

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

2(76) | 2021



Doświadczanie przyrody

**Eksperymenty
w nauczaniu
chemii i biologii**

**Budowa i funkcja
narządu wzroku.
Karta pracy**

**Poznaj – Polubisz.
Muszka owocowa**

2_2021

KWARTALNIK 2021, 2(76)

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

Redakcja kwartalnika

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

Redaktor naczelna
KATARZYNA POTYRAŁA

Członkowie redakcji
KAROLINA CZERWIEC
BEATA JANCARZ-ŁANCZKOWSKA
TOMASZ PECAKOWSKI – SEKRETARZ REDAKCJI
EMANUEL STUDNICKI
URSZULA SZULC

Projekt okładki
ANNA NOWAK

Przygotowanie do publikacji:
Studio DTP Academicon | ntp@academicon.pl, ntp.academicon.pl |
redakcja i korekta: AGNIESZKA STAŃCZAK;
skład i łamanie: PATRYCJA WALESZCZAK

Rada Naukowa

PROF. ZW. DR HAB. DANUTA CICHY - członek honorowy
PROF. ZW. DR HAB. ADAM KOŁĄTAJ - członek honorowy
DR HAB. JAN RAJMUND PAŚKO, prof. UP, UP w Krakowie, Polska – przewodniczący
PROF. BRACHA ALPERT, Beit Berl Academic College, Izrael
PROF. ALI-GUNAY BALIM - Uniwersytet w Izmirze, Turcja
DR EMMANUELLA DI-SCALA, Uniwersytet Burgundzki w Dijon, Francja
PROF. LUBOMIR HELD - Uniwersytet w Trnawie, Słowacja
PROF. DANIEL RAICHVARG, Uniwersytet Burgundzki w Dijon, Francja
PROF. MARTIN BILEK, Uniwersytet Karola w Pradze, Czechy
PROF. JAN KŘÍŽ, Uniwersytet w Hradec Kralove, Czechy
PROF. V. LAMANAUSKAS, Uniwersytet w Siaulai, Litwa
DR ELŻBIETA BUCHCIC - UJK w Kielcach, Polska
DR HAB. MAŁGORZATA KŁYŚ, prof. UP, UP w Krakowie, Polska
DR HAB. ROMAN ROSIEK, prof. UP, UP w Krakowie, Polska
DR HAB. ILONA ŻEBER-DZIKOWSKA, UJK w Kielcach, Polska
DR HAB. NATALIA DEMESHKANT, UP w Krakowie, Polska
DR AGNIESZKA SIPORSKA, Uniwersytet Warszawski, Polska

Redaktorzy tematyczni:

edukacja biologiczna i środowiskowa – dr hab. Alicja Walosik, prof. UP (UP Kraków)
edukacja chemiczna – dr Robert Wolski (UAM Poznań)
edukacja fizyczna – dr Dagmara Sokołowska (UJ Kraków)
technologia informacyjna w edukacji biologicznej i środowiskowej – dr Katarzyna Socha (nauczycielka LO, Warszawa)
kształcenie przyrodnicze i awans zawodowy nauczycieli - dr Ewa Ir (ekspert MEiN ds. awansu zawodowego nauczycieli, nauczycielka SP, Kraków), mgr Urszula Grygier (ekspert MEiN ds. awansu zawodowego nauczycieli, doradca metodyczny)

Wydawca

Instytut Badań Edukacyjnych 2023
u. Górczewska 8, 01-180 Warszawa
tel. 508 983 041
e-mail: ebis@edu.pl
www:ebis.ibe.edu.pl

Spis treści

- 4 KATARZYNA POTYRAŁA
Słowo wstępne

NAUKA – DYDAKTYKA

- 7 ANNA SZKOLAK-STĘPIEŃ
Nauczanie pierwszej pomocy przedmedycznej na etapie edukacji wczesnoszkolnej
- 20 MICHAŁ KASZA
Motywacja uczniów do uczenia się zagadnień przyrodniczych wobec wyzwań zdalnej edukacji
- 31 PATRYK KACHEL
Zastosowanie doświadczeń i eksperymentów w nauczaniu chemii i biologii
- 49 GABRIELA GOŁĘBIOWSKA-PALUCH
Muszka owocowa jako modelowy obiekt badań

DYDAKTYKA – SZKOŁA

- 74 GABRIELA GOŁĘBIOWSKA-PALUCH
Przygotowanie i prowadzenie hodowli muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*) – karta pracy
- 80 PATRYK KACHEL
Zmiany stanu skupienia substancji. Konspekt lekcji chemii
- 94 ELŻBIETA BUCHCIC, DANUTA ROZPARA
Budowa i funkcja narządu wzroku człowieka. Scenariusz zajęć
- 107 MAŁGORZATA KRZECZKOWSKA
Eko-porządki domowe – cykl warsztatów dla edukacji nieformalnej (część 1)

WYDARZENIA I REKOMENDACJE

- 124 ŁUKASZ TOMCZYK
Rethinking Media Literacy and Digital Skills in Europe (REMEDIIS). Sprawozdanie z realizacji projektu

Słowo wstępne

Przyroda to szerokie pojęcie. Nauki przyrodnicze to wiedza zgromadzona dzięki wysiłkowi człowieka w celu zrozumienia świata, w którym żyjemy. Rozważania o przyrodzie nabierają szczególnego znaczenia w sytuacji całkowitego odwrócenia się człowieka od natury. Przykładem następstw tego stanu rzeczy jest zmiana klimatu – jeden z głównych problemów ludzkości w XXI w. Zagadnienia te wiążą się również z licznymi dylematami etycznymi dotyczącymi ludzkich decyzji w kontekście ich konsekwencji dla środowiska¹.



Spółeczność naukowa składa się z osób, które poświęcają swoją aktywność, aby lepiej zrozumieć świat przyrody. Ta społeczność ekspertów określa, które idee najlepiej uwzględniają zjawiska naturalne. Ci, którzy badają naturę nauk o przyrodzie, pochodzą z wielu różnych dziedzin i dyscyplin oraz zadają pytania typu: „Co, jeśli w ogóle, odróżnia naukę od innych ludzkich przedsięwzięć?”, „Czy odkryto lub wymyślono coś nowego w nauce?”, „Czy osiągnięto konsensus w środowisku naukowym?” itd.²

Nauczyciele stają przed koniecznością dokonywania dydaktycznej transformacji coraz szerszej wiedzy. Jest to szczególnie trudne w zakresie

¹ Paško, J. R., Potyrała, K. (2023). *Przyroda i dydaktyka*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.

² *Ibidem*.

nauk przyrodniczych, gdzie wiedzy przybywa w bardzo szybkim tempie. W bieżącym numerze zamieszczamy artykuły przygotowane przez czynnych nauczycieli, którzy poszukują sposobów na udostępnianie tej wiedzy uczniom i chcą się podzielić swoimi doświadczeniami z szerokim kręgiem czytelników.

Zachęcamy Państwa do publikowania na łamach naszego czasopisma własnych refleksji związanych z kompleksowo pojętą przyrodą i sposobami dydaktycznej transformacji przyrodniczych treści kształcenia.

Katarzyna Potyrała

NAUKA - DYDAKTYKA

Nauczanie pierwszej pomocy przedmedycznej na etapie edukacji wczesnoszkolnej

ANNA SZKOLAK-STĘPIEŃ*

Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

We współczesnym świecie powszechne posiadanie umiejętności udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej jest niezwykle istotne. Bowiem każdy z nas – dorosły, ale i dziecko – może stać się świadkiem wypadku lub nagłego zachorowania, które będzie stanowiło zagrożenie dla zdrowia lub życia osoby poszkodowanej. Dlatego jak najwcześniej należy podjąć pracę dydaktyczno-wychowawczą mającą na celu wyposażenie uczniów w elementarne podstawy wiedzy o zachowaniu się w sytuacjach zagrożenia zdrowia i życia oraz umiejętność udzielania pierwszej pomocy w nagłych wypadkach.

