Ponieważ system edukacji, formy wsparcia rodzicielskiego, a także pozaszkolny system wspierania rozwoju dzieci i dostęp do informacji naukowych mogą być inne od naszego, dlatego nie należy traktować tych informacji jako dane, które będą odpowiadać polskim warunkom. Program badań Dziecięca astronomia, który realizuję od 2014 roku ma na celu przybliżyć problem edukacji astronomicznej i wyjaśnić dziecięcy fenomen poznawania zjawisk w tym obszarze przyrody (Jelinek, 2015).

Dotychczasowe badania przeprowadzone wśród polskich dzieci (Jelinek, 2016) wskazały, że dysponują one wyobrażeniami nie odbiegającymi w rażąco odmienny sposób od modeli umysłowych opisanych przez Vosniadou i Brewera (1992). Podobieństwo modeli pozwala traktować – w moim rozumieniu – narzędzia opracowane na bazie tych modeli umysłowych jako narzędzia przesiewowe. Narzędziem takim jest np. test EARTH2 (EArth Representation Test for cHildren, Test Reprezentacji Ziemi dla dzieci), który wykorzystałem w badaniach opisanych w tym rozdziale. Ze względu na formę testową pozwala w szybki sposób ustalać dziecięce przekonania astronomiczne.

Polskie badania pokazały asymetrię i różnice indywidualne u polskich dzieci w zakresie wyobrażeń i wiedzy astronomicznej. Wiemy, że niektóre przedszkolaki potrafią – w sposób zbliżony do naukowego – wyjaśnić pewne zjawiska astronomiczne (np. zjawisko dnia i nocy). Z drugiej strony ustalono także, że spora liczba uczniów w klasie drugiej twierdzi z przekonaniem, że Ziemia jest płaska a ludzie żyją na górze dysku. Te skrajne różnice w wyobrażeniach i poglądach dzieci są dowodem – z jednej strony – na gotowość dziecięcego umysłu na poznawanie zjawisk astronomicznych, a z drugiej na wielkie zaniedbania pedagogiczne w tym zakresie. Ponieważ jednak dotychczasowe badania obejmowały dwie grupy dzieci (najstarszych przedszkolaków i uczniów z klasy II) obecny stan wiedzy astronomicznej dzieci pokazuje – mówiąc obrazowo – tylko dwa punkty na skali rozwojowej. Ani liczba dzieci objętych dotychczasowymi badaniami ani dwie grupy wiekowe nie pozwalają ustalić jaki kierunek przyjmują zmiany modeli umysłowych. Nie można także ustalić jakie czynniki mogą wpływać na zdobywanie wiedzy astronomicznej. Ustalenie tego obszaru badawczego znajdowało się w obszarze zadań badawczych opisanych w artykule.

Program badań

Jednym z zasadniczych celów przeprowadzonego badania¹ było ustalenie jak kształtują się pojęcia i wyobrażenia astronomiczne starszych przedszkolaków i małych uczniów. Wśród celów szczegółowych było ustalenie wpływu takich zmiennych jak: wiek, płeć i środowisko pochodzenia. Badaniami objąłem grupę 444 dzieci. Badanymi byli dzieci w wieku od 5 do 10 roku życia. Wśród dzieci w wieku pięciu i sześciu lat było 99 osób, w wieku siedmiu i ośmiu lat było 242, a w wieku dziewięciu i dziesięciu lat 103 osoby. Średnia wieku wyniosła 7,5 roku życia. Wśród badanych było 252 chłopców i 192 dziewczynki. 206 dzieci pochodziło ze średniej wielkości podwarszawskiego miasta, a pozostałe 238 dzieci z oddalonej o 10 km wsi.

Do zrealizowania pierwszego celu badawczego przeprowadziłem test przesiewowy EARTH2. Narzędzie to przeznaczone jest dla dzieci w wieku od 4 do 16 roku życia. Test zawiera 9 pytań, które przekazywane są dzieciom w formie sześciostronicowej broszury. Badacz czyta pytania, a zadaniem dzieci jest zaznaczyć jedną z ilustracji. Przygotowując pytania autorzy testu posłużyli się modelami umysłowymi kształtu Ziemi opisanymi przez Vosniadou i Brewera (1992). Tym samym dzieci udzielając odpowiedzi na pytania (np. jak wygląda Ziemia, gdzie mieszkają ludzie na Ziemi, gdzie są chmury, co się stanie z piłką kopniętą przez olbrzyma itd.) dzieci zaznaczają ilustrację odpowiadającą modelom umysłowym. Wśród modeli znajdują się: (1) model naukowy „kulistej Ziemi”, (2) model wstępny „płaskiej Ziemi”, i modele uproszczone (3) model „spłaszczonej Ziemi”, (4) model „pustej Ziemi”, (5) model „kulistej Ziemi, na której życie odbywa się tylko u góry”.

¹ Badania zrealizowano dzięki dofinansowaniu Narodowego Centrum Nauki (nr grantu: 2017/01/X/HS6/01980).

Ponieważ test został przeprowadzony w maju i czerwcu wszyscy nauczyciele deklarowali, że zrealizowali już zagadnienia astronomiczne. Uznając zatem, że wynik testu przedstawia nie tylko efekt codziennych doświadczeń, zasób dziecięcych informacji zdobytych przez dzieci w czasie oglądania programów telewizyjnych i wysłuchując wyjaśnień rodziców, ale również skuteczność nauczania treści astronomicznych w przedszkolach i szkołach, w których prowadzono badania. Wynik tego zadania badawczego (stanowiącego fazę pretestu całego programu badawczego) świadczy o stanie wiedzy badanych dzieci kończących przedszkole, klasę pierwszą, drugą i trzecią. Uwzględnienie większej liczby dzieci i większej liczby okresów rozwojowych niż w pierwszym badaniu (Jelinek, 2017) pozwoliła ustalić częstość występowania poszczególnych modeli umysłowych, a także skonstruować opis tendencji rozwojowej w zakresie wyjaśnień astronomicznych.

Wyniki

Wśród wielu zebranych informacji w artykule przedstawię trzy zagadnienia stanowiące podstawę wiedzy astronomicznej u dzieci: (1) kształt Ziemi, (2) lokalizację ludzi na Ziemi i (3) zjawisko dnia i nocy.

Kształtowanie się wyobrażenia kształtu Ziemi wśród dzieci od 5 do 10 r.ż.

Oglądana na co dzień płaska linia horyzontu sugeruje jakoby Ziemia była dyskiem. Mimo to, zdecydowana większość badanych dzieci (98,6%) – w pierwszym pytaniu testowym – stwierdziła, że Ziemia ma kształt kuli. W innym pytaniu (8) zdanie to potwierdziło 95,9% badanych dzieci. Innymi słowy dysponując różnymi ilustracjami kształtu Ziemi – od horyzontalnego (obserwowanego na co dzień), poprzez modele pustej Zie-

mi (koncepcji żywej jeszcze w XIX wieku), i spłaszczonej Ziemi, po model naukowy przedstawiający Ziemię jako kulę, dzieci nie mają kłopotu z wyborem właściwego kształtu Ziemi. Szczegółowe informacje na temat porównania wypowiedzi dzieci w dwóch pytaniach testowych przedstawiłem w tabeli 1.

Jak się zaraz okaże dzieci, które wcześniej były przekonane, że Ziemia jest kulą zmieniały swoje wyobrażenie tylko po to, aby zaznaczając ilustracje z innym kształtem planety lepiej dopasować odpowiedź do swojego wewnętrznego wyjaśnienia. I tak, udzielając odpowiedzi na wszystkie pytania z 444 dzieci tylko 30,2% we wszystkich pytaniach testowych zaznaczyło Ziemię jako kulę.

Wydaje się, że wyobrażenie kulistej Ziemi jest określeniem semantycznie pustym. Dzieci, które wielokrotnie słyszą, że Ziemia jest okrągła, widzą w telewizji obraz kolorowej Ziemi na tle czarnego kosmosu, a w dłoni nauczyciela oglądają kulisty globus wiedzą, że Ziemia kształtem przypomina piłkę. Taki też obraz zaznaczają na ilustracji w teście. Jednakże, gdy dochodzi do zinterpretowania elementów tego obrazu, np. położenia ludzi, drzew i chmur, ustalenia jak będzie poruszał się człowiek idący cały czas w jednym kierunku, piłka kopnięta przez olbrzyma i jaka jest relacja Ziemia-Słońce – wówczas dzieciom łatwiej wyjaśnić to zjawisko korzystając z bardziej życiowych, codziennych, a przez to także prymitywnych, naiwnych doświadczeń. Tu też pojawiają się ich rzeczywiste kompetencje. Innymi słowy, wiele dzieci zapytanych jaki Ziemia ma kształt bez wahania odpowiadają, że okrągły jednak to czy rzeczywiście takim kształt przyjmują za wyznacznik elementów składowych tego wyobrażenia będzie oceną diagnostyczną ich kompetencji astronomicznych. Jak bowiem wskazały badania wraz z wiekiem wzrasta liczba dzieci, które prawidłowo wyobrażają sobie Ziemię udzielając odpowiedzi we wszystkich pytaniach





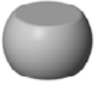

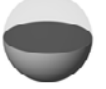



Pytanie 1	Liczba wskazań razem	Pytanie 8	Liczba wskazań*	Płeć**		Środowisko**		Wiek**		
				Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5, 6-	7, 8-	9, 10-
	438 98,6%		426 95,9%	242 94,9%	184 97,4%	200 97,1%	226 95%	94 94,9%	231 95,5%	101 98,1%
	4 0,9%		2 0,5%	0 0%	2 1,1%	0 0%	2 0,8%	0 0%	1 0,4%	1 1%
	1 0,2%		0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
	0 0%		0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
	1 0,2%		1 0,2%	1 0,4%	0 0%	0 0%	1 0,4%	0 0%	1 0,4%	0 0%

Tabela 1. Porównanie odpowiedzi na pytanie pierwsze (jak wygląda Ziemia, na której mieszkają wszyscy ludzie?) i ósme (który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?)

* Procenty nie sumują się do 100%, stanowią bowiem jedynie wskaźnik osób, które w pytaniu 6 i 9 wskazały ten sam model.

** Dane liczbowe odnoszą się wyłącznie do osób, które w obu pytaniach (6 i 9) wskazały ten sam model.

Ilustracje użyte w tabeli pochodzą z testu EARTH2. Źródło: opracowanie własne.

(z 15,2% wśród dzieci pięcio- i sześcioletnich, poprzez 28,1% dzieci siedmio- i ośmioletnich do 49,5% dzieci dziewięcio- i dziesięcioletnich).

Kształtowanie się wyobrażenia lokalizacji ludzi żyjących na Ziemi wśród dzieci od 5 do 10 r.ż.

Wraz z wiekiem rośnie także liczba dzieci, które prawidłowo lokalizują ludzi na Ziemi. Wśród najstarszych






przedszkolaków było ich już 48,5%, wśród dzieci rozpoczynających naukę szkolną (siedmio-, ośmiolatków) 61,2%, a wśród najstarszych badanych dzieci było 79,6% dzieci. Szczegółowe wyniki badań w tym zakresie zostały zaprezentowane w tabeli 2.

Liczba wskazań na modele uproszczone i wstępne (horyzontalny) niktą wraz z wiekiem. Choć w pytaniu pierwszym – o kształt Ziemi – zdecydowana większość

Tabela 2. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie (drugie), który obrazek najlepiej pokazuje ludzi żyjących na Ziemi?

* Wartości procentowe odnoszą się do wszystkich badanych dzieci w określonej kategorii. Ilustracje użyte w tabeli pochodzą z testu EARTH2.

Źródło: opracowanie własne.

Model umysłowy	Liczba wskazań razem	Płeć *		Środowisko *		Wiek *		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5, 6- latki	7, 8- latki	9, 10- latki
	278 62,6%	153 60%	125 66,1%	135 65,5%	143 60%	48 48,5%	148 61,2%	82 79,6%
	99 22,3%	61 23,9%	38 20,1%	43 20,9%	56 23,5%	31 31,3%	57 23,6%	11 10,7%
	5 1%	4 4%	1 0,4%	0 0%	5 2,1%	2 2%	3 1,2%	0 0%
	26 5,9%	13 4,7%	13 6,9%	14 6,8%	12 5%	3 3%	17 7%	6 5,8%
	36 8%	24 9%	12 6,3%	22 9,2%	14 6,8%	12 12,1%	17 7%	4 3,9%

dzieci wskazała, że Ziemia jest kulą o tyle tutaj, gdy miały zlokalizować, gdzie na tej Ziemi mieszkają ludzie wiele z nich (37,4%) zrezygnowało z kulistego wyobrażenia. Dowodzi to, że wyobrażenie kształtu Ziemi wydaje się być ramą nowo tworzącej się teorii wyjaśniającej (wg teorii ram; Vosniadou, 2013). Nim dzieci zbudują jej pełną wersję muszą jeszcze „przenieść” wszystkie elementy przynależne do tego wyobrażenia (np. ludzi). Ze względu na ograniczone możliwości wydawnicze przedstawiłem tutaj w sposób skrótowy problem lokalizacji ludzi jednak w podobny sposób problem ten dotyczy także położenia drzew i chmur, sposobu poruszania się ludzi i obiektów nieożywionych (np. kopniętej piłki). Do momentu aż dzieci nie zbudują prawidłowego wyobrażenia wszystkich elementów przynależnych do płaszczyzny kulistej Ziemi do tego czasu dzieci nie będą przejawiać wyobrażenia naukowego.