SŁOWA KLUCZOWE: pierwsza pomoc przedmedyczna, edukacja wczesnoszkolna, nauczyciel wczesnej edukacji

Teaching first aid at the early childhood education stage

In the modern world, it is extremely important to have pre-medical first aid skills. Because each of us – an adult, but also a child, can become a witness of an accident or sudden illness, which will pose a threat to the health or life of the injured person. Therefore, as early as possible, teaching and educational work should be undertaken to provide students with an elementary basis of knowledge about behavior in health and life threatening situations and the ability to provide first aid in an emergency.

KEYWORDS: first premedical help, early school education, early childhood education teacher

Wstęp

W Polsce udzielnie pierwszej pomocy przedmedycznej jest obowiązkowe. Dotyczy wszystkich, którzy mogą bez narażania siebie i innych na niebezpieczeństwo udzielić pomocy osobom znajdującym się w stanie zagrożenia zdrowia lub życia. Powinność ta jest regulowana przez Kodeks karny, z którego wynika, że osoba, która zaniechała tych czynności, podlega karze pozbawienia wolności do lat 3 (Ustawa z dnia 6 czerwca 1997). Stawia to społeczeństwo w sytuacji ogólnopojmowanej odpowiedzialności za drugiego człowieka już od najmłodszych lat.

Edukacja zdrowotna na etapie edukacji wczesnoszkolnej

„Edukacja zdrowotna jest procesem dydaktyczno-wychowawczym, w którym uczniowie uczą się, jak żyć, aby: zachować i doskonalić zdrowie własne i innych ludzi oraz tworzyć środowisko sprzyjające zdrowiu, a w przypadku choroby lub niepełnosprawności aktywnie uczestniczyć w jej leczeniu, radzić sobie i zmniejszać jej negatywne skutki” (*Edukacja zdrowotna*, 2013). Miarą efektywności edukacji zdrowotnej jest gotowość uczniów do zastosowania nabytej wiedzy i umiejętności w różnych nowych sytuacjach, pojawiających się w codziennym życiu teraz i w przyszłości. Przez wiele lat treści edukacji zdrowotnej dotyczyły głównie zagadnień: zdrowia fizycznego – higieny, pielęgnacji ciała, zapobiegania urazom i chorobom somatycznym. Obecnie koncepcja wszechstronnej edukacji zdrowotnej dzieci zakłada: uwzględnienie holistycznego podejścia do zdrowia (wszystkich jego aspektów) i czynników warunkujących zdrowie. Zatem edukacja zdrowotna to nie tylko przekazywanie wiedzy o tym, co jest korzystne lub szkodliwe dla zdrowia, lecz również rozwijanie umiejętności, a także nawyków, które pomogą skutecznie wykorzystywać tę

wiedzę. Należy więc stworzyć dzieciom sposobność do kształtowania postaw i wartości, które ułatwiają im dokonywanie wyborów mających znaczenie dla ich obecnego i przyszłego życia i zdrowia (Budziszewska i Musiał, 2019).

Pojęcie „edukacja zdrowotna” jest odpowiednikiem określenia z języka angielskiego *health education* – tzn. edukacja prozdrowotna, lub *education for health* – tzn. edukacja do zdrowia (ku zdrowiu). Według Edyty Charońskiej edukacja zdrowotna to „całokształt działań zmierzających do kształtowania zachowań zdrowotnych ludzi, by mogli prowadzić zdrowy styl życia i przyczynić się do umacniania zdrowia oraz rozwijać kompetencje skutecznego wpływania na zdrowie własne i społeczności, w której żyją” (Charońska, 1997, s. 78). Natomiast Barbara Woynarowska określa edukację zdrowotną jako „całozyciowy proces uczenia się ludzi, jak żyć, aby: zachować i doskonalić zdrowie własne i innych, w przypadku wystąpienia choroby lub niepełnosprawności aktywnie uczestniczyć w jej leczeniu, radzić sobie i zmniejszać jej negatywne skutki” (Woynarowska, 2008, s. 103).

Edukacja zdrowotna stanowi jedno z fundamentalnych praw każdego dziecka (m.in. Konwencja o prawach dziecka; Karta Ottawska Promocji Zdrowia). Ministerstwo Edukacji Narodowej wyróżnia edukację zdrowotną jako jeden z elementów kształceniowych realizowanych w placówkach oświatowych i określa ją jako proces dydaktyczno-wychowawczy, w którym uczniowie uczą się, jak żyć, aby: zachować i doskonalić zdrowie własne i innych ludzi oraz tworzyć środowisko sprzyjające zdrowiu, a w przypadku choroby lub niepełnosprawności aktywnie uczestniczyć w jej leczeniu, radzić sobie i zmniejszać jej negatywne skutki. Założono, że celem edukacji zdrowotnej dzieci jest m.in. udzielanie im pomocy w: poznawaniu siebie; obserwacji przebiegu swojego rozwoju; identyfikowaniu i rozwiązywaniu problemów zdrowotnych; zrozumieniu, czym jest zdrowie, od czego zależy, dlaczego i jak należy o nie dbać; rozwijaniu poczucia odpowiedzialności za zdrowie własne i innych ludzi; wzmacnianiu poczucia własnej wartości

i wiary w swoje możliwości; rozwijaniu umiejętności osobistych i społecznych sprzyjających dobremu samopoczuciu i pozytywnej adaptacji do zadań i wyzwań codziennego życia; przygotowaniu się do uczestnictwa w działaniach na rzecz zdrowia i tworzenia zdrowego środowiska życia (*Edukacja zdrowotna*, 2013). Tworzy się zatem silny związek między edukacją zdrowotną a edukacją obywatelską.

Dorota Lizak zwraca uwagę na fakt, że edukacja zdrowotna towarzyszy człowiekowi na każdym etapie egzystencji. W pierwszych latach życia szczególnie istotnymi twórcami postaw są rodzice i nauczyciele, którzy przez bycie wzorem do naśladowania, interakcje czy też działania wychowawcze kształtują odpowiednie zachowania zdrowotne (Lizak, 2014).

Istota tego procesu jest również wyodrębniona w preambule *Podstawy programowej wychowania przedszkolnego kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej z komentarzem*: „Ważną rolę w kształceniu i wychowaniu uczniów w szkole podstawowej odgrywa edukacja zdrowotna. Zadaniem szkoły jest kształtowanie postaw prozdrowotnych uczniów, w tym wdrożenie ich do zachowań higienicznych, bezpiecznych dla zdrowia własnego i innych osób, a ponadto ugruntowanie wiedzy z zakresu prawidłowego odżywiania się, korzyści płynących z aktywności fizycznej, a także stosowania profilaktyki” (*Podstawa programowa dla wychowania przedszkolnego i kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej z komentarzem*, 2017, s. 17).

Do zadań szkoły w zakresie edukacji wczesnoszkolnej należy m.in. taki sposób organizacji zajęć, aby były one odpowiednio dobrane do potrzeb i możliwości psychofizycznych dzieci oraz sprzyjały utrzymaniu wszelakich form zdrowia psychicznego, fizycznego oraz społecznego. Ogólne wymagania, czyli cele, które powinien osiągnąć uczeń w procesie kształcenia i wychowania, zostały ujęte w cztery zakresy, z których jeden prezentuje obszar fizyczny, najbardziej powiązany ze zdrowiem i bezpieczeństwem. Zatem w zakresie fizycznego obszaru rozwoju uczeń osiąga: 1) sprawności motoryczne i sensoryczne tworzące umiejętność skutecznego działania

i komunikacji; 2) świadomość zdrowotną w zakresie higieny, pielęgnacji ciała, odżywiania się i trybu życia; 3) umiejętność wykorzystania własnej aktywności ruchowej w różnych sferach działalności człowieka: zdrowotnej, sportowej, obronnej, rekreacyjnej i artystycznej; 4) umiejętność respektowania przepisów gier, zabaw zespołowych i przepisów poruszania się w miejscach publicznych; 5) umiejętność organizacji bezpiecznych zabaw i gier ruchowych (tamże, s. 22).

Natomiast w treściach nauczania kształcenie zdrowotne zostało przyporządkowane do edukacji przyrodniczej, a dokładnie do podpunktów dotyczących osiągnięć dzieci w zakresie funkcji życiowych człowieka, ochrony zdrowia, bezpieczeństwa i odpoczynku. W tym obszarze uczeń: „1) przedstawia charakterystykę wybranych zajęć i zawodów ludzi znanych z miejsca zamieszkania oraz zawodów użyteczności publicznej: nauczyciel, żołnierz, policjant, strażak, lekarz, pielęgniarz czy leśnik, a ponadto rozumie istotę pracy w służbach mundurowych i medycznych; 2) posługuje się numerami telefonów alarmowych, formułuje komunikat – wezwanie o pomoc: Policji, Pogotowia Ratunkowego, Straży Pożarnej; 3) posługuje się danymi osobowymi w kontakcie ze służbami mundurowymi i medycznymi, w sytuacji zagrożenia zdrowia i życia; 4) dba o higienę oraz estetykę własną i otoczenia; 5) reaguje stosownym zachowaniem w sytuacji zagrożenia bezpieczeństwa, zdrowia jego lub innej osoby; 6) wymienia wartości odżywcze produktów żywnościowych; ma świadomość znaczenia odpowiedniej diety dla utrzymania zdrowia, ogranicza spożywanie posiłków o niskich wartościach odżywczych i niezdrowych, zachowuje umiar w spożywaniu produktów słodzonych, zna konsekwencje zjadania ich w nadmiarze; 7) przygotowuje posiłki służące utrzymaniu zdrowia; 8) ubiera się odpowiednio do stanu pogody, poszukuje informacji na temat pogody, wykorzystując np. Internet; 9) rozróżnia podstawowe znaki drogowe, stosuje przepisy bezpieczeństwa w ruchu drogowym i miejscach publicznych; przestrzega zasad zachowania się w środkach publicznego

transportu zbiorowego; 10) stosuje się do zasad bezpieczeństwa w szkole, odnajduje drogę ewakuacyjną, rozpoznaje znaki i symbole informujące o różnych rodzajach niebezpieczeństw oraz zachowuje się zgodnie z informacją w nich zawartą; stosuje zasady bezpiecznej zabawy w różnych warunkach i porach roku; 11) ma świadomość istnienia zagrożeń ze środowiska naturalnego, np. nagła zmiana pogody, huragan, ulewne deszcze, burza, susza oraz ich następstwa: powódź, pożar, piorun; określa odpowiednie sposoby zachowania się człowieka w takich sytuacjach; 12) ma świadomość obecności nieprawdziwych informacji, np. w przestrzeni wirtualnej, publicznej; sprawdza informacje, zadając pytania nauczycielowi, rodzicom, policjantowi; 13) stosuje zasady bezpieczeństwa podczas korzystania z urządzeń cyfrowych, rozumie i respektuje ograniczenia związane z czasem pracy z takimi urządzeniami, oraz stosuje zasady netykiety; 14) ma świadomość, iż nieodpowiedzialne korzystanie z technologii ma wpływ na utratę zdrowia człowieka; 15) ma świadomość pozytywnego znaczenia technologii w życiu człowieka” (tamże s. 29–30).

Pierwsza pomoc przedmedyczna wyraża się tu głównie w zapoznaniu dzieci z charakterystyką i istotą pracy w służbach medycznych i mundurowych. Podkreślony został priorytet znajomości przez uczniów numerów alarmowych i sposobu, w jaki powinna zostać przeprowadzona rozmowa z dyspozytorem.

Pierwsza pomoc przedmedyczna w kl. I–III szkoły podstawowej (w aktach prawnych)

Definicja pierwszej pomocy przedmedycznej, która pojawia się w ustawie o państwowym ratownictwie medycznym, określa ją jako „zespół czynności podejmowanych w celu ratowania osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego wykonywanych przez osobę znajdującą się

w miejscu zdarzenia, w tym również z wykorzystaniem wyrobów medycznych" (*Ustawa z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym*, art. 3, ust. 7).

Nauczyciele wczesnej edukacji mają możliwość wyboru treści i metod, które zastosują w zakresie nauczania udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej. Jedynym ograniczeniem, a raczej wskazówką do odbywania tego typu praktyk jest Ustawa o Państwowym Ratownictwie Medycznym, która w roku 2006 zmieniła nastawienie społeczeństwa oświatowego i medycznego oraz podkreśliła rangę powszechnego kształcenia w zakresie podstawowych działań medycznych. Zgodnie z tym aktem prawnym zajęcia edukacyjne z zakresu udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej muszą być realizowane z udziałem lekarza systemu, pielęgniarki systemu lub ratowników medycznych (tamże, art. 8, ust. 2). Mogą być one prowadzone również przez nauczycieli, jednak są oni zobowiązani do posiadania odpowiedniego przygotowania teoretycznego i praktycznego, które określa rozporządzenie (tamże, art. 8, ust. 4). Akt prawny, o którym mowa, to Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 sierpnia 2009 r. w sprawie przygotowania nauczycieli do prowadzenia zajęć edukacyjnych w zakresie udzielania pierwszej pomocy. Formułuje on nie tylko niezbędny zakres wiedzy i umiejętności do opanowania, ale też tryb, w jakim nabierają one mocy prawnej (*Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 sierpnia 2009 r. ...*, art. 1). Każdy nauczyciel może, a nawet powinien przystąpić do tego typu szkolenia, a jego ukończenie potwierdza zaświadczenie i jest ono ważne przez 5 lat od daty jego wystawienia (tamże, art. 11, ust. 2).

W tworzeniu zasad udzielania pierwszej pomocy duży udział ma również Europejska Rada Resuscytacji. Co 5 lat ogłasza ona nowe wytyczne resuscytacji krążeniowo-oddechowej, które mimo iż nie zawierają diametralnych zmian, za każdym razem zostają udoskonalone i oparte na nowych badaniach. Aktualne wytyczne pochodzą z 2021 r. i to właśnie w nich pojawił się nowy rozdział poświęcony zagadnieniom z pierwszej

pomocy. Po raz pierwszy opisano w nim przypadki wychodzące poza ramy pomocy osobie nieprzytomnej i w sytuacji zatrzymania krążenia. Ważne miejsce zajęła też część dotycząca edukacji. Zwrócono uwagę na wdrażanie licznych programów edukacyjnych, kampanii i szkoleń formalnych zalecanych w celu poprawy prewencji, rozpoznawania i postępowania w urazach i zachorowaniach (*Wytyczne resuscytacji*, 2021).