Tymczasem przenoszenie tych elementów wymaga rozwiązywania problemów poznawczych, tj. wyobrażenia sobie sposobu działania siły grawitacji. Jak wykazały badania Josepha Nussbauma i Josepha Novaka (1976) dzieci początkowo wyobrażają sobie, że źródło tej siły znajduje się głęboko poniżej Ziemi i na pytanie jak zachowałby się przedmiot wrzucony do tunelu przekopanego przez całą Ziemię wskazali oni, że przeleci przez planetę i będzie leciał dalej. Dopiero później dzieci zaczynają sobie wyobrażać, że źródło tej siły znajduje się na dnie kuli (po drugiej stronie kulistej Ziemi), a na końcu – w jej środku.

Kształtowanie się wyobrażenia zjawiska dnia i nocy wśród dzieci od 5 do 10 r.ż.

Na co dzień dzieci doświadczają (pozornego) ruchu Słońca na niebie. W zależności od dostępnych materia-

łów dzieci w różny sposób wyjaśniają ten ruch. Dysponując kartką papieru tłumaczą, że porusza się ono po linii prostej (np. wzdłuż krawędzi kartki), gdy dysponują grudką plasteliny wskazują, że przybliży się ono do Ziemi i oddala od niej (Jelinek, 2017). Z tego względu nim dzieci zaczną budować naukowe wyjaśnienie zjawiska dnia i nocy najpierw muszą zrezygnować z geocentrycznego modelu Układu Słonecznego. Tymczasem, udzielając w teście odpowiedzi na pytanie, który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc, 1/5 badanych dzieci (20,7%) wydaje się prawidłowo wyobrażać ten fenomen. Szczegółowy wykaz odpowiedzi na to pytanie przedstawiłem w tabeli 3.

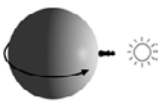
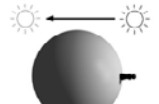
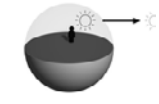

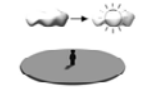
Wśród dzieci, które udzieliły prawidłowej odpowiedzi było 13,1% starszych przedszkolaków, 18,6% dzieci siedmio- i ośmioletnich oraz 33% dziewięcio- i dziesięcioletnich. Pozostałe dzieci wskazały, że za powstawanie dnia jest odpowiedzialny ruch Słońca. Największa grupa badanych (39,6%) wskazała obserwowane na co dzień zjawisko dnia i nocy, w którym słońce zachodzi za horyzont. Potwierdza to jak istotne znaczenie mają codzienne doświadczenia w wyjaśnianiu tak skomplikowanych zjawisk jak astronomiczne. Ponadto niewielki procent poprawnych odpowiedzi (dodam, że był on najniższy ze wszystkich uzyskanych w teście) dowodzi, że zjawiska te są najtrudniejszymi do wyjaśnienia u dzieci w każdym badanym wieku.

Dane te po raz kolejny potwierdzają teorie ram Vosniadou wszak budowanie wiedzy astronomicznej wydaje się być uporządkowane według zasady od tego co najbliższe do tego co najdalsze. Kiedy już dzieci zbudują w swoim umyśle prawidłowe wyobrażenie kształtu Ziemi, muszą zacząć „przenosić” (z wcześniejszego, płaskiego wyobrażenia) na kuliste lokalizacje obiektów znajdujących się na płaszczyźnie, a następnie wyobrażać sobie ich sposób poruszania. Dopiero dysponując takim wyobrażeniem będą w stanie wyobrazić sobie

Tabela 3. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie (dziewięte) który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc?

* Wartości procentowe odnoszą się do wszystkich badanych dzieci w określonej kategorii. Ilustracje użyte w tabeli pochodzą z testu EARTH2.

Źródło: opracowanie własne.

Pytanie 9	Liczba wskazań razem	Płeć*		Środowisko*		Wiek*		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5, 6- latki	7, 8- latki	9, 10- latki
	92 20,7%	63 24,7%	29 15,3%	46 22,3%	46 19,3%	13 13,1%	45 18,6%	34 33%
	111 25%	65 25,5%	46 24,3%	57 27,7%	54 22,7%	14 14,1%	66 27,3%	31 30,1%
	26 5,9%	12 4,7%	14 7,4%	9 4,4%	17 7,1%	13 13,1%	11 4,5%	2 1,9%
	176 39,6%	95 37,3%	81 42,9%	73 35,4%	103 43,3%	47 47,5%	97 40,1%	32 31,1%
	39 8,8%	20 7,8%	19 10%	21 10,2%	18 7,6%	12 12,1%	23 9,5%	4 3,9%

sposób działania promieni słonecznych na powstawanie dnia i nocy.

Wnioski i dyskusja

Przypomnę, że w obowiązującej w szkołach podstawowych podstawie programowej (2017) widnieje zapis, że dzieci do klasy III wystarczy, jeśli wyjaśnią zjawisko nocy jako efekt zachodu Słońca. W oparciu o zrealizowane badania, a przytoczone tutaj w formie skróconej, zapis ten wydaje się być zdecydowanie zbyt ograniczający. Wszak edukacja nie powinna iść po śladzie uczenia, ale „o krok” wyprzedzać rozwój dziecka. Jeśli 1/3 dzieci dziewięcio- i dziesięcioletnich potrafi wyjaśnić

to skomplikowane zjawisko, nie mając – w przedszkolu i szkole – możliwości poznać go w całości, należy zastanowić się nad przeformułowaniu programów nauczania tak, aby dzieci nie musiały utrzymywać tego wstępnego modelu umysłowego. Wszak wysoki poziom prawidłowych odpowiedzi w innych pytaniach dowodzi, że są one zainteresowane i gotowe umysłowo, aby przyjąć tak abstrakcyjne zjawiska jak astronomiczne. Gotowość w równym stopniu okazała się dotyczyć chłopców i dziewczynek, dzieci z miasta jak i ze wsi. W obu tych zmiennych wyniki badań okazały się być podobne.

Wyniki przeprowadzonych przeze mnie badań porównałem z wynikami ustalonymi przez Marthe Strate-meier, Han van der Maasa i Brenda Jansena (2008),

autorów testu EARTH2. Swoje badania przeprowadzili w Holandii wśród 381 dzieci w wieku od 4 do 9 roku życia. Ponieważ wiek życia respondentów holenderskich jest niższy, dlatego porównując wartości procentowe (tylko takie zostały podane przez autorów) należy je mieć na względzie oceniając różnice w wynikach testu. W tabeli 4. wśród przykładów podaję tylko odpowiedzi naukowe.

Porównanie wyraźnie pokazało, że polskie dzieci mają większe kompetencje astronomiczne. Dla przykładu porównując wyłącznie prawidłowe odpowiedzi okazało się, że polskie dzieci wskazały więcej prawidłowych odpowiedzi niż dzieci holenderskie. Jednakże – jak już wskazałem różnica ta może wynikać z różnicy wieku badanych dzieci (sięgająca jednego roku życia). Może być zatem tak, że polskie dzieci w niczym nie różnią się od dzieci z innych krajów. Szczególnie, że tam, gdzie polskie dzieci miały największe trudności (tj. wyjaśnienie zjawiska dnia i nocy) tam dzieci holenderskie również popełniały więcej błędów. Innymi słowy wyniki obu grup dzieci, mimo, że pochodzą one ze stosunkowo odrębnych okręgów kulturowych utrzymują one podobny poziom udzielanych odpowiedzi.

Dotychczasowe badania, będące kontynuacją badań z 2017 roku, pozwoliły ustalić jakie są tendencje rozwojowe dzieci w różnych okresach wiekowych. Potwierdziły one słowa Kozakiewicza (1965; 1988), że świat przekonanych zmienia się wraz z fazami rozwojowymi i dlatego nie można do niego dopasować uniwersalnego klucza. Istnieją jednakże furtki, którymi można dotrzeć do wnętrza, „ale za każdym razem znajdują się one gdzieindziej, inaczej się otwierają i gdzieindziej prowadzą”. Coraz częściej dochodzimy do wniosku, że poszukiwanie skutecznych uniwersalnych dróg zapoznawania dzieci ze zjawiskami astronomicznymi nie jest najlepszą metodą (Kampeza, Konstantinos 2009; Saçkes, 2015; Jelinek 2017). Lepszy wydaje się kierunek,

w którym, analizując dowolne zagadnienie z przyrody wypunktujemy problemy poznawcze jakie dzieci muszą rozwiązać, aby osiągnąć naukowe wyobrażenie. Kompletna lista problemów poznawczych pozwoli zaplanować szereg czynności jakie rodzic i nauczyciel muszą omówić z dzieckiem, aby zgromadziło ono niezbędne informacje i potrafiło je tak uporządkować w swoim umyśle aby w konsekwencji skonstruować wyobrażenie zbliżone do naukowego. Poszukiwanie tych problemów poznawczych odbywa się prowadząc żmudne badania naukowe podobne do metody wypytywania stosowanej przez Jeana Piageta. Niemniej jednak oprócz ustalania problemów poznawczych istotne jest ustalenie w jakim okresie życia dzieci samodzielnie rozwiązują te problemy. W tym artykule przedstawione zostały niektóre z tych problemów (tj. kształt Ziemi, lokalizacja ludzi na Ziemi (w tym zjawisko grawitacji) i zjawisko dnia i nocy (więcej: Jelinek, 2017)). Konieczne są jednak badania pozwalające ustalić jak uczyć dzieci rozwiązywania tak abstrakcyjnych problemów jak astronomiczne. Pod tym względem (jako drugie zadanie badawcze opisanego tu projektu badawczego) było ustalenie skuteczności tutoringu rówieśniczego. Omówienie skuteczności tej metody będzie tematem odrębnego artykułu badawczego.

Literatura

- Al-Khamisy D (1996). Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolatek. Warszawa: Wydawnictwo „Żak”.
- Carey S (1985). Conceptual change in childhood. Cambridge: MIT Press.
- diSessa A (1998). Knowledge in Pieces. W: Forman G, Pufall P ed. Constructivism in the Computer Age. New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers; 49-70.
- Gopnik A, Wellman HM (1992). Why the child's theory of mind really is a Theory. *Mind & Language*, 7:145-171.
- Jelinek JA (2015). Dziecięca astronomia. Jak dzieci rozumieją swoje miejsce na Ziemi, kształt Ziemi i jej miejsce w przestrzeni kosmicznej. *Blżej Przedszkola*. 7-8:78-82.

Pytania w teście EARTH2 Model naukowy	Wynik badań przeprowadzone wśród dzieci polskich. N=444. Wiek badanych: od 5 do 10 r.ż.	Wynik badań przeprowadzone wśród dzieci holenderskich. N=381. Wiek badanych: od 4 do 9 r.ż.
(1) Jak wygląda Ziemia, na której mieszkają wszyscy ludzie?		
Ziemia jako kula	98,6%	81,0%
(2) Który obrazek najlepiej pokazuje ludzi żyjących na Ziemi?		
Ludzie żyją z każdej strony planety	62,6%	44,6%
(3) Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są chmury?		
Chmury są dookoła kulistej Ziemi	60,8%	45,1%
(4) Jeśli olbrzym kopnie piłkę bardzo daleko, co się z nią stanie?		
Piłka przeleci całą Ziemię i trafi w to samo miejsce	50,5%	39,9%
(5) Który obrazek pokazuje najlepiej gdzie drzewa rosną na Ziemi?		
Drzewa rosną z każdej strony kulistej Ziemi	49,5%	42,4%
(6) Gdzie jest Słońce w nocy?		
W nocy Słońce jest po drugiej stronie planety	54,3%	40,9%
(7) Co dzieje się gdy będziesz szedł przez bardzo długi czas w jednym kierunku?		
Człowiek obejdzie Ziemię dookoła	71,0%	47,5%
(8) Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?		
Ziemia jako kula	96,6%	81,0%
(9) Który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc?		
Ziemia obraca się dookoła własnej osi	20,7%	12,7%

Tabela 4. Rozkład prawidłowych odpowiedzi w zestawieniu wyników badań przeprowadzonych wśród dzieci holenderskich (Straatemeier, Mass, Jansen, 2008) i polskich (Jelinek, 2018) przeprowadzonych za pomocą testu EARTH2

Źródło: opracowanie własne.

- Jelinek JA (2016). Konstruowanie reprezentacji astronomicznych u dzieci. *Wnioski dla praktyki pedagogicznej*. *Ruch Pedagogiczny*. 1:73-81.
- Jelinek JA (2016). Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*. 1:45-52.
- Jelinek JA (2017). Dziecięca astronomia. Rozumienie dziecięcych wyjaśnień jako punkt wyjścia do organizowania dydaktyki. W: Domagała-Kręciach A, Majeranek B ed. *Kategorie (nie)obecne w edukacji*. Kraków: Wydawnictwo Impuls; 153-176.
- Kampeza M, Konstantinos R (2009). Transforming the representations of preschool-age children regarding geophysical entities and physical geography. *Review of Science, Mathematics and Ict Education*. 3:141-158.

- Kozakiewicz M (1965). *O światopoglądzie i wychowaniu*. Warszawa: PZWSW.
- Kuhn T (2001). *Struktura rewolucji naukowych*. Warszawa: Fundacja Aletheia.
- Mali G, Howe A (1979). Development of earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*. 63:685-691.
- Masson S, Potvina P, Riopela M, Foisy L (2014). Differences in Brain Activation Between Novices and Experts in Science During a Task Involving a Common Misconception in Electricity. *International Mind, Brain, and Education Society and Wiley Periodicals, Inc.* 8:44-55.
- McCloskey M (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248:122-130.

- Nobes G, Martin A, Panagiotaki G (2005). The development of scientific knowledge of the Earth. *British Journal of Developmental Psychology*. 23:47-64.
- Nussbaum J, Novak J. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structural interviews. *Science Education*. 60: 535-550.
- Panagiotaki G, Nobes G, Banerjee R (2006). Is the world round or flat? Children's understanding of the earth. *European Journal of Developmental Psychology*. 3:124-141.
- Piaget J (2006). Jak sobie dziecko wyobraża świat. Warszawa: PWN.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej. *Dz.U. z dnia 24 lutego 2017, poz. 356, zał. 1 i 2*.
- Saçkes M (2015). Kindergartners' Mental Models of the Day and Night Cycle: Implications for Instructional Practices in Early Childhood Classrooms. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15:997-1006.
- Straatemeier M, Maas H, Jansen B (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal Experimental Child Psychology*. 100:276-296.
- Szuman S (1939). Rozwój pytań dziecka. Badania nad rozwojem umysłowości dziecka na tle jego pytań. Warszawa-Wilno-Lublin: Nasza Księgarnia; 372-373.
- Universal Zetetic Society, <https://theflatearthsociety.org/home/> (dostęp: 2.10.2018).
- Vosniadou S (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*. 4:45-69.
- Vosniadou S, (2013). Conceptual change in learning and instruction. The Framework Theory Approach. *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York-London: Routledge; 11-30.
- Vosniadou S, Brewer W (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*. 24:535-585.

Children's astronomy. The predominant mental models of the shape of the Earth, the location of people on Earth and the phenomenon of day and night in children from 5 to 10 years of age

Jan Amos Jelinek

The shape of the Earth, locating people on the surface of the planet and explaining the phenomenon of the shape of the Earth are some of the key issues for children to accept scientific explanations about astronomy. On the basis of research (Jelinek, 2017) it was found that the mental models of Polish children are similar to those presented by children in other countries (Vosniadou i Brewer 1992, 1994). This article presents research aimed at determining the frequency of individual mental models in different age groups (N = 444). Studies have shown that the number of correct indications of scientific models increases with age. Already 15.2% of the examined children in age of five and six years gave scientific explanations regarding the astronomical issues discussed. In turn, 1/3 examined children in age of the 9 and 10 year-old cannot properly explain the phenomenon of day and night.

Key words: children's astronomy, mental models, astronomical concepts, pre-school children, students of grades I-III (ISCED I), explanatory theories, naïve ideas

Zjawisko smogu w świadomości nauczycieli Warszawy

Ligia Tuszyńska, Anna Falkowska

DOI: 10.24131/3247.180303

Streszczenie:

Na przełomie roku 2016/2017 na terenie Warszawy oraz wielu innych miast w Polsce wystąpiło zjawisko smogu. Artykuł przedstawia dane statystyczne dotyczące stanu powietrza w Warszawie na tle innych miast na podstawie zestawień z Ministerstwa Środowiska. W artykule zwrócono uwagę na dostęp społeczeństwa do informacji o stanie czystości powietrza. Przedstawiano środki, formy – narzędzia masowego przekazu informacji o środowisku, które są rozpowszechniane na terenie Warszawy przez władze samorządu lokalnego i organizacje pozarządowe. Przeprowadzono sondaż diagnostyczny w grupie pedagogów edukacji przyrodniczej, biorących udział w konferencji pt.: *Cała prawda o smogu, czyli rzetelna informacja i mądra edukacja*, zorganizowaną przez Warszawskie Centrum Innowacji Edukacyjno-Społecznych i Szkoleń w dn. 09.03.2017 r. Badanie weryfikowało poziom świadomości ekologicznej nauczycieli m.st. Warszawy, jako reprezentantów społeczności lokalnej oraz ich rolę w prowadzeniu edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju, jako animatorów zajęć ochrony środowiska. Z badań wynika, że w dalszym ciągu nauczyciele przyrody ze szkół podstawowych oraz edukacji wczesnoszkolnej, potrzebują doskonalenia w tym zakresie, a przede wszystkim uświadomienia potrzeby kształcenia przez całe życie.

Słowa kluczowe: smog, zanieczyszczenie powietrza, zdrowie, mieszkańcy Warszawy, edukacja ekologiczna

otrzymano: 30.07.2018; przyjęto: 5.09.2018; opublikowano: 31.03.2019

Wprowadzenie

Każdego roku w okresie jesienno-zimowym, gdy temperatura powietrza gwałtownie spada, mieszkańcy Polski korzystają z różnych form ogrzewania budynków mieszkalnych i gospodarczych. Ludzie wykorzystują jako opał różnego typu materiały, często oprócz węgla są spalane śmieci, np. odpady z tworzyw sztucznych. W dłuższej perspektywie powoduje to niekorzystne skutki dla środowiska i zdrowia człowieka. W czasie procesu socjalizacji zarówno pierwotnej, czyli wśród członków rodziny, jak również wtórnej – w szkole, wśród rówieśników, w miejscu pracy, każdy człowiek uczy się właściwego postępowania proekologicznego. W środkach masowego przekazu również mamy wiele informacji na ten temat. Tylko dzięki nauce przez całe życie (*Life-long Learning*), czyli koncepcji pedagogicznej, wykorzystującej formalne, nieformalne i pozaformalne źródła zdobywania wiedzy, społeczeństwo jest w stanie zahamować proces narastającego konsumpcjonizmu. Jest to szczególnie konieczne w obliczu potrzeby krzewienia nurtu environmentalizmu. *Edukacja ekologiczna w założeniach realizuje nauczanie interdyscyplinarne o bardzo silnym wymiarze wychowawczym. Powinna wyposażać słuchacza w wiedzę oraz w różnorodne umiejętności praktyczne m. in. związane z rozwijaniem odpowiedzialności za stan środowiska* (D. Lalak, T. Pilch, s. 72.).



prof. Ligia Tuszyńska: Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie



mgr Anna Falkowska: Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

W niniejszym artykule została przybliżona problematyka zanieczyszczonego powietrza na terenie Warszawy. Zaprezentowano dostępne formy informowania mieszkańców o stanie powietrza, zgodnie z normami prawa ochrony środowiska. W XXI wieku interdyscyplinarne ujmowanie problematyki ochrony środowiska i zdrowia człowieka, jest niezbędne dla dobra społeczności całego globu. Artykuł przedstawia wyniki badań świadomości ekologicznej nauczycieli, którzy uczestniczyli w szkoleniu dotyczącym zjawiska smogu, zorganizowanym przez Warszawskie Centrum Innowacji Edukacyjno-Społecznych i Szkoleń.

Stan powietrza w Warszawie

Warszawa jest dużą aglomeracją miejską, w której oprócz stałych mieszkańców przebywa wiele osób z okolicznych miejscowości i całego kraju. Jest dla nich miejscem nauki i pracy oraz tymczasowego zamieszkania. Stolica odznacza się wysokim stopniem industrializacji, udogodnieniami technologicznymi, szczególnie dotyczy środków transportu. Szczególnie zimą w 2016 r. okazało się, że brakuje nowoczesnych rozwiązań w walce z zanieczyszczeniami powietrza, na podstawie badań przeprowadzonych przez organizacje pozarządowe oraz informacji medialnych.¹ Już na początku 2017 r. media informowały mieszkańców, o zjawisku smogu, które wystąpiło w wielu miastach Polski, w tym w Warszawie. Te informacje zmusiły samorządy lokalne do zainteresowania się problemem, aby chronić zdrowie mieszkańców.

Smog powstaje podczas bezwietrznej pogody, kiedy spaliny samochodowe oraz dymy z kominów gospodarstw domowych i zakładów przemysłowych uno-

¹ <https://www.facebook.com/WarszawskiAlarmSmogowy/photos/a.1602251700008564.1073741828.1485730344994034/1903686499865081/?type=3&theater> [data dostępu: 02.06.2017]

szą się nad miastem. Brak wiatru powoduje, że dymy i pyły nie mogą rozprzestrzeniać się do górnych warstw atmosfery budując warstwę hamującą dopływ świeżego powietrza. Istnieją dwie typologie smogu, z uwagi na odmienny skład chemiczny i warunki powstania. W Warszawie wystąpił smog typu londyńskiego zawierający: tlenek siarki(IV), tlenki azotu, tlenki węgla, sadzę oraz trudno opadające pyły. Ten typ smogu najczęściej występuje w okresie jesienno-zimowym, w umiarkowanej strefie klimatycznej. Następuje wtedy inwersja temperatur, czyli zjawisko polegające na tym, że temperatura powietrza wzrasta stopniowo wraz z wysokością, (zazwyczaj temperatura powietrza jest wyższa bliżej powierzchni ziemi).

W zimie na przełomie lat 2016/2017 na różnych portalach informacyjnych społeczności lokalne, mieszkańcy Warszawy i osoby pracujące w tym mieście, mogły zapoznać się z alarmującymi doniesieniami organów ochrony środowiska (Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska – GIOŚ, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska – WIOŚ, Ministerstwa Środowiska) o niebezpiecznych, przekroczonych dopuszczalnych normach stężeniach zanieczyszczonego powietrza. Już w listopadzie 2016 r. portal onet.pl alarmował o trudnościach na drogach, ze względu na ograniczoną widoczność, która spowodowana jest przez smog, a więc zanieczyszczenia zawieszone w wilgotnym powietrzu, tworzące mgłę. Według Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska był to tzw. „smog londyński”, w konsekwencji którego ilość pyłu zawieszonego w powietrzu znacząco wzrosła, co spowodowało obniżenie jakości oddychania i upośledzało wydajność płuc mieszkańców. Zatrważające tempo kumulacji zanieczyszczeń pochodzących z różnych źródeł: z transportu, elektro-wni ciepłowniczych, a przede wszystkim z indywidualnych pieców grzewczych opalanych węglem, skutecznie przyczyniło się do ogłoszenia alarmu smogowego. Ak-

tywiści z organizacji *Warszawa Bez Smogu* na podstawie danych pomiarowych z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ), poinformowali, iż: „dnia 26 listopada 2016 r. na Ursynowie normy były przekroczone o 268%, na Targówku o 320%, a urządzenia pomiarowe w al. Niepodległości wykazały przekroczenia nawet 332%.”² Poza paleniem w piecach zatrważająca była liczebność samochodów, które poruszają się po ulicach stolicy, a tym samym każdego dnia emitują do powietrza spaliny, wydobywające się z silników, które często są pozbawione filtrów środowiskowych. Bardzo często deklaratywna ilość zużycia paliwa przez producenta, jest od 10% do 40% wyższa niż odnotowuje użytkownik samochodu, a więc również jest większa emisja spalin.³ Już w 2012 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) we współpracy z Międzynarodową Agencją Badań nad Rakim (IARC), wydała opinię, iż spaliny diesla wpływają na częstotliwość zachorowań na raka płuc oraz zwiększa ryzyko zachorowań na raka pęcherza moczowego. Źródłem zanieczyszczeń są opary emitowane z silników nie tylko samochodów, ale również lokomotyw spalinowych, statków oraz z agregatów prądotwórczych.⁴ Z szacunków przedstawionych przez Zarząd Dróg Miejskich w ciągu doby porusza się około miliona pojazdów, przemieszczających się po obszarze dzielnic miasta.⁵ Aby stworzyć przepustowe drogi,