I tak np. Marian Stebelski podjął się opracowania metodycznego nauczania pierwszej pomocy przedmedycznej dla nauczycieli wczesnej edukacji. W jego skład wchodzi programy *Pierwsza pomoc. Mały ratownik dla klas I–III szkoły podstawowej w Rychnowach* (Stebelski, bdw.) i *Mały ratowniczek. Podręcznik pierwszej pomocy dla klas I–III szkoły podstawowej* (Stebelski, 2000):

Według M. Stebelskiego celem wprowadzenia edukacji ratowniczej jest zapobieganie i minimalizowanie skutków zagrożeń oraz wyposażenie uczniów w wiedzę z zakresu udzielania pierwszej pomocy. Zadaniem programu jest uświadomienie dzieciom grożących niebezpieczeństw, uwrażliwienie ich na dbałość o swoje zdrowie. Program poświęcony jest tematyce zapobiegania wypadkom oraz sposobowi prawidłowego zachowania się w miejscach wypadku. Dzieci mają nie tylko poznać zasady zachowania bezpieczeństwa w domu, szkole i w innych środowiskach społecznych, ale również wdrożyć odpowiednie postępowanie w sytuacji zagrożenia życia, wypadku czy katastrofy oraz nabyć praktyczne umiejętności udzielania pierwszej pomocy poszkodowanym w realnych wydarzeniach. Realizacja tego programu umożliwi kształcenie u dzieci bezpiecznych zachowań, nabycie umiejętności zachowania w sytuacji zagrożenia życia i zdrowia oraz nabycie rzeczywistych, praktycznych umiejętności udzielania pierwszej pomocy poszkodowanym w realnych wydarzeniach (Stebelski, bdw.).

Najbardziej rozpowszechnionym programem związanym z pierwszą pomocą jest Program Edukacyjny „Ratujemy i Uczmy Ratować” realizowany przez Fundację Wielka Orkiestra Świątecznej Pomocy (WOŚP)

zainicjowany przez Jurka Owsiaka. Do tej pory przeszkolił on 28 858 nauczycieli pracujących w klasach I–III z 12 337 szkół podstawowych, co stanowi 91% szkół podstawowych w Polsce. WOŚP urzeczywistnia założenia programu nieprzerwalnie od kwietnia 2006 r., kładąc nacisk na praktykę, dając dowód pewności swoich działań, ale też chęci dalszego doskonalenia się. Poznanie zasad pierwszej pomocy to nie wszystko – na podjęcie działań ratujących życie przez świadków zdarzenia ogromny wpływ ma również ich postawa, pewność co do swoich umiejętności, a także obawy, które często im towarzyszą. Program RUR polega na wprowadzeniu zajęć z podstawowych czynności ratujących życie powszechnie już w pierwszych klasach szkoły podstawowej. Dzieci oswajają się z tak ważnymi zagadnieniami, kształtowane są właściwe nawyki – pierwsza pomoc staje się dla nich czymś naturalnym. Wszystkie szkoły, które dobrowolnie zgłosiły się do programu, otrzymały fantomy, których tak brakowało w poprzednich latach nauki. Współpraca ta ma charakter ciągły przez bezpłatne przekazywanie podręczników, filmów i innych materiałów dydaktycznych (Fundacja WOŚP, bdw.).

Również w siedzibach pogotowia ratunkowego można znaleźć liczne kursy dla nauczycieli i uczniów. Krakowskie Pogotowie Ratunkowe od 1994 r. prowadzi Szkołę Ratownictwa Medycznego, w której zajęcia prowadzą czynni z zawodzie ratownicy medyczni i pielęgniarki systemu. Projekt *Mali Ratownicy* zainicjowany właśnie przez pracowników tego pogotowia przeszkolił już ponad tysiąc dzieci z krakowskich przedszkoli i szkół podstawowych. Zaletą tych zajęć niewątpliwie jest możliwość wzięcia udziału w zwiedzaniu siedziby stacji pogotowia, zobaczenia z bliska dyspozytorni medycznej oraz karetek. Szkoła ta ma też dobrze przygotowane zaplecze dydaktyczne, w którego skład wchodzi nie tylko sale wykładowo-ćwiczeniowe, ale też manekiny i profesjonalny sprzęt, m.in. Automatyczny Defibrylator Zewnętrzny (AED – ćwiczeniowe) (Krakowskie Pogotowie Ratunkowe, bdw.).

W wielu placówkach oświatowych, przedszkolach i szkołach w okresie przedwakacyjnym realizowane są akcje *Bezpieczne wakacje*. Miałam przyjemność pełnić funkcję koordynatora merytoryczno-dydaktycznego takiego wydarzenia z ramienia Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie – *Przedszkolak bezpieczny na wakacjach* 13 czerwca 2017 r. w Integracyjnym Przedszkolu Samorządowym nr 27 w Kielcach. W ramach przedsięwzięcia „odbyło się szkolenie dla dzieci z zakresu udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej, przeprowadzone przez nauczycielkę wczesnej edukacji mgr Monikę Janiszewską ze Szkoły Podstawowej nr 58 w Krakowie. Przedsięwzięcie zostało zorganizowane przy współudziale przedstawiciela I Komisariatu Policji w Kielcach sierż. szt. Marcina Wzorka, który przybliżył dzieciom zasady bezpiecznego zachowania podczas letniego wypoczynku. Przedstawił zasady bezpiecznego poruszania się na drodze, właściwego przechodzenia przez jezdnię, rozważnego korzystania z kąpielisk oraz postawę ograniczonego zaufania w stosunku do obcych osób. Dzieci dowiedziały się, że należy bezwzględnie zapinać pasy bezpieczeństwa, podróżować w samochodzie w dostosowanym foteliku oraz jak się mają zachować, kiedy zaatakuje je pies” (Szkolak-Stępień, 2017, s. 241).

Możliwości szkolenia najmłodszych w zakresie pierwszej pomocy dają też szkoły wyższe, np. Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie, który realizuje autorski program Andrzeja Ziarki *Dziecko ratownikiem*. Jest on adresowany do dzieci w wieku 5–7 lat uczęszczających do krakowskich i okolicznych przedszkoli i szkół podstawowych. W roku akademickim 2015/2016 przeszkolonych zostało ok. 350 uczniów, którzy mieli szansę na udział w pięciu spotkaniach o charakterze ćwiczeniowym i jednym podsumowującym. Program składa się z tematów obejmujących zapoznanie z numerami alarmowymi, zapewnienie bezpieczeństwa sobie i poszkodowanemu, zastosowanie pozycji bezpiecznej, podstawy resuscytacji krążeniowo-oddechowej oraz zachowanie w przypadku krwawień

i krwotoków. W swoim projekcie A. Ziarko wykorzystuje dwa rodzaje aktywności: zabawy tematyczne i tropiące (Ziarko, 2016). Posługując się wskazówkami Bożeny Muchackiej, stosuje techniki, w których dzieci korzystały z własnych doświadczeń, im bardziej różnorodnych tym lepiej, a angażując różne sfery życia, m.in. fizyczną i społeczną, mogły nauczyć się odczytywania oznak pogorszenia się stanu zdrowia i dopasować do nich specjalne zachowania (Muchacka, 2000, s. 123). Na zakończenie i podsumowanie pięcioletnich zajęć z zakresu edukacji ratowniczej przewidziana jest zabawa tematyczno-tropiąca *Zdobądź skarb piratów*. Pełni ona funkcję ewaluacyjną. Na jej podstawie można było zaobserwować, że po zakończeniu zajęć 96% dzieci zna numery alarmowe i potrafi wskazać służby, które należy wezwać w chwili wystąpienia zagrożenia zdrowia lub życia, 70% potrafi prawidłowo zastosować pozycję bezpieczną, prezentując ją na swoim rówieśniku, a 15% dzieci robi to z małymi podpowiedziami ze strony opiekuna. Ponadto 80% podopiecznych prawidłowo lokalizuje miejsce uciśnięć klatki piersiowej i zna sekwencję uciśnięć do wdechów podczas wykonywania resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO). 88% uczniów zna zasady postępowania w przypadku krwawień z nosa i podstawowych urazów ciągłości tkanek (Ziarko, 2016).