- 2 <http://warszawa.onet.pl/warszawa-zniknal-palac-kultury-i-na-uki-to-smog/x2p7b0> [data dostępu: 27.04.2016 r. godz. 15.00]
- 3 Szerzej na ten temat można przeczytać w: <http://wyborcza.biz/biznes/1,100896,20733407,wszyscy-europejscy-producenci-diesli-falszuja-wyniki-emisji.html?disableRedirects=true> [data dostępu 21.03.2017 r. godz. 14.] <http://wyborcza.pl/10,82983,21159566,stacja-warszawa-kierowcy-nie-wierza-ze-smog-powoduja-samochody.html> [data dostępu: 21.03.2017 r. godz. 16]
- 4 <http://tvnmeteo.tvn24.pl/informacje-pogoda/ciekawostki,49/who-diesel-rakotworczy-jak-azbest,48335,1,0.html> [data dostępu: 22.04.2017 r. godz. 9]
- 5 <https://zdm.waw.pl/aktualnosci/miliony-pojazdow-na-drogach> [data dostępu: 01.06.2017 r. godz. 9.]

bardzo często zabiera się grunty zielone do poszerzania dróg, zachęcając niejako do korzystania z większej liczby samochodów. Drogi zajmują około 1% powierzchni Warszawy, która ma powierzchnię 517 km².⁶ Z badań przeprowadzonych w czerwcu 2016 r. wśród użytkowników pojazdów pt. ”Opinie warszawiaków na temat zmian klimatu oraz warunków życia w sąsiedztwie”, wynika, że jedynie 1/3 ankietowanych dostrzegła potrzebę ograniczenia poruszania się samochodami, aby poprawić jakość życia i zdrowia ludzi.⁷ Warto wspomnieć, że pył z samochodów to nie tylko ten wydobywający się z rur wydechowych w procesie spalania, ale również ten powstający ze ścierania klocków hamulcowych, opon i z asfaltu. W okresie zimowym poziom zanieczyszczeń zwiększa się, ze względu na pyły zawarte w piasku i soli, które zmniejszają poślizg samochodów w czasie mrozów i śniegu.⁸ Dlatego, aby zmniejszyć ilość zanieczyszczonego powietrza, warto przywracać do użytkowania obecnie zamknięte i rozbudować istniejące stacje kolejowe dla pociągów dalekobieżnych i podmiejskich. Prace modernizacyjne w Warszawie są przewidziane na lata 2020-2024.⁹

- 6 <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/warszawa-kazdego-dnia-do-miasta-wjezdza-milion-aut-54092.html> [data dostępu: 20.03.2017 r. godz. 12.]
- 7 <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,54420,21140269,zakaz-wjazdu-kopcacych-samochodow-sposobem-na-smog-w-warszawie.html> [data dostępu: 20.01.2017 r. godz. 19]
- Urząd m.st. Warszawy, Biuro Marketingu Miasta, Raport z badania „Opinie warszawiaków na temat zmian klimatu oraz warunków życia w sąsiedztwie”, Warszawa 2016 <http://docplayer.pl/40341868-Opinie-warszawiakov-na-temat-zmian-klimatu-oraz-warunkow-zycia-w-sasiedztwie.html> [data dostępu: 31.05.2017 r. godz. 11]
- 8 <http://tvn.warszawa.tvn24.pl/informacje,news,co-truje-warszawe-w-piatek-powietrze-gorsze-niz-w-czwartek,219727.html> [data dostępu 18.04.2017 r. godz. 19]
- 9 <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,66825,21267481,nowe-stacje-kolejowe-warszawa-stalowa-nie-przesiadkowa-komentarz.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 19.04.2017 r. godz. 11]

Problematyka zanieczyszczonego powietrza w stolicy jest istotnym zagadnieniem do rozwiązania. Globalny charakter zanieczyszczeń wpływa na jakość życia i dobrostan mieszkańców. Toksyczne substancje docierają również z podwarszawskich miejscowości np. z Legionowa. Wynika to z faktu, że w okresie zimowym mieszkańcy domków jednorodzinnych spalają w piecach grzewczych niskiej jakości węgiel, drewno i odpady. Niestety w następstwie takiego działania, środowisko jest skażone, co niekorzystnie wpływa na stan zdrowia mieszkańców. Dr Piotr Dąbrowiecki z Kliniki Chorób Alergologii i Chorób Infekcyjnych z Wojskowego Instytutu Medycznego wraz z grupą pracowników Politechniki Warszawskiej, diagnozowali stan zdrowia mieszkańców Legionowa dwa razy w roku – latem i zimą. W efekcie badań wywnioskowali, że „siarki w kontakcie z wilgotnymi błonami śluzowymi nosa, gardła lub płuc, stają się kwasem siarkowym. To sprawia, że w układzie oddechowym jest ciągły stan zapalny”. Dodatkowo podejrzewali, że sezon grzewczy sprzyja częstości występowania chorób, ze względu na obniżoną ogólną odporność organizmu.¹⁰

Odpowiedzią przedstawicieli Ratusza miasta st. Warszawy jest nowa polityka ogłoszona już 10 stycznia 2017 r., w której deklarowali przeznaczenie części środków finansowych budżetu na ochronę powietrza. W ramach strategii naprawczej planują rozbudowę drugiej linii metra, edukację ekologiczną społeczeństwa, zalecając pedagogom z placówek oświatowych pozostawienie dzieci w budynkach, a więc ograniczenie liczby spacerów i wycieczek szkolnych. Inną formą edukacji były wprowadzone okresowo jednodniowe bezpłatne przejazdy środkami komunikacji miejskiej¹¹

¹⁰ <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,20855026,w-legionowie-powietrze-gorsze-niz-w-centrum-stolicy-zaczyna.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 21.12.2016 r. godz. 13]

¹¹ <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,21119276,w-czwartek-autobusy-tramwaje-i-metro-za-darmo-z>

oraz zwiększenie liczebności rowerów miejskich – Veturilo¹², w celu ograniczenia ilości poruszających się pojazdów węzłami komunikacyjnymi. Warto jednak zwrócić uwagę na konsekwencje jazdy rowerowej zimą, podczas przekroczonych wartości norm pyłu zawieszonego w powietrzu. Ponadto Ratusz planuje pomnożyć wsparcie finansowe przy wymianie pieców grzewczych, aby zmniejszyć ilość toksycznych substancji. Dodatkowo przedstawiciele władzy wyposażyli Straż Miejską w radiowozy laboratoryjne, które są wyposażone we wbudowane najnowocześniejsze systemy kontrolno-pomiarowe, niezbędne do badania cieków wodnych i lokalnego stanu powietrza. Szybka diagnoza stanu środowiska, pozwala upomnieć społeczeństwo, wypisując mandat, w ramach przypomnienia o trwającej kampanii informacyjnej „Oddychaj Warszawo” organizowanej przez władze m.st. Warszawy.¹³ Ponadto przedstawiciele Magistratu miasta rozważają wdrożenie projektu *car sharing* oraz zwiększenie liczby miejsc postojowych na parkingach „Parkuj i jedź”.¹⁴

Mimo zastosowanych środków naprawczych, w ramach polityki antysmogowej, władze pozwalają deweloperom budującym w Warszawie, ograniczać lub całkowicie usuwać kliny napowietrzające, które są do-

- p o w o d u - s m o g u . h t m l ? u t m _ s o u r c e = f a c e b o o k . c o m & u t m _ m e d i u m = S M & u t m _ c a m p a i g n = F B _ W a r s z a w a _ W y b o r c z a & d i s a b l e R e d i r e c t s = t r u e [d a t a d o s t ę p u : 1 3 . 0 3 . 2 0 1 7 r . g o d z . 1 0]

¹² Szerzej na ten temat można przeczytać w: <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,150427,21412608,jazda-na-4-5tys-rowerow-veturilo.html#BoxLokWawLink> [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 13]

¹³ <https://www.google.com/url?hl=pl&q=http://www.um.warszawa.pl/aktualnosci/oddychaj-warszawo-dzia-amy-dla-czystego-powietrza&source=gmail&ust=1494244977845000&usg=AFQjCNHzKF98BLt3fpLgu5t5n8rv1eFp-g> [data dostępu: 23.03.2017 r. godz. 21.15.]

¹⁴ <http://tvnwarszawa.tvn24.pl/informacje,news,nowe-pomysly-na-walkę-ze-smogiem-w-warszawie,222040.html> [data dostępu 01.02.2017 r. godz. 11]

brym źródłem przepustowości powietrza pomiędzy budynkami.¹⁵ Dotychczasowe rozwiązania urbanistyczne pozwalały przedostać się świeżemu powietrzu z terenów zielonych, z peryferii miasta, do wysp ciepła - tzw. betonowych miejsc i drapaczy chmur, które hamują wentylację miasta. O zasadności budowy klinów napowietrzających można znaleźć informacje w planach zagospodarowania miasta już z XX wieku, a więc w okresie charakteryzującym się mniejszą skalą nasilenia zanieczyszczonego powietrza.¹⁶ Tym samym zmienił się charakter i wartość przyrody, ponieważ *zniknęła różnica między tym, co wytworzone a tym, co naturalne - to co naturalne wchłonęła sfera rzeczy wytworzonych. Zarazem totalny artefakt (dzieła ludzkie, które stały się „światem” i jako takie otaczają swoich twórców) stwarza własną „naturę”, to znaczy swoistą dynamiczną konieczność, z którą ludzka wolność musi się zmierzyć w zupełnie nowym sensie* (H. Jonas, s. 35).

Rozpatrując problematykę stanu czystości powietrza w Warszawie, warto zdiagnozować, czy parametry przekroczonych norm są jednakowe w każdej dzielnicy oraz co determinuje ewentualnie pojawiające się rozbieżności między badanymi obszarami. Zgodnie z szacunkami brytyjskiego dziennika „Financial Times” z 2017 r., Polska jest europejską stolicą smogu, bo na liście pięćdziesięciu najbardziej zanieczyszczonych miast, 33 miejscowości leżą na terenie naszego kraju.¹⁷

¹⁵ http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,21241873,marina-mokotow-bedzie-rozbudowana-w-klinie-napowietrzajacym.html?utm_source=facebook.com&utm_medium=SM&utm_campaign=FB_Warszawa_Wyborcza&disableRedirects=true [data dostępu: 24.03.2017 r. godz. 15]

¹⁶ <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,54420,21383472,rozdrapywanie-zielonych-korytarzy.html> [data dostępu: 15.04.2017 r. godz. 20]

¹⁷ Szerzej na ten temat można przeczytać w: <http://tvn24bis.pl/z-kraju,74/zanieczyszczenie-powietrza-w-polsce-gorsze-niz-w-peknie,703865.html> [data dostępu 12.04.2017 r. godz. 11]

Przedstawiciele organizacji *Polski Alarm Smogowy* dokonali analizy, która zobrazowała zaskakujące wyniki – bardziej zanieczyszczone powietrze jest na peryferiach miasta, niż w centrum, czyli w miejscu wysokiego natężenia ruchu pojazdów, ze względu na większy odsetek wysokoemisyjnych, indywidualnych metod ogrzewania domów. Podczas 11 dni obserwacji, stacje pomiarowe rozmieszczone w różnych miejscach, zarejestrowały wyższe stężenie pyłu w Wawrze niż w Śródmieściu, ze względu na permanentne palenie śmieci w paleniskach domowych, mimo zaostrożonych mandatów. W domach jednorodzinnych nie tylko w Wawrze, paliwem grzewczym jest również drewno i węgiel.¹⁸

Dostęp do informacji na temat zanieczyszczonego powietrza

Istnieją wielorakie sposoby monitoringu stanu powietrza. Aby dostęp do informacji był łatwiejszy, przygotowano aplikacje dla użytkowników smartfonów. Społeczeństwo powinno być świadome wartości dopuszczalnych norm poszczególnych związków zawartych w zanieczyszczonym powietrzu.

Istnieje kilka aplikacji mobilnych przyjaznych użytkownikom, które umożliwiają pobieranie danych z Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i obrazowanie zanieczyszczeń: pyłu PM10, pyłu PM2,5, ditlenku siarki (SO₂), ditlenku azotu (NO₂), tlenku węgla (CO), ozonu (O₃), benzenu (C₆H₆), w konkretnej lokalizacji (w postaci mapy lub wykresów). W sytuacji zagrożenia wysyłane są alerty o przekroczonych dopuszczalnych normach zanieczyszczeń powietrza. Aplikacja *Plume*

18 <http://tvn.warszawa.tvn24.pl/informacje,news,smog-na-obrzezach-br-gorszy-niz-w-centrum,220924.html> [data dostępu 12.04.2017 r. godz. 12]

<http://www.polskialarmsmogowy.pl/polski-alarm-smogowy/aktualnosci/szczegoly,smog-w-wawrze-gorszy-niz-w-centrum-warszawy,306.html> [data dostępu 12.04.2017 r. godz. 12]

Air Report określa stopień zanieczyszczenia w postaci grafiki - chmurki, która w sposób symboliczny uśmiechem lub smutkiem odwzorowuje jakość powietrza. Jednak ta aplikacja jest dostępna tylko dla wybranych miast w Polsce: Krakowa, Warszawy, Poznań i Wrocławia. Z kolei aplikacja *Smok Smog* jest dedykowana jedynie do weryfikacji terenów południowej części RP, czyli województw: małopolskiego, śląskiego, opolskiego i dolnośląskiego. Natomiast aplikacja *Kanarek* – korzysta z danych opracowanych ze stacji GIOŚ, LookO2, uwzględniając odpowiednie warunki i normy czystości powietrza sprecyzowane przez WHO, ze szczególną troską o dobrostan biegaczy.¹⁹

Zdaniem *Polskiego Alarmu Smogowego*, Polacy mimo dostępnych aplikacji zaprojektowanych przez stołeczny Ratusz czy przez organy ochrony środowiska, są w niewystarczający sposób informowani o zagrożeniu toksycznymi substancjami. W Polsce obywatele są powiadamiani alertami ostrzegawczymi w mediach, przy stężeniu pyłu PM10 wynoszącym 200 mikrogramów na metr sześcienny, z kolei dla porównania mieszkańcy innych krajów UE – Czech i Węgier – są informowani o zagrożeniu już na poziomie 100 mikrogramów na metr sześcienny, a we Francji alarm smogowy jest ogłoszony już na poziomie 80 mikrogramów na metr sześcienny. Trzeba pamiętać, że pojemność płuc, a także ich odporność na drażliwe czynniki jest jednakowa u wszystkich mieszkańców świata.²⁰

19 <http://www.newsweek.pl/styl-zycia/aplikacje-mobilne-pokazuje-poziom-smogu-i-zanieczyszczen,artykuly,404878,1.html> [data dostępu: 04.05.2017 r. godz. 12]

20 <http://pulmonologia.mp.pl/aktualnosci/152903,polacy-powinni-byc-lepiej-informowani-o-zanieczyszczeniu-powietrza> [data dostępu: 11.04.2017 r. godz. 10]

Skutki zanieczyszczeń powietrza dla środowiska i zdrowia człowieka

Nie ulega wątpliwości, iż stan czystości powietrza wpływa na kondycję psychiczną i fizyczną człowieka. Niezależnie od miejsca zamieszkania występuje duży odsetek osób z niewydolnością płuc i chorobami krążenia. Można to zauważyć czytając dane ze stycznia 2017 r. – w Wojskowym Instytucie Medycznym przy ul. Szaserów w Warszawie odnotowano o 30% więcej pacjentów zgłaszających się z problemem migotania przedsionków. Było to w okresie, w którym stężenie pyłów PM10 na stacji monitoringu powietrza w dzielnicy Warszawy – na Bródnie, wynosił 260 mikrogramów na metr sześcienny.²¹ Warto dodać, że nie był to poziom alarmowy obowiązujący w Polsce. Szacunkowo koszt leczenia i pobytu pacjenta w placówce medycznej w 2015 r. wahał się na poziomie około 6 tysięcy zł.²²

Pyły zawieszone PM10, czyli cząsteczki, które mają rozmiar mniejszy niż 10 mikrometrów atakują górne drogi oddechowe, powodując podrażnienie w gardle. Jego źródłem są przede wszystkim niskoemisyjne formy ogrzewania domów. Drugi typ pyłu określane jako PM2,5 o jeszcze mniejszym rozmiarze drobin (poniżej 2,5 mikrometra), przedostaje się do płuc, a następnie do krwi. Groźny związek styren, zawarty m. in. w dymie powstającym w czasie spalania styropianu czy domowych odpadów, powoduje podrażnienie oczu, zaburza pracę układu pokarmowego, a dodatkowo substancja ta ma działanie rakotwórcze, tak samo jak benzo(a)piren, który również jest zawarty w smogu.²³

21 <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,54420,21326916,smog-w-warszawie-50-proc-wiecej-chorych-przez-zanieczyszczenie.html> [data dostępu: 11.04.2017 r. godz. 10]

22 <http://wyborcza.pl/1,75398,19246944,setki-ofiar-ataku-smogu-w-polsce-ile-nas-to-kosztuje.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 29.04.2017 r. godz. 13]

23 <http://next.gazeta.pl/next/56,150860,21238616,chlorowodor-gdy-palisz-plastikiem,,7.html> [data dostępu: 02.05.2017, godz. 12]

Przeciwdziałanie skutkom smogu

Sposobem na uniknięcie przenikalności toksycznych substancji do organizmu jest korzystanie z masek antysmogowych, dzięki którym znacząco obniża się podwyższone ciśnienie tętnicze, wywołane smogiem. Organizacja *HEAL Polska* zaleca wybór tych egzemplarzy, które są wyposażone w filtr o standardzie HEPA (*High Efficiency Particulate Absorption*), ponieważ zabezpieczają użytkowników przed zanieczyszczeniami o małej frakcji (kurz, dym, bakterie, wirusy). Maska typu FFP3 i N99 (gwarantują zatrzymanie pyłów w 99%) są polecane wszystkim ludziom, którzy mają kontakt z dużym zapyleniem i zadymieniem. Ponadto dobra maska powinna mieć filtr węglowy, który pochłania zanieczyszczenia gazowe, (takie jak np. tlenki azotu). Użytkowanie masek zaleca się rowerzystom, dzieciom i osobom starszym. Aby spełniały swoją rolę i były funkcjonalne, należy co jakiś czas wymieniać filtr.²⁴ Na środku maski powinien być wmontowany zawór, który ma za zadanie odprowadzać wilgoć i parę wodną, powstałą podczas oddychania.²⁵ Według lekarzy, mimo złej jakości powietrza, nie należy zakładać masek dzieciom poniżej 10. roku życia, a także osobom, które mają słabe mięśnie układu oddechowego (przeponę czy mięśnie międzyżebrowe). Osoby, które nie mogą korzystać z masek, a jednocześnie mają problemy ze zdrowiem,

24 <http://healpolska.pl/aktualnosci/maski-antysmogowe-skuteczna-ochrona-zdrowia-czy-jedynie-nowa-moda/> [data dostępu: 24.04.2017 r. godz. 19]

25 Szerzej na ten temat można przeczytać w: <http://www.newsweek.pl/polska/spoleczenstwo/maski-antysmogowe-czy-skuteczne-chronia-przed-smogiem-i-jak-wybrac-najlepsza-artykuly,403257,1.html> [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 8]

<http://krakowskialarmsmogowy.pl/aktualnosci/szczegoly/id/189> [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 13]

http://medica365.pl/maski-antysmogowe,c92.html?utm_source=NM&utm_medium=grafika-artykul-prawakolumna&utm_campaign=maski-antysmogowe-plus [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 10]

powinny tym bardziej korzystać z aplikacji monitorujących stan powietrza.²⁶ W dniach, podczas których występuje duże stężenie smogu, należy pozostać w domu, jednocześnie dbając o dobre uszczelnienie okien. Pracując w budynku warto rozważyć inną formę ochrony zdrowia, czyli zamontowanie nawilżaczy powietrza, które mają wbudowany duży pojemnik na wodę. Takie działanie wpłynie na poprawę stanu wilgotności otoczenia. Dodatkowo niektóre urządzenia wyposażone są w lampy UV, które neutralizują dopływające powietrze od szkodliwych drobnoustrojów, wirusów, bakterii, roztoczy i zarodników grzybów. Zastosowanie jonizatorów powietrza pozwoli zredukować nadmiar jonów dodatnich, które są emitowane z komputerów i innych urządzeń elektrycznych.²⁷

Poza specjalistycznymi urządzeniami do poprawy jakości powietrza w zaciszu domowym, warto wykonać również rośliny doniczkowe. Niektóre gatunki, takie jak: paprocie czy palmy (daktylowiec, fikus, dracena), dzięki swoim aparatom szparkowym, wchłaniają zanieczyszczenia i niektóre bakterie. Warto pamiętać, że ich zdolność do transpiracji, a więc parowania wody z naziemnych części roślin, zwiększa wilgotność powietrza w pomieszczeniach.²⁸

Dobrym rozwiązaniem na poprawę kondycji układu oddechowego jest wyjazd nad morze, niezależnie od pory roku, jednak szczególnie zaleca się to zimą, gdy w całej Polsce, również w górach, stężenie smogu

26 <http://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/nauka/1693834,1,wszystko-co-trzeba-wiedziec-o-maskach-antysmogowych-poradnik-w-trzech-krokach.read> [data dostępu: 24.04.2017 r. godz. 10]

27 <http://www.spidersweb.pl/2017/03/smog-polska-swiat.html> [data dostępu: 30.04.2017 r. godz. 16]

28 <http://www.newsweek.pl/styl-zycia/rosliny-ktore-oczyszczaja-powietrze-ze-smogu,artykuly,404881,1.html> [data dostępu: 22.04.2017 r. godz. 12]

Szerzej na ten temat można przeczytać w: <http://www.zszp.pl/?id=78&lang=1> [data dostępu: 12.05.2017 r. godz. 12]

jest znacząco wysokie. Takie stanowisko potwierdził dr Piotr Dąbrowiecki, alergolog, specjalista chorób wewnętrznych z Wojskowego Instytutu Medycznego, prezes Polskiej Federacji Stowarzyszeń Chorych na Astmę, Alergię i POChP, ze względu na dobroczynne działanie soli morskiej, która działa jak inhalator na górne drogi oddechowe, oczyszczając i nawilżając je. Ze względu na wilgotne powietrze wszelkie alergeny – związki alergizujące, opadają na ziemię, a więc nie unoszą się w powietrzu, nie podrażniając nabłonka, ograniczając reakcje zapalne, czy alergiczne.²⁹

Smog negatywnie wpływa nie tylko na człowieka, ale również na inne organizmy, w tym zwierzęta domowe – psy i koty. Niestety dla czworonogów nie ma masek antysmogowych, a ich podatność na pochłanianie toksycznych substancji znacząco wzrasta, ze względu na bliski, bezpośredni kontakt z nawierzchnią ulic, która jest pokryta pyłem. W jednej z polskich Przychodni Weterynaryjnych Retina w Krakowie, odnotowano zwiększoną częstotliwość zachorowań na zapalenie spojówek i objawy łzawienia, a także podatność kotów na zachorowanie na astmę, ze względu na specyficzną, krótką budowę układu oddechowego.³⁰

Poziom wiedzy nauczycieli na temat zanieczyszczonego powietrza na podstawie badań

Świadomość ekologiczna w węższym znaczeniu to: *wiedza, poglądy i wyobrażenia o środowisku. Natomiast w znaczeniu szerszym -całokształt uznawanych idei, wartości i opinii o środowisku, jako miejscu życia i roz-*

29 <http://wyborcza.pl/TylkoZdrowie/7,137474,21347118,wyjazd-nad-morze-detoks-od-smogu-i-wzmocnienie-odpornosci.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 30.04.2017 r. godz. 21]

30 <http://smoglab.pl/jak-smog-wplywa-na-nasze-psy-i-koty/> [data dostępu: 12.04.2017 r. godz. 11]

woju człowieka, społeczeństwa – A. Papuziński 2006, s. 34-37). Badania podjęte z zakresu weryfikacji potrzeby krzewienia kultury ekologicznej i podejmowania działań indywidualnych i grupowych sprawdzali od 2008 r. m.in. przedstawiciele Instytutu na rzecz Ekorozwoju (INE) i Ministerstwa Środowiska. W niniejszym podrozdziale zostaną przytoczone wyniki własnego badania sondażowego przeprowadzonego w 2017 r. podczas konferencji organizowanej przez Warszawskie Centrum Innowacji Edukacyjno-Społecznych i Szkoleń (WCIES) pt. *Cała prawda o smogu, czyli rzetelna informacja i mądra edukacja*. Zostaną wskazane różnice i podobieństwa w opinii mieszkańców Polski, w stosunku do zdania nauczycieli z m.st. Warszawy, z zakresu poziomu świadomości ekologicznej.