Zakończenie

W obliczu wyzwań współczesnego świata można zauważyć, że zainteresowanie tematem pierwszej pomocy przedmedycznej stale rośnie. Społeczeństwo coraz częściej zdaje sobie sprawę z powagi sytuacji, w jakiej każdy z nas może się znaleźć. Żadne nowoczesne technologie oraz wiedza i umiejętności lekarzy, ratowników medycznych i pielęgniarek nie pomogą, jeżeli ktoś nie rozpocznie i nie uruchomi **łańcucha przeżycia**. Dlatego tak ważna jest nauka podstawowych czynności ratunkowych już

od najmłodszych lat. Dzieci w młodszym wieku szkolnym są pełne zapału i zaangażowania do takiego rodzaju zajęć. Jedynie należy przeprowadzić je w odpowiedni sposób, dostosowany do możliwości psychofizycznych dziecka. Istotna jest też systematyczność pracy i stałe powtarzanie działań i zasad udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej, które doprowadzą do ukształtowania prawidłowych nawyków u dzieci.

Bibliografia

- Budziszewska, G., Musiał, E. (2019). Edukacja zdrowotna jako nieodłączny element kształcenia zintegrowanego. Teoretyczne założenia i ich praktyczne implikacje w edukacji zdrowotnej uczniów klasach 1–3 (na przykładzie działań w Szkole Podstawowej Nr 3 im. Mariusza Zaruskiego we Wrocławiu). *Pedagogika Przedszkolna i Wczesnoszkolna*, 1(13), 61–72.
- Charońska, E. (1997). *Zarys wybranych problemów edukacji zdrowotnej*. Warszawa: Centrum Edukacji Medycznej.
- Edukacja zdrowotna* (2013). Ministerstwo Edukacji Narodowej. Pobrano 26 kwietnia 2018 z <https://men.gov.pl/zwiekszenie-szans/promocja-zdrowia/edukacja-zdrowotna>
- Fundacja WOŚP – Wielka Orkiestra Świątecznej Pomocy (bdw.). *Uczymy ratować*. Pobrano 26 kwietnia 2019 z <https://www.wosp.org.pl/uczymy-ratowac>
- Karta Ottawska Promocji Zdrowia/The Ottawa Charter for Health Promotion*. Pobrano 21 kwietnia 2020 z <http://www.who.int/healthpromotion/conferences/previous/ottawa/en/index4.html>
- Konwencja o Prawach Dziecka z dnia 20 listopada 1989 roku*. Pobrano 21 kwietnia 2020 z https://www.unicef.org/magic/resources/CRC_polish_language_version.pdf
- Krakowskie Pogotowie Ratunkowe (bdw.). *Szkoła Ratownictwa Medycznego*. Pobrano 26 kwietnia 2019 z <http://kpr.med.pl/szkola-ratownictwa-medycznego/o-szkole/>
- Lizak, D. (2014). Szkoła jako środowisko wspierające kształtowanie prozdrowotnych postaw – kontekst pedagogiczno-zdrowotny. *Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu*, 1(38), 69–74.
- Muchacka, B. (2000). *Stymulowanie aktywności poznawczej dzieci w przedszkolu*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej.
- Podstawa programowa dla wychowania przedszkolnego i kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej z komentarzem. Wychowanie przedszkolne i edukacja wczesnoszkolna* (2017). Dobra Szkoła, MEN, ORE. Pobrano 26 kwietnia 2019 z <https://www.ore.edu.pl/wp-content/uploads/2017/05/wychowanie-przedszkolne-i-edukacja-wczesnoszkolna.-pp-z-komentarzem.pdf>
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 sierpnia 2009 r. w sprawie przygotowania nauczycieli do prowadzenia zajęć edukacyjnych w zakresie udzielania pierwszej pomocy*, Dz. U. 2009, Nr 139,

- poz. 1132, art. 1. Pobrano 26 kwietnia 2019 z <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20091391132>
- Stebelski, M. (2000). „*Mały ratowniczek*” *podręcznik pierwszej pomocy do klas I–III szkół podstawowych*. Warszawa: Dom Wydawniczy „Elipsa”.
- Stebelski, M. (bdw.) *Pierwsza pomoc. Mały ratownik*. Pobrano 26 kwietnia 2019 z <http://sprychnowy.szkolnastrona.pl/index.php?c=getfile&id=21>
- Szkolak-Stępień, A. (2017). Przedszkolak bezpieczny na wakacjach. *Pedagogika Przedszkolna i Wczesnoszkolna*, (9), 241–247.
- Ustawa z dnia 6 czerwca 1997 r. – Kodeks karny*, Dz. U. 1997, Nr 88, poz. 553, art. 162. Pobrano 15 kwietnia 2022 z <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU19970880553>
- Ustawa z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym*, Dz. U. 2006, Nr 191, poz. 1410., art. 3, ust. 7. Pobrano 26 kwietnia 2019 z <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20061911410>
- Woynarowska, B. (2008). *Edukacja zdrowotna. Podręcznik akademicki*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Wytyczne resuscytacji 2021*, Europejska Rada Resuscytacji, Polska Rada Resuscytacji. Pobrano 4 stycznia 2023 z https://www.prc.krakow.pl/wytyczne_2021.html
- Ziarko, A. (2016). „Dziecko ratownikiem”: Nauczanie pierwszej pomocy w grupie dzieci (5–7 lat). W: *Gumanitarnij korpus. Zbirknik naukovh statej z zktual'nih problem filosofii, kul'turologii, psihologii, pedagogiki ta istopii*, 6, s. 92–100.

Motywacja uczniów do uczenia się zagadnień przyrodniczych wobec wyzwań zdalnej edukacji

MICHAŁ KASZA*

Szkoła Podstawowa nr 26 im. Andrzeja Struga w Krakowie

Motywacja jest kluczowym czynnikiem warunkującym osiągnięcie sukcesów przez ucznia. Odpowiednio wysoki poziom motywacji u uczniów skutkuje chęcią do uczenia się danego przedmiotu oraz opanowania nowych wiadomości i umiejętności. W motywowaniu uczniów do uczenia się zagadnień przyrodniczych niejednokrotnie wykorzystuje się doświadczenia, które w okresie pandemii COVID-19 zostały ograniczone, zastąpione obrazem cyfrowym lub pominięte w czasie edukacji zdalnej. W artykule przedstawiono wyniki obserwacji z prowadzenia lekcji w sposób zdalny bazującego na laboratoryjnej metodzie nauczania pomimo ograniczeń wynikających z pandemii COVID-19.

SŁOWA KLUCZOWE: edukacja zdalna, motywacja, uczeń, uczenie się, treści przyrodnicze, szkoła.

Students' motivation to learn science issues in the face of the challenges of distance education

Motivation is a key factor determining a student's success. A sufficiently high level of motivation among students results in the willingness to learn a given subject and master new knowledge and skills. To motivate students to learn natural sciences, experiences are often used that were limited during the Covid-19 pandemic, replaced by a digital image or omitted during distance education. The article presents the results of observations from conducting remote lessons based on the laboratory teaching method despite the restrictions resulting from the Covid-19 pandemic.