W badaniach przeprowadzonych w 2008 r. przez INE wśród Polaków można zauważyć dominującą grupę wiekową w przedziale 39-45 lat, która postrzegała problemy środowiskowe jako bardzo ważne zagadnienie do rozwiązania, nie tylko w kontekście ich indywidualnego życia, ale również mając na względzie zdrowie pozostałych członków społeczeństwa. Ponadto na podstawie badań przeprowadzanych przez Instytut na rzecz Ekorozwoju wyodrębniła się wiodąca grupa proekologiczna wg regionów naszego kraju – największy odsetek stanowili mieszkańcy centralnej Polski (15%).³¹

Na podstawie przeprowadzonych badań wśród losowo wybranych nauczycieli, którzy uczestniczyli w szkoleniu organizowanym przez WCIES, na temat zjawiska smogu, można wnioskować, iż warszawscy pedagodzy (w przedziale wieku 20-65 lat), posiadają potrzebę podnoszenia wiedzy z zakresu edukacji ekologicznej.

Każdy człowiek, a nauczyciel w szczególności powinien znać podstawowe informacje dotyczące poziomu

dopuszczalnych stężeń zanieczyszczenia powietrza. Jest to istotne, aby zadbać o zdrowie wychowanków organizując, np. wycieczki szkolne. W celu pozyskiwania danych o środowisku, warto sięgać po informacje zawarte na stronie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska lub po prostu zainstalować sobie aplikację na telefon, która zobrazuje skład związków chemicznych zawartych w atmosferze oraz ich wpływ na zdrowie dzieci.³² Na pytanie skierowane do nauczycieli skąd czerpią wiedzę na temat poziomu zanieczyszczenia powietrza, prawie połowa stwierdziła, że dowiaduje się o jakości powietrza z wiadomości telewizyjnych lub artykułów prasowych, dopiero wtedy, gdy zagrożenie jest nagłośnione medialnie.

Dla porównania, Ministerstwo Środowiska przeprowadziło w 2013 r. ankietę wśród mieszkańców Polski, w której ponad ¾ respondentów również przyznało się, że nie poszukuje dodatkowych informacji o stanie środowiska, poza informacjami zamieszczonymi w urzędach, czy w Biuletynie Informacji Publicznej.³³

W wyniku badania sondażowego przeprowadzonego w Warszawskim Centrum Innowacji Edukacyjno-Społecznych i Szkoleń, można wnioskować, że stołeczni pedagodzy są świadomi istnienia różnych typów zagrożeń, które powodują zanieczyszczenia powietrza.

32 Aplikacje na telefon można ściągnąć z następujących stron: [data dostępu 01.06.2017 r.] <http://powietrze.zm.org.pl/>

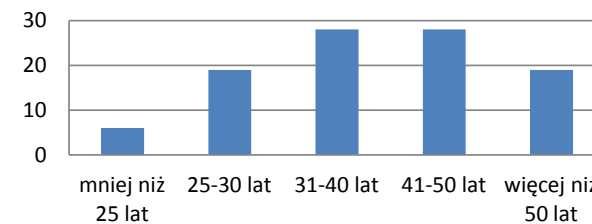
<http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/show/1000497>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.anddev.polishairpollution&hl=pl>

<https://itunes.apple.com/pl/app/jakosc-powietrza-w-polsce/id1072036124?l=pl&mt=8>

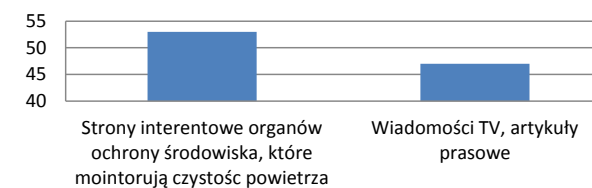
<https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.tajchert.canary&hl=pl>

33 *Badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski. Badanie trackingowe – pomiar: październik 2013* Raport PBS przygotowany dla Ministerstwa Środowiska Sopot, 28 października 2013, s. 10-13.



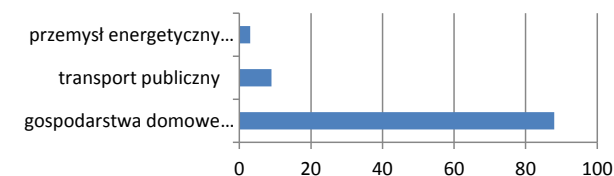
Wykres nr 1: Struktura wieku badanych [%]

Źródło: oprac. własne, A. Falkowska, na podstawie przeprowadzonych badań dnia 9.03.2017 r.



Wykres nr 2: Źródła pozyskiwania danych o środowisku [%]

Źródło: oprac. własne, A. Falkowska, na podstawie przeprowadzonych badań dnia 9.03.2017 r.



Wykres nr 3: Działania człowieka powodujące zanieczyszczenie powietrza [%]

Źródło: oprac. własne, A. Falkowska, na podstawie przeprowadzonych badań dnia 9.03.2017 r.

31 A. Bołtromiuk, *Polacy w zwierciadle ekologicznym. Raport z badań nad świadomością ekologiczną Polaków w 2008 r.*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2008, s. 6.

Wśród 88% badanych, najczęściej wskazywano odpowiedź, że szkodliwe substancje powodujące zjawisko smogu pochodzą z gospodarstw domowych, ze względu na używanie kotłów i pieców węglowych oraz spalania odpadów.

Z badań INE wynika, że w 2013 r. respondenci obwiniali za zanieczyszczone powietrze duże obiekty energetycznego spalania i emisję pochodzącą z transportu samochodowego. Jednocześnie ponad połowa badanych popierała pomysł wymiany starych pieców węglowych na piece proekologiczne oraz popularyzację zastosowania odnawialnych źródeł energii.³⁴

Poziom edukacji ekologicznej według badanych nauczycieli

Obecność pedagogów na szkoleniu świadczy o tym, iż mają oni świadomość konieczności krzewienia kultury ekologicznej wśród uczniów społeczności lokalnej Warszawy. Na pytanie czy każdy ma prawo dostępu do informacji z zakresu stanu jakości środowiska, większość badanych (97%) odpowiedziało twierdząco, ale tylko jedna osoba była odmiennego zdania. Ponadto na podstawie odpowiedzi udzielonych na wszystkie pytania, można wysnuć tezę, iż respondenci uważają, że społeczność lokalna powinna być świadoma obowiązku przestrzegania norm prawa z zakresu dopuszczalnych stężeń zanieczyszczonego powietrza oraz dbać o dobrą jakość środowiska.

Z kolei ankietowani, którzy wzięli udział w badaniu przeprowadzonym przez INE w 2008 r. wynika, iż 54% respondentów zwróciło szczególną uwagę na potrzebę zwiększenia środków finansowych na rozwój gospodarki i ochronę środowiska. Ale co piąty badany uznał wyższość ochrony środowiska nad wzrostem gospo-

³⁴ Ibidem.

darczym, ze względu na konieczność ograniczenia konsumpcjonizmu.³⁵

Respondenci badani podczas konferencji w WCIES w 2017 r. są świadomi, że zagadnienie zanieczyszczonego środowiska powinna być rozwiązana w ujęciu holi- stycznym. Przeważająca część (78% osób postrzega stan jakości powietrza jako problem: indywidualny, lokalny oraz globalny. Pozostali uczestnicy stanowiący 22% postrzegają te zjawisko jako kwestię do rozwiązania w wymiarze indywidualnym lub lokalnym. Omawiany temat dotyczy całego globu, więc działania naprawcze powinny jednoczyć każdą grupę społeczną, aby zrealizować wspólny cel – poprawić czystość powietrza. Podobne pytania zadano respondentom, tj. mieszkańcom Polski w 2013 r. Porównując dane zebrane w 2017 r. w czasie badania pilotażowego, z danymi z 2013 r. można odnotować większe zainteresowanie ogólnospołeczne prawidłowym zachowaniem ekologicznym niż w 2013 r.³⁶ Każdy z badanych respondentów podczas konferencji dla nauczycieli w WCIES deklarował, że jest świadomy tego, że tylko kompleksowa edukacja ekologiczna pozwoli poprawić stan środowiska przyrodniczego. Uczestnicy najczęściej wskazywali na małą liczbę praktycznych działań edukacyjnych (59% ankietowanych). Ponadto pedagodzy uważali, że barierę stanowią zbyt małe nakłady finansowe, które obecnie starczą prze- ważnie na organizację jedynie wykładów czy dyskusji. Natomiast brakuje wsparcia aktywnych działań edu- kacyjnych dla młodzieży i społeczeństwa.

Zasadność łączenia treści prośrodowiskowych z pe- dagogiką podkreślał Zbigniew Kwieciński, który badał relacje wychowawcze w środowisku życia jednostek, na które składa się otoczenie, czyli warunki egzystencji.

³⁵ A. Bołtromiuk, *Polacy w zwierciadle ekologicznym...*, s. 19.

³⁶ Raport PBS przygotowany dla Ministerstwa Środowiska, *Badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski Bada- nie trackingowe – pomiar: październik 2013 Sopot, 28 październi- ka 2013*, s. 63.

Pedagogika ekologiczna pozwala aktywizować społeczeństwo i rozwój w dążeniu do podnoszenia poziomu świadomości i twórczości w perspektywie długofalowej (Rembierz, 2014).³⁷

Podsumowanie

Analiza wyników sondażu pozwoliła na wysunięcie tezy, że pedagog w XXI wieku, powinien znać nie tylko podstawy dydaktyki przedmiotowej i posiadać kierunkową wiedzę z zakresu prowadzonego przedmiotu (przyrody), ale również rozwijać erudycję w aspekcie podstaw prawa ochrony środowiska i świadomości konsekwencji zdrowotnych oddychania toksycznymi substancjami. Nauczyciele będący częścią społeczności metropolii warszawskiej, mają do spełnienia olbrzymią rolę w edukacji ekologicznej społeczeństwa. Jednak jak wynika z badań, oni sami wymagają permanentnego doskonalenia w tej dziedzinie, aby mogli stać się animatorami ochrony środowiska, a tym samym działań prozdrowotnych dla człowieka. A. Klinowska zauważyła, że konieczne jest włączenie zagadnienia edukacji ekologicznej w kontekście zrównoważonego rozwoju do programu nauczania studentów pedagogiki. Dodatkowo podkreśla, że każda grupa zawodowa powinna kształtować kulturę ekologiczną (A. Kalinowska, 2006, L. Tuszyńska 2016).³⁸

³⁷ M. Rembierz, *Pedagogiczny potencjał i edukacyjne wyzwania krytycznej ekologii – o dwoistości pedagogiczno-ekologicznych tropów Papieża Franciszka w kontekście pedagogicznego przesłania Heleny Radlińskiej*, s. 38-39, w: *Rocznik Naukowy Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy* Nr 9 (2014), *Transdyscyplinarne studia o kulturze (i) edukacji* (s. 29-62).

³⁸ A. Kalinowska, *Edukacja dla zrównoważonego rozwoju w Polsce – stan i wyzwania*, w: Instytut na rzecz Ekorozwoju, *Ocena efektywności edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju – sposoby podejścia i strategie wdrażania*, Warszawa 2006, s. 31, 34. L. Tuszyńska (red.), *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w kształceniu nauczycieli klas początkowych*, Wyd. APS, Warszawa 2016.

Nauki pedagogiczne od dawna czerpią wiedzę z psychologii i socjologii. Warto w dobie XXI wieku włączać też elementy wiedzy z dziedziny ochrony środowiska, aby rozwijać nurt edukacji ekologicznej, niezbędnej w okresie wysokiego konsumpcjonizmu i degradacji przyrody. Na zakończenie warto poddać refleksji obecny zły stan środowiska oraz jego konsekwencje dla przyszłych pokoleń: „Ważnym zadaniem jest dziś troska o przyrodę, bowiem degradacja środowiska staje się jednym z największych wyzwań, które przed nami stoją. Czy ludzkość nie popełnia samobójstwa poprzez masowe i despotyczne użytkowanie natury?”³⁹

Literatura

- Bołtromiuk A., *Polacy w zwierciadle ekologicznym. Raport z badań nad świadomością ekologiczną Polaków w 2008 r.*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2008.
- Jonas H., *Zasada odpowiedzialności*, Wyd. PLATAN, Kraków 1996.
- Kalinowska A., *Edukacja dla zrównoważonego rozwoju w Polsce - stan i wyzwania*, w: Instytut na rzecz Ekorozwoju, *Ocena efektywności edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju - sposoby podejścia i strategię wdrażania*, Warszawa 2006.
- Lalak D., Pilch T. (red.), *Elementarne pojęcia pedagogiki społecznej i pracy socjalnej*, Wydawnictwo Akademickie Żak, Warszawa 1999.
- Miasto Stołeczne Warszawa Biuro Marketingu Miasta, *Raport z badania. Opinie warszawiaków na temat zmian klimat oraz warunków życia w sąsiedztwie*, Warszawa 2016.
- Papuziński A., *Świadomość ekologiczna w świetle teorii i praktyki (Zarys politologicznego modelu świadomości ekologicznej)*, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Problematyka Ekorozwoju 2006, vol. 1, No. 1.
- Raport PBS przygotowany dla Ministerstwa Środowiska, *Badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski. Badanie trackingowe - pomiar: październik 2013, Sopot 28 października 2013*.
- Tuszyńska L. (red.), *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w kształceniu nauczycieli klas początkowych*, Wyd. APS, Warszawa 2016.
- Wolter E., *Środowisko jako kategoria pedagogiczno-ekologiczna*, Uni-

- wersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Forum Pedagogiczne UKSW 1/2011.
- Rembierz M., *Pedagogiczny potencjał i edukacyjne wyzwania krytycznej ekologii - o dwoistości pedagogiczno-ekologicznych tropów Papieża Franciszka w kontekście pedagogicznego przesłania Heleny Radlińskiej*, w: Rocznik Naukowy Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy Nr 9 (2014), Transdyscyplinarne studia o kulturze (i) edukacji (s. 29-62).