KEYWORDS: distance education, motivation, student, learning, science content, school.

*E-mail: mkasza@sp26.edu.pl

Wstęp

Ostatnie dziesięciolecia zmieniły obraz polskiej szkoły i systemu szkolnictwa. Począwszy od przemian gospodarczych, reform edukacji, wdrożenia systemów informatycznych, zmiany podstaw programowych do czasów, w których edukacja odbywa się w sposób zdalny. Każdy okres, w którym następują zmiany w edukacji, powoduje wyzwania i pojawiają się pytania, na które odpowiedzi poszukują naukowcy z dziedzin takich jak: dydaktyka, psychologia, pedagogika i inne pokrewne nauki. Problemami często poddawany analizie są motywacja do nauki, wykorzystanie technologii informacyjnych, stosowanie rozmaitych środków dydaktycznych oraz efekty uzyskane dzięki ich zastosowaniu, a w przypadku przedmiotów przyrodniczych (np. chemii) równie często badaną kwestią jest wykorzystanie na zajęciach elementów metody laboratoryjnej, np. przez pokaz doświadczeń czy prowadzenie lekcji z wykorzystaniem eksperymentów (Nodzyńska, 2012).

Niezależnie od nauczanego przedmiotu dydaktycy są zgodni, że kluczem do sukcesu ucznia i osiągnięcia zamierzonych celów jest odpowiednia motywacja (Dyrda, 2006). Cywińska podaje, że „[m]otywacja to konstrukt teoretyczny, którym tłumaczy się wystąpienie określonego zachowania, jego ukierunkowanie i trwanie. W odniesieniu do nauki szkolnej dotyczy ona subiektywnych doznań ucznia, jego chęci angażowania się w lekcje i czynności uczenia się” (Cywińska, 2012, s. 155). Zwłaszcza we współczesnych czasach, kiedy edukacja odbywa się także poza murami szkoły, nauczyciel oprócz przekazywania wiedzy i kierowania procesem nauczania powinien być nastawiony na działania motywujące uczniów do samodzielnego zgłębiania wiedzy i doskonalenia własnej kultury intelektualnej (Dyrda, 2006). Jednym z efektów wysokiego poziomu motywacji u uczniów jest osiągnięcie przez nich sukcesów szkolnych, z kolei jej brak często jest wskazywany jako jedna z przyczyn niepowodzeń edukacyjnych. W motywowaniu uczniów dużą rolę odgrywają relacje nauczyciela

z klasą oraz jego kompetencje, m.in. organizacja procesu dydaktycznego, zapewnienie warunków do nauki, a także wpływ lokalnego środowiska (Czaja i Nowicki, 2012). W odniesieniu do przedmiotów przyrodniczych przeprowadzone wśród uczniów badania wykazały, że motywacja do ich nauki jest niska i wynika m.in. z powszechnej opinii, że nauka tych przedmiotów jest trudna, wymaga wiele wysiłku, a korzyści są nieadekwatne do włożonego trudu (Krzeczowska i Cieśla, 2012). Przykładowo wśród przedmiotów rozszerzonych zdawanych na maturze chemia zajmuje dopiero siódme miejsce (tylko 9,5% absolwentów z 2021 r. zadeklarowało chęć zdawania tego przedmiotu na egzaminie maturalnym). Pomimo szerokiej perspektywy kształcenia na uczelniach wyższych, jakie daje zdawanie egzaminu maturalnego z chemii, przedmiot ten wybiera stosunkowo niewielka liczba maturzystów. Wśród powodów uczenia się chemii wskazywane najczęściej były chęć uzyskania dobrych stopni oraz możliwość kształcenia na kierunkach medycznych, farmacji lub weterynaryjnych. Wysoki poziom motywacji wewnętrznej i uczenie się chemii w celu poznania, zrozumienia procesów towarzyszących nam w codziennym życiu, co w opinii naukowców powinno być głównym czynnikiem motywującym, jest wskazywana przez niespełna 8% osób biorących udział w badaniu (Gałąj, 2011). W odpowiedzi na pytanie, jak budować motywację wewnętrzną uczniów do uczenia się treści przyrodniczych z zakresu chemii, jak ich zainteresować i przekonać do poznawania zagadnień dotyczących chemicznych aspektów funkcjonowania przyrody, wielu naukowców wskazuje wykorzystanie eksperymentu i doświadczenia jako czynnika rozbudzającego ciekawość, zainteresowanie i chęć uczniów do uczenia się (Nodzyńska i Paško, 2012).

Od II połowy XX w. do czasów współczesnych podkreśla się, że proces kształcenia w naukach przyrodniczych (w tym chemii) powinien być odzwierciedleniem procesu badawczego, w którym badania prowadzone są zarówno przez ucznia, jak i nauczyciela, z nastawieniem na maksymalną aktywizację uczniów (Nodzyńska i Cieśla, 2016). Dlatego też

za najcenniejsze metody nauczania uważa się te, w których uczniowie uczą się przez samodzielne odkrywanie, w tym przez doświadczenia i eksperymenty laboratoryjne. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych w sposób przypominający badanie naukowe jest czynnością wymagającą od nauczyciela bardzo dużego zaangażowania. Wykorzystanie elementów metody laboratoryjnej (doświadczeń, eksperymentów) często jest mocno ograniczane ze względów technicznych, organizacyjnych, finansowych (Paśko i Cieśla, 2006). Niektórzy nauczyciele rezygnują z przeprowadzania doświadczeń lub prowadzenia przez uczniów ćwiczeń praktycznych z powodu braku czasu na lekcji, niedostatecznego wyposażenia pracowni przedmiotowej czy prowadzenia zajęć poza nią, zapominając tym samym, jakie korzyści (jak motywowanie) mogą płynąć z uczenia się przez eksperymenty. Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych, którzy podejmują trud prowadzenia zajęć, wykonując na nich doświadczenia w formie pokazu, lub prowadzą ćwiczenia w grupach 6–7-osobowych, w opinii naukowców również nie wykorzystują w pełni potencjału laboratoryjnej metody nauczania. Zbyt duża liczba osób pracujących w grupie powoduje spadek aktywizacji uczniów (Burewicz i Gulińska, 1993). Alternatywą dla doświadczeń i eksperymentów stały się wirtualne laboratoria i filmy przedstawiające poszczególne doświadczenia. Korzyści z nich płynące opisywali m.in. Jan Rajmund Paśko, Małgorzata Nodzyńska, Paweł Cieśla, jednak zwracają oni uwagę, że „sprowadzenie eksperymentu uczniowskiego do obserwacji pokazu lub wyświetlenia odpowiedniej sekwencji filmowej nie ma pełnych walorów kształcących dla uczniów” (Nodzyńska i Paśko, 2012). Należy podkreślić również, że cyfrowe doświadczenie – czy to w formie pokazu, czy wirtualnego laboratorium – nie odda w pełni tego, czego uczeń może doświadczyć, wykonując eksperymenty na lekcji. Tylko ich osobiste wykonanie umożliwi badaczowi odebranie wrażeń zapaichowych, łatwiej jest też ocenić w rzeczywistości efekty energetyczne zachodzącej reakcji, niż pokazywać to w formie cyfrowej.

Nauczyciele stosujący laboratoryjną metodę nauczania poza wcześniej wymienionymi ograniczeniami napotkali nowe bariery w wykonywaniu doświadczeń tym razem wynikające z konieczności przejścia z nauki stacjonarnej w tryb nauki zdalnej. Po raz pierwszy w historii polskiej edukacji komputery, Internet, tablety, smartfony i aplikacje zostały wykorzystane do celów dydaktycznych na tak ogromną skalę (Madalińska-Michalak, 2020). Nie oznacza to, że wcześniej elementy edukacji zdalnej nie pojawiały się we współczesnej edukacji. Zdalny sposób nauczania dotyczył głównie uczniów starszych klas szkół średnich oraz studentów. Przygotowane przez nauczycieli materiały były umieszczane na różnego rodzaju platformach i stanowiły przeważnie uzupełnienie prowadzonych przez nauczyciela czy wykładowcę zajęć stacjonarnych. Młodszy uczniowie z edukacją zdalną nie mieli do czynienia, zatem było to dla nich szczególnie trudne doświadczenie. Sposób prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość wymusił całkowicie nową organizację procesu nauczania i uczenia się. Sprawdzone strategie i metody nauczania w edukacji stacjonarnej nie zawsze pozwalały nauczycielom na osiągnięcie zamierzonych celów w czasach edukacji zdalnej. Brak kontroli nad zespołem klasowym, brak możliwości sprawdzenia pracy ucznia, ograniczenia czasowe, techniczne wymusiły reorganizację sposobu prowadzenia zajęć i dostosowania ich do aktualnych warunków i możliwości (Madalińska-Michalak, 2020). Brak określonych odgórnych wytycznych co do sposobu realizacji zajęć edukacyjnych skutkowało różnorodnymi metodami przekazywania wiedzy. Za najbardziej cenne uczniowie wskazywali lekcje online prowadzone w czasie rzeczywistym, zaś najgorzej w ich ocenie wypadała nauka z książek czy notatek. W przypadku przedmiotów ścisłych i przyrodniczych, do których zaliczana jest chemia, uczniowie i ich rodzice podkreślają rolę nauczyciela w procesie edukacji i potrzebę wyjaśnienia określonych zagadnień (Szkoła Naszych Marzeń, 2020). Wielu autorów publikacji poświęconych nauce w okresie

pandemii porusza kwestię jeszcze większego braku motywacji u uczniów w czasie edukacji zdalnej. Doświadczenia, które mogły być pomocne w podnoszeniu motywacji uczniów, zamiast przeprowadzenia ich w rzeczywistości musiały zostać zastąpione multimedialnym odpowiednikiem. Oznaczało to, że wielu uczniów w czasie edukacji zdalnej było pozbawionych możliwości obserwowania zachodzących reakcji chemicznych i uczestniczenia w poznawaniu zjawisk przyrodniczych w sposób empiryczny. Wykluczenie laboratoryjnej metody z nauczania czyniło lekcje mniej atrakcyjnymi oraz mogło wpływać niekorzystnie na motywację uczniów. Brak doświadczeń często znajdował się wśród wymienianych wad edukacji zdalnej (Jagielska, 2020).

Przebieg badań i procedura badawcza. Wyniki badań

Szczególny czas, jakim była zdalna edukacja, wymagał innowacyjnego podejścia do nauczania przez osoby kierujące procesem dydaktycznym. Przesyt metod podających i pracy z tekstem, monotonia w sposobie prowadzenia zajęć były częstymi uwagami uczniów w okresie edukacji zdalnej. W codziennej pracy dydaktycznej postanowiono nie rezygnować z tego, co uczniom daje radość, motywację do nauki i działania. Mając świadomość ograniczeń zdalnego nauczania i roli eksperymentu chemicznego w nauczaniu chemii, biologii czy fizyki, w planowanej działalności dydaktycznej w tym okresie skupiono się na wdrożeniu elementów metody laboratoryjnej, zarówno w formie pokazów doświadczeń, jak i w formie samodzielnych eksperymentów wykonywanych przez uczniów.

Element aktywizujący uczniów, jakim jest obserwacja doświadczenia, wymusza na nich koncentrację uwagi, skupienie się i pomaga w formułowaniu wniosków. Stosownie do tematu zajęć starano się dobierać zestawy

doświadczeń, które można było w formie pokazu zademonstrować uczniom, a także rozbudzać ich ciekawości do badania np. co by było, gdyby w reakcji z kwasem solnym magnez zastąpić cynkiem czy manganem lub w spalaniu zamiast etanolu poddać tej reakcji inny związek chemiczny z grupy alkoholi. Wymagało to od nauczyciela konieczności dojazdu do szkoły i prowadzenia zajęć ze szkolnej pracowni. Przeprowadzając doświadczenia przed kamerą w czasie rzeczywistym, nauczyciel nie napotyka ograniczeń i może być eksperymentatorem otwartym na propozycje uczniów. Nie byłoby to możliwe, gdyby wykorzystano gotowe filmy dydaktyczne, w których nie ma możliwości ingerencji w przebieg doświadczenia czy zmiany czynnika badawczego. Pokaz w czasie rzeczywistym dodatkowo zmusza uczniów do koncentracji uwagi, gdyż nie ma możliwości obejrzenia go w późniejszym czasie czy ponownego odtworzenia. Wykorzystanie tej metody pozwala także na urozmaicenie lekcji i przełamanie monotonii w nauce zdalnej, a także może skutkować wzrostem motywacji do uczenia się.

W laboratoryjnej metodzie nauczania nie tylko nauczyciel, ale i uczniowie powinni być badaczami, eksperymentatorami i przez własne doświadczenia dokonywać odkryć i wyciągać wnioski. Podstawa programowa kształcenia ogólnego określa listę doświadczeń, które powinien znać każdy uczeń danego typu szkoły. Wybrany przez nauczyciela program nauczania z kolei umiejscawia przeprowadzenie doświadczenia w odpowiednim momencie edukacji. Dodatkowo niektóre programy zwracają uwagę, że można zastąpić pewne substancje chemiczne innymi, mniej szkodliwymi lub bardziej dostępnymi dla uczniów, pokazując tym samym obecność chemii w naszym otoczeniu. W klasie 8. zagadnieniami programowymi, które realizowano w czasie edukacji zdalnej, były: pH i odczyn roztworu substancji, sole, węglowodory, pochodne węglowodorów i związki o znaczeniu biologicznym. Poza pokazami doświadczeń na lekcji do każdego działu programowego uczniowie otrzymywali kartę pracy z instruktażem, jakie doświadczenia należy przeprowadzić samodzielnie

w domu oraz w jaki sposób należy opracować sprawozdanie z przeprowadzonego badania. Materiały ćwiczeniowe zawierały doświadczenia i zadania obowiązkowe, które każdy uczeń był zobligowany wykonać, ale także ćwiczenia dla chętnych. W czasie przeprowadzania eksperymentów w domu to uczeń decydował, jak dużo chce osiągnąć i przeprowadzenia których doświadczeń się podejmie. W zależności od liczby zrobionych ćwiczeń uczeń wiedział, jaką maksymalną ocenę będzie mógł uzyskać za wykonaną pracę. W roku szkolnym 2020/2021 każdy z uczniów trzykrotnie wykonywał ćwiczenia laboratoryjne w domu. Pierwszym blokiem tematycznym było przygotowanie wskaźników kwasowo-zasadowych i badanie odczynu substancji. Drugi blok tematyczny dotyczył reakcji soli w naszym otoczeniu. Trzecia seria domowych doświadczeń związana była z tematyką reakcji związków organicznych: spalanie węglowodorów, reakcje kwasów karboksylowych, otrzymywanie estrów. Zróżnicowanie doświadczeń, które przeprowadzał uczeń, uwzględniało także dostępność substancji niezbędnych do ich wykonania. Najprostsze eksperymenty wymagały użycia substancji dostępnych w gospodarstwach domowych (soda, ocet, gaz ziemny, preparat do udrażniania rur, zmywacz do paznokci, etanol, skrobia itp.). Oprócz nauki danego procesu za pomocą obserwacji przebiegu doświadczenia uczeń dostrzegał wykorzystanie chemii w życiu codziennym człowieka. Pozostałe doświadczenia wymagały użycia bardziej specjalistycznych substancji (np. kwas borowy, sól gorzka, aceton, kwas fosforowy (V)), których przeważnie w domach nie ma, niemniej jednak można je dostać w sklepach budowlanych, aptekach lub otrzymać samodzielnie na drodze transformacji innych substancji. Samo zdobycie odczynników niezbędnych do wykonania niektórych doświadczeń wymagało dużego zaangażowania ucznia.