Netografia

- <http://tvnwarszawa.tvn24.pl/informacje,news,smog-moze-utrzymac-sie-do-wtorku,221248.html> [data dostępu: 23.04.2017 r. godz. 15]
- <http://warszawa.onet.pl/warszawa-z-niknal-palac-kultury-i-nauki-to-smog/x2p7b0> [data dostępu: 27.04.2016 r. godz. 15.00]
- <http://wyborcza.biz/biznes/1,100896,20733407,wszyscy-europejscy-producenci-diesli-falszuja-wyniki-emisji.html?disableRedirects=true> [data dostępu 21.03.2017 r. godz. 14.]
- <http://wyborcza.pl/10,82983,21159566,stacja-warszawa-kierowcy-nie-wierza-ze-smog-powoduja-samochody.html> [data dostępu: 21.03.2017 r. godz. 16]
- <http://tvnmeteo.tvn24.pl/informacje-pogoda/ciekawostki,49/who-diesel-rakotworczy-jak-azbest,48335,1,0.html> [data dostępu: 22.04.2017 r. godz. 9]
- <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/warszawa-kazdego-dnia-do-miasta-wjezdza-milion-aut-54092.html> [data dostępu: 20.03.2017 r. godz. 12.]
- <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,54420,21140269,zakaz-wjazdu-kopcaczy-samochodow-sposobem-na-smog-w-warszawie.html> [data dostępu: 20.01.2017 r. godz. 11]
- <http://tvnwarszawa.tvn24.pl/informacje,news,co-truje-warszawe-w-piatek-powietrze-gorsze-niz-w-czwartek,219727.html> [data dostępu 18.04.2017 r. godz. 19]
- <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,66825,21267481,nowe-stacje-kolejowe-warszawa-stalowa-nie-przesiadkowa-komentarz.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 19.04.2017 r. godz. 11]
- <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,20855026,w-legionowie-powietrze-gorsze-niz-w-centrum-stolicy-zaczyna.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 21.12.2016 r. godz. 13]
- http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,21119276,w-czwartek-autobusy-tramwaje-i-metro-za-darmo-z-powodu-smogu.html?utm_source=facebook.com&utm_medium=SM&utm_campaign=FB_Warszawa_Wyborcza&disableRedirects=true [data dostępu: 13.03.2017 r. godz. 10]

- <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,150427,21412608,jazda-na-4-5tys-rowerow-veturilo.html#BoxLokWawLink> [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 13]
- <https://www.google.com/url?hl=pl&q=http://www.um.warszawa.pl/aktualnosci/oddychaj-warszawo-dzia-amy-dla-czystego-powietrza&source=gmail&ust=1494244977845000&usg=AFQjCNHzK F98BLt3fpLgu5t5n8rv1eFp-g> [data dostępu: 23.03.2017 r. godz. 21.15.]
- <http://tvnwarszawa.tvn24.pl/informacje,news,nowe-pomysly-na-walke-ze-smogiem-w-warszawie,222040.html> [data dostępu 01.02.2017 r. godz. 11]
- http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,21241873,marina-mokotow-bedzie-rozbudowana-w-klinie-napowietrzajacym.html?utm_source=facebook.com&utm_medium=SM&utm_campaign=FB_Warszawa_Wyborcza&disableRedirects=true [data dostępu: 24.03.2017 r. godz. 15]
- <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,54420,21383472,rozdra-pywanie-zielonych-korytarzy.html> [data dostępu: 15.04.2017 r. godz. 20]
- <http://tvn24bis.pl/z-kraju,74/zanieczyszczenie-powietrza-w-polsce-gorsze-niz-w-pekiniu,703865.html> [data dostępu 12.04.2017 r. godz. 11]
- <http://tvnwarszawa.tvn24.pl/informacje,news,smog-na-obrzezach-br-gorszy-niz-w-centrum,220924.html> [data dostępu 12.04.2017 r. godz. 12]
- <http://www.polskialarmsmogowy.pl/polski-alarm-smogowy/aktualnosci/szczegoly-powietrze-na-warszawskiej-sadybie-duzo-gorsze-niz-na-ursynowie--az-do-380-dopuszczalnej-normy,366.html> [data dostępu: 29.03.2017 r. godz. 12]
- <http://www.newsweek.pl/styl-zycia/aplikacje-mobilne-pokazujace-poziom-smogu-i-zanieczyszczen,artykuly,404878,1.html> [data dostępu: 04.05.2017 r. godz. 12]
- <http://pulmonologia.mp.pl/aktualnosci/152903,polacy-powinni-by-lepiej-informowani-o-zanieczyszczeniu-powietrza> [data dostępu: 11.04.2017 r. godz. 10]
- <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,54420,21326916,smog-w-warszawie-50-proc-wiecej-chorych-przez-zanieczyszczenie.html> [data dostępu: 11.04.2017 r. godz. 10]
- <http://wyborcza.pl/1,75398,19246944,setki-ofiar-ataku-smogu-w-polsce-ile-nas-to-kosztuje.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 29.04.2017 r. godz. 13]
- <http://next.gazeta.pl/next/56,150860,21238616,chlorowodor-gdy-palisz-plastikiem,,7.html> [data dostępu: 02.05.2017 r. godz. 12]
- <http://healpolka.pl/aktualnosci/maski-antysmogowe-skuteczna-ochrona-zdrowia-czy-jedynie-nowa-moda/> [data dostępu: 24.04.2017 r. godz. 19]
- [³⁹ Słowa Papieża Franciszka wypowiedziane podczas wywiadu dla argentyńskiego tygodnika „Viva”, w dniu 27.07.2016 r.](http://www.newsweek.pl/polska/spoleczenstwo/maski-</p>
</div>
<div data-bbox=)

-antysmogowe-czy-skuteczne-chronia-przed-smogiem-i-jak-wybrac-najlepsza-,artykuly,403257,1.html [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 8]
<http://krakowskialarmsmogowy.pl/aktualnosci/szczegoly/id/189> [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 13]
http://medica365.pl/maski-antysmogowe,c92.html?utm_source=NM&utm_medium=grafika-artykul-prawa-kolumna&utm_campaign=maski-antysmogowe-plus [data dostępu: 21.04.2017 r. godz. 10]
<http://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/nauka/1693834,1,wszystko-co-trzeba-wiedziec-o-maskach-antysmogowych-poradnik-w-trzech-krokach.read> [data dostępu: 24.04.2017 r. godz. 10]
<http://www.spidersweb.pl/2017/03/smog-polska-swiat.html> [data dostępu: 30.04.2017 r. godz. 16]
<http://www.newsweek.pl/styl-zycia/rosliny-ktore-oczyszczaja-powietrze-ze-smogu,artykuly,404881,1.html> [data dostępu: 22.04.2017 r. godz. 12]
<http://www.zszp.pl/?id=78&lang=1> [data dostępu: 12.05.2017 r. godz. 12]
http://wyborcza.pl/TylkoZdrowie/1,137474,19096233,9-powodow-dla-ktorych-nie-warto-siedziec-przy-kominku.html?utm_source=facebook.com&utm_medium=SM&utm_campaign=FB_Gazeta_Wyborcza [data dostępu: 05.05.2017 r. godz. 10]
<http://wyborcza.pl/TylkoZdrowie/7,137474,21347118,wyjazd-nad-morze-detoks-od-smogu-i-wzmocnienie-odpornosci.html?disableRedirects=true> [data dostępu: 30.04.2017 r. godz. 21]
<http://smoglab.pl/jak-smog-wplywa-na-nasze-psy-i-koty/> [data dostępu: 12.04.2017 r. godz. 11]
 Aplikacje na telefon można ściągnąć z następujących stron: [data dostępu 01.06.2017 r.] <http://powietrze.zm.org.pl/>
<http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/show/1000497>
<https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.anddev.polishairpollution&hl=pl>

The phenomenon of smog in the consciousness of Warsaw teachers

Ligia Tuszyńska, Anna Falkowska

At the turn of 2016 smog in Warsaw and many other cities in Poland reached disturbing levels. For the first time, people could feel the effect of smog on their bodies and could notice effects breathing in contaminated air had on their health. This article presents statistics on the state Warsaw was in compared to other cities based on reports of the Minister of the Environment. In this article, attention has been paid to the access the public has to information on air quality through the media, local governments, and NGOs in Warsaw. A diagnostic survey was conducted in a group of educators attending the conference, entitled “The whole truth about smog” organized by the Warsaw Center for Educational and Social Innovation and Training. The questionnaire examined the ecological awareness of teachers of Warsaw, as representatives of the local community and their role as educators in the strive for sustainability, for example by animating environment-oriented activities. The survey showed that science teachers still need training in this regard, and above all to become aware of the need for lifelong learning.

Key words: smog, air pollution, health, inhabitants of Warsaw, ecological education

IV Studencka Konferencja Biologii Medycznej „Biofuzje” 2019

Redakcja

W imieniu wszystkich członków Studenckiego Koła Naukowego Biologii Medycznej „Antidotum” oraz Uniwersytetu Warszawskiego zapraszamy na konferencję „Biofuzje”, którą kwartalnik EBiŚ objął patronatem. Konferencja odbędzie się w dniach 24-26 maja 2019 roku na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Członkowie koła „Antidotum” biorą aktywnie udział w popularyzacji nauki (wielokrotnie występowała na Nocy Biologów, Festiwalu Nauki, Pikniku Naukowym czy Dniach Uniwersytetu Warszawskiego). Ideą istnienia koła naukowego jest rozwój i wsparcie młodych naukowców na początku ich kariery.

W 2014 roku „Antidotum” zostało wyróżnione spośród 6000 kół naukowych z całej Polski w konkur-

sie „StRuNa” realizowanym pod patronatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Konferencja „Biofuzje” jest interdyscyplinarną konferencją naukową, której poprzednie edycje cieszyły się wielkim zainteresowaniem. Jest ona skierowana do studentów i młodych naukowców zainteresowanych zagadnieniami z pogranicza biologii i medycyny – w szczególności genetyką medyczną, immunologią i nowotworzeniem, chorobami cywilizacyjnymi oraz komórkami macierzystymi. W tej edycji konferencji dodatkowo przyszli i obecni badacze będą mieli możliwość udziału w warsztatach.

Pozwalamy sobie wyrazić nadzieję, że tegoroczna edycja będzie wyjątkowa i okaże się miejscem twórczej wymiany poglądów, która połączy ekspertów, młodszych pracowników nauki jak i studentów.

**IV STUDENCKA KONFERENCJA
BIOLOGII MEDYCZNEJ**
24-26 maja 2019 • Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski



XXIII Konferencja Dydaktyków Przedmiotów Przyrodniczych – zaproszenie

Alicja Walosik

„Aktywna edukacja drogą do zrozumienia przyrody”

Pracownicy Zakładu Dydaktyki Nauk Przyrodniczych Instytutu Biologii Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie oraz Sekcja Dydaktyki Biologii Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika zapraszają wszystkich zainteresowanych problematyką kształcenia przyrodniczego na wszystkich szczeblach edukacji do udziału w XXIII Krajowej Konferencji Dydaktyków Przedmiotów Przyrodniczych.

Konferencja odbędzie się w dniach 24-26 września 2019 r., w miejscowości Jaworze koło Bielska Białej, w Centrum Zdrowia i Rehabilitacji – Villa Barbara oraz Muzeum Flory i Fauny Morskiej i Śródlądowej. Ramowy plan konferencji:

- 24 września 2019 r. godz. 12.00-18.00 – rozpoczęcie konferencji, wykłady plenarne oraz sesja plakatowa,
- 25 września 2019 r. – zajęcia terenowe oraz obrady w Muzeum Flory i Fauny Morskiej i Śródlądowej w Jaworzu,
- 26 września 2019 r. godz. 9.00-14.00 – obrady w sekcjach oraz zakończenie konferencji.