W celu większego zmotywowania uczniów do przeprowadzania eksperymentów i uczenia się chemicznych treści przyrodniczych ogłoszony został konkurs na najbardziej dociekliwy duet badaczy w poszczególnych

klasach. Uzyskane przez uczniów oceny były przeliczane na punkty. Cyfrowe oznaczenie danego stopnia było równe liczbie przyznawanych punktów. Dwoje uczniów z każdego oddziału, którzy zebrali największą liczbę punktów, otrzymywali nagrodę rzeczową. Zaproponowana przez nauczyciela nagroda miała być atrakcyjna i posiadać walory dydaktyczne. Ogólnodostępność nagrody, np. książki, biletu wstępu do muzeum, instytucji kultury/nauki, mogła niewystarczająco zachęcać uczniów do rywalizacji, gdyż każdy może nabyć wspomnianą rzecz. Zaproponowano zatem w ramach nagrody zestawy małego chemika. Stworzenie takiego zestawu i wyposażenie go w substancje, które pospolicie nie występują w naszym otoczeniu, oraz podstawowy sprzęt laboratoryjny stanowiły o atrakcyjności nagrody. Dodatkowo zestaw posiadał walory edukacyjne, gdyż przeprowadzenie doświadczeń z jego użyciem umożliwiałoby poznanie nowych zagadnień przyrodniczych, nieujętych w podstawie programowej. Zaproponowanie nagrody w takiej formie wiązało się z koniecznością uzyskania zgód rodziców/opiekunów uczniów na przekazanie im zestawów.

Wnioski i rekomendacje

Z dokonanej obserwacji pedagogicznej oraz analizy uzyskanych informacji zwrotnych wynika, że uczniowie chętnie przystępowali do wykonywania doświadczeń w domu. Zdecydowana większość uczniów (ponad 95%) podejmowała zadania w formie eksperymentu. Uczniowie o niskim stopniu motywacji ograniczali się do wykonania najprostszych doświadczeń pozwalających uzyskać im ocenę pozytywną. Uczniowie, którzy wykazywali wysoki poziom motywacji, zaangażowali się w przeprowadzanie prac laboratoryjnych, włączając się jednocześnie w starania o wygraną nagrody. Pozytywnie wykonywanie doświadczeń przez uczniów w domu ocenili ich rodzice, a także duże uznanie zyskały zestawy małego chemika

wręzione uczniom najbardziej zaangażowanym w proces poznawania zjawisk i procesów przyrodniczych na drodze doświadczeń i eksperymentów.

W opiniach uczniów przeprowadzanie doświadczeń stanowiło urozmaicenie edukacji zdalnej oraz pozwalało utrwalić zagadnienia omawiane na lekcji. W odniesieniu do przeprowadzonych badań i wyciągniętych wniosków należy pamiętać o zaplanowaniu doświadczeń w pracy dydaktycznej. Niezależnie od trybu nauczania zdalnego bądź stacjonarnego przeprowadzanie przez uczniów eksperymentów powinno stanowić nieodłączny element uczenia się treści przyrodniczych. Zadając pracę laboratoryjną uczniom, trzeba pamiętać, aby zaproponować doświadczenia, które można wykonać z użyciem substancji występujących w gospodarstwie domowym lub łatwo dostępnych, pokazując tym samym praktyczny aspekt poszerzania swoich wiadomości i zdobywania umiejętności w ramach tego przedmiotu. Stosowanie różnorodnych metod nauczania nie tylko czyni lekcje bardziej atrakcyjnymi, ale i w pozytywny sposób oddziałuje na ucznia i zwiększa jego motywację do uczenia się zagadnień przyrodniczych. Warto zadbać także o element, jakim jest nagroda. Poza oceną za wykonaną pracę niezbędne jest zachęcanie do nagrodzenia najbardziej aktywnych i zaangażowanych badaczy zestawami małego chemika lub zorganizowanie lekcji otwartej z pokazami chemicznym, w których przebieg zostaną zaangażowani chętni uczniowie. Istotne jest, aby pamiętać, że to działania i rola nauczyciela są kluczowe w kształtowaniu postaw i motywacji przyszłych pokoleń.

Bibliografia

- Burewicz, A., Gulińska, H. i in. (1993). *Dydaktyka chemii*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Czaja, M., Nowicki, W. (2012). Co można zrobić, aby zwiększyć motywację uczniów – badania ankietowe. W: M. Nodzyńska, P. Cieśla, I. Stawoska (red.), *Badania w dydaktyce chemii* (s. 24–25). Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny.

- Cywińska, M. (2012). Rozwijanie motywacji uczniów do nauki. *Studia Edukacyjne*, 20, 153–166.
- Dyrda, B. (2006). Motywowanie uczniów do nauki – zadanie współczesnego nauczyciela. *Chowanna 1*, 121–131.
- Gałąj, M. (2011). *Motywacja uczniów do uczenia się chemii – polska scena*. Chemistry Is All Around Us Network. Pobrano z <https://chemistrynetwork.pixel-online.org/>.
- Jagielska, K. (2020). Edukacja zdalna w sytuacji pandemii w doświadczeniach uczniów szkół średnich. W: N. G. Pikuła, K. Jagielska, J. M. Łukasik (red.), *Wyzwania dla edukacji w sytuacji pandemii COVID-19* (s. 95–116). Kraków: Scriptum.
- Krzeczowska, M., Cieśla, P. (2012). Badanie możliwości wykorzystania spektroskopii UV/VIS podczas lekcji chemii w gimnazjum. W: M. Nodzyńska, P. Cieśla, I. Stawoska (red.), *Badania w dydaktyce chemii* (s. 92–95). Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny.
- Madalińska-Michalak, J. (2020). Nauczanie zdalne i edukacja nauczyciela – wyzwania. W: N. G. Pikuła, K. Jagielska, J. M. Łukasik (red.), *Wyzwania dla edukacji w sytuacji pandemii COVID-19* (s. 13–29). Kraków: Scriptum.
- Nodzyńska, M., Paśko, J. R. (2012). Projektowanie doświadczeń wspomaganych komputerowo jako jeden z elementów kształcenia nauczycieli chemii oraz wpływ tego typu doświadczeń na wyobrażenia uczniów o strukturze materii. W: J. Morbitzer, E. Musiał (red.), *Człowiek, media, edukacja* (s. 329–349). Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN.
- Nodzyńska, M., Cieśla, P. (2016). Interaktywne komputerowe doświadczenia w nauczaniu chemii. W: P. Bernard, I. Maciejowska (red.), *Aktualne problemy dydaktyki przedmiotów przyrodniczych* (s. 123–143). Kraków: Wydział Chemii UJ.
- Nodzyńska, M. (2012). Dydaktyka a metodyka – między teorią a praktyką nauczania. W: M. Nodzyńska, P. Cieśla, I. Stawoska (red.), *Badania w dydaktyce