Szczegółowe informacje dotyczące konferencji znajdują się na stronie dydaktyka20.up.krakow.pl

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO

XIV Międzynarodowa Interdyscyplinarna Konferencja „Current Environmental Issues – 2019”

Redakcja

W imieniu Wydziału Biologiczno-Chemicznego w Białymstoku oraz redakcji kwartalnika EBiŚ zapraszamy wszystkich zajmujących się oceną stanu środowiska przyrodniczego (biologów, ekologów, ekonomistów, chemików analityków) do udziału w XIV Międzynarodowej interdyscyplinarnej konferencji „Current Environmental Issues – 2019”, która odbędzie się w dniach 24-26 września 2019 r. na Wydziale Biologiczno-Chemicznym Uniwersytetu w Białymstoku. Wcześniejsze edycje tego wydarzenia były organizowane przez Grodzieński Uniwersytet Państwowy im. Janki Kupały w Grodnie (Białoruś).

Głównym celem konferencji jest przedstawienie współczesnych problemów związanych z szeroko pojętą ochroną zasobów przyrodniczych oraz bogactw naturalnych, ich eksploatacji w kontekście ochrony oraz zrównoważonego rozwoju. Prezentowane na konferencji referaty oraz komunikaty będą stanowić punkt wyjścia do dyskusji na temat stanu środowiska w strefach nadgranicznych, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów leżących na granicy Unii Europejskiej oraz państw nienależących do Unii, problemów związanych z transgraniczną migracją zanieczyszczeń (szczególnie wód i powietrza) oraz możliwości podjęcia wspólnych inicjatyw mających na celu ochronę cennych przyrodniczo obszarów nadgranicznych.

Konferencja jest platformą do podjęcia międzynarodowej dyskusji pomiędzy naukowcami zajmującymi się

ochroną środowiska, ekologami oraz przedstawicielami instytucji państwowych i przedsiębiorstw eksploatujących zasoby przyrodnicze (gospodarstwa rolne, oczyszczalnie ścieków, wodociągi) na temat sposobów zapewnienia jak najbardziej efektywnych sposobów ochrony przyrody.

Konferencja ma charakter naukowo-aplikacyjny. Obrady będą odbywać się w następujących sekcjach:

- Zrównoważone użytkowanie i ochrona flory;
- Zrównoważone użytkowanie i ochrona fauny;
- Biochemia ekologiczna, fizjologia i medycyna;
- Technologie żywnościowe dla zrównoważonego rozwoju;
- Monitorowanie zanieczyszczenia powietrza i zarządzanie działaniami na rzecz środowiska;
- Racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych i oczyszczanie ścieków;
- Racjonalne wykorzystanie zasobów ziemi i rekultywacja terenów zagrożonych;
- Edukacja ekologiczna na rzecz zrównoważonego rozwoju.

Dodatkowo planowany jest panel dyskusyjny dotyczący problemów związanych z transgraniczną migracją zanieczyszczeń wód i powietrza oraz sposobów ich rozwiązywania. Wszystkie osoby zainteresowane konferencją mogą wejść na stronę internetową cei2019.pl w celu uzyskania szczegółowych informacji.

Uprawa odmian rzepaku przez uczniów liceów ogólnokształcących w ramach edukacyjnej części projektu badawczego

Violetta K. Macioszek, Andrzej K. Kononowicz

Projekt badawczy

Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego otrzymał w 2015 roku konsorcyjny projekt badawczy pt. „Mechanistyczna analiza ilościowa odporności na choroby roślin z rodzaju *Brassica* poprzez asocjacyjną transkryptomikę” (akronim MAQBAT), którego polska część była kierowana przez prof. dr hab. Andrzeja Kononowicza i finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt w ramach programu ERA-CAPS 2nd Call realizowało sześć jednostek naukowych z Wielkiej Brytanii, Niemiec, Dani, Holan-



dr Violetta K. Macioszek:

Zakład Fizjologii Roślin, Wydział Biologiczno-Chemiczny, Uniwersytet w Białymstoku



prof. dr hab. Andrzej K. Kononowicz:

Katedra Ekofizjologii Roślin, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

dii i Polski oraz niemiecka firma nasiennicza. Projekt opierał się na badaniach z zakresu fitopatologii, fizjologii i biochemii roślin, biologii molekularnej roślin oraz bioinformatyki i miał na celu poszukiwanie mechanizmów odporności rzepaku na powszechnie występujące choroby wywołane przez patogenne grzyby.

Dlaczego rzepak?

Rzepak (*Brassica napus*) jest powszechnie uprawiany w całej Europie ze względu na wykorzystanie jego nasion do produkcji olejów jadalnych. W Polsce uprawia się zarówno rzepak jary jak i ozimy. Jednak jego uprawy są atakowane przez patogeny (bakterie i grzyby) wywołujące m.in. czerń krzyżowych (*Alternaria sp.*), szarą zgniliznę (*Botrytis cinerea*), zgniliznę twardzikową (*Sclerotinia sclerotiorum*), suchą zgniliznę kapustnych (*Phoma lingam*) i szkodniki, co powoduje często

znaczne straty w uprawach. Poszukiwanie odmian roślin uprawnych, nie tylko rzepaku, odpornych na choroby jest związane z szeroko zakrojonymi badaniami z zakresu biotechnologii roślin.

Część edukacyjna projektu

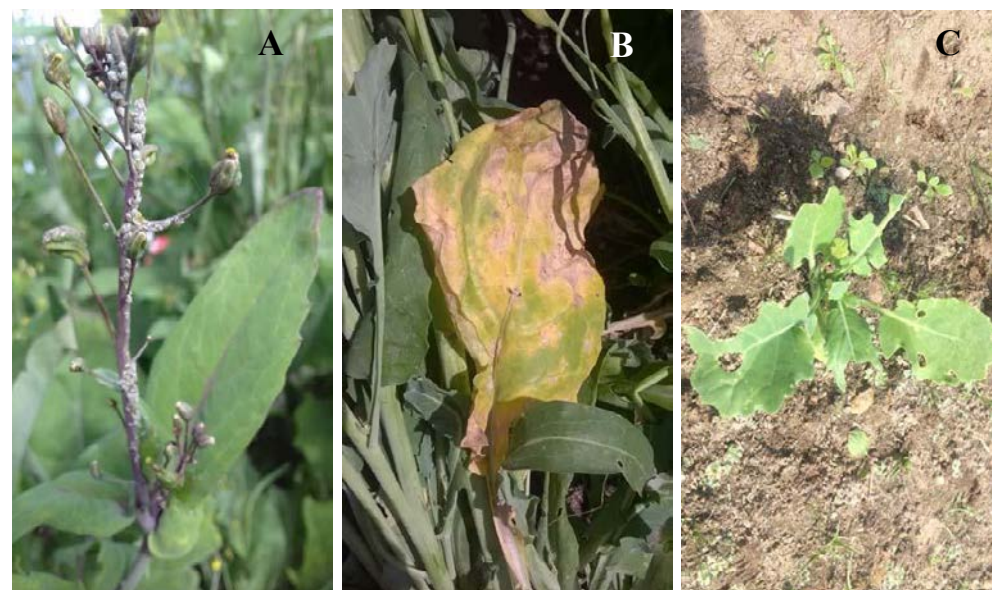
Partnerzy konsorcjum naukowego postanowili również przeprowadzić edukacyjną część projektu, do której strona polska zaprosiła pięć szkół z woj. łódzkiego: I Liceum Ogólnokształcące im. Śniadeckiego w Pabianicach, I Liceum Ogólnokształcące im. B. Chrobrego w Piotrkowie Trybunalskim, Liceum Ogólnokształcące im. M. Konopnickiej w Poddębicach, II Liceum Ogólnokształcące im. S. Żeromskiego w Sieradzu oraz II Liceum Ogólnokształcące im. S. Żeromskiego w Tomaszowie Mazowieckim. W części edukacyjnej projektu w latach 2015-2018 w danym roku szkolnym brało

Fot. 1. Uszkodzenia uprawianych odmian rzepaku obserwowane przez uczniów

A. łuszczyzny oblepione mszycami (fot. Patrycja Owczarek, Poddębice);

B. objawy porażenia grzybem (fot. Izabela Jarek, Poddębice);

C. młoda roślina uszkodzona przez ślimaki (fot. Joanna Strzelczyk, Pabianice)



udział trzech uczniów z każdej szkoły z klasy o profilu biologiczno-chemicznym pod opieką nauczyciela biologii. Łącznie w całym programie wzięło udział 45 uczniów.

Głównym celem części edukacyjnej projektu MAQBAT było przedstawienie uczniom pracy naukowca-biologa w uczelni wyższej, sprawdzenie swoich możliwości zarówno w pracy laboratoryjnej, jak i pracy polowej, zachęcenie uczniów do podejmowania w przyszłości pracy naukowej a także zainteresowanie ich szeroko rozumianą biotechnologią roślin. Ten cel został osiągnięty poprzez realizację autorskiego programu dr Violetty Macioszek na wykładach i zajęciach laboratoryjnych, w trakcie których każdy z uczniów przeprowadzał m.in. izolację i elektroforezę DNA z roślin, izolację i ocenę spektrofotometryczną barwników asymilacyjnych oraz związków fenolowych, metodami i przy użyciu narzędzi i urządzeń (pipeta automatyczna, pHometr, wirówka laboratoryjna, spektrofotometr) stosowanych standardowo w laboratoriach. Przede wszystkim jednak, uczniowie mieli za zadanie w okresie od kwietnia do końca czerwca uprawę pięciu odmian rzepaku jarego: Sobotkowski, Bronowski, Brutor, Duplo i Mazowiecki w ogródkach przyszkolnych. Uczniowie otrzymali ok. 20 dwutygodniowych siewek każdej z odmian. Po upływie dwutygodniowej aklimatyzacji w miejscu zasadzenia, uczniowie przeprowadzali cotygodniowe pomiary wysokości i liczby liści poszczególnych roślin, a także pomiary parametrów gleby tj. pH i temperaturę oraz obserwację zmian w morfologii roślin zachodzących pod wpływem czynników pogodowych i biotycznych. Rośliny pod koniec czerwca osiągały stadium łuszczyny, były wysokie i miały bardzo dużo liści, co często utrudniało pomiary. Wszystkie wyniki otrzymane przez uczniów były skrupulatnie zapisywane przez nich w notesach laboratoryjnych i następnie przekazywane do analizy. Pomimo różnych trudności w prowadze-



Fot. 2. Uczniowie z edycji programu edukacyjnego w 2017 roku z plakatem przedstawiającym ich wyniki

Fot.: mgr Sylwia Sujecka, Pabianice.

niu upraw, np. część młodych roślin została zniszczona przez króliki i ślimaki, niektóre rośliny słabo rosły itd., uczniowie wykazali dużo determinacji i cierpliwości, tak przecież koniecznych w pracy każdego badacza.

Podsumowanie programu edukacyjnego

Podjęcie przez uczniów pracy w małych, trzyosobowych zespołach pod opieką nauczyciela przyniosło wymierne rezultaty. Wyniki otrzymane przez uczniów w 2016 i 2017 roku były przedstawiane na spotkaniach konsorcyjnych w Wielkiej Brytanii i Danii i należy podkreślić, że realizacja części edukacyjnej wzbudziła podziw u kolegów z jednostek naukowych z innych krajów. Program edukacyjny wywołał również zainteresowanie lokalnych mediów: udzielono kilku wywiadów opublikowanych w lokalnej prasie (m.in. w Dzienniku Łódzkim) i nawet wyemitowano krótki wywiad w Wiadomościach Dnia w TVP Łódź. Ponadto, otrzymane wyniki zostały również przedstawione w formie plakatu podczas Asian Conference on Plant Pathology w Korei Południowej we wrześniu 2017 roku.

Podziękowania

Autorzy serdecznie dziękują Nauczycielkom biologii Pani mgr Bogumile Janczak-Pawlak (Sieradz), Pani mgr Dorocie Witaszczyk (Poddębice), Pani mgr Sylwii Sujeckiej (Pabianice), Pani mgr Kindze Marcińczak (Tomaszów Mazowiecki) i Pani dr Izabeli Masłowskiej (Piotrków Trybunalski) za poświęcenie swojego czasu i pełne entuzjazmu zaangażowanie w realizację części edukacyjnej projektu MAQBAT. Podziękowania należą się wszystkim Uczniom, szczególnie za wysiłek włożony w wykonanie części polowej doświadczeń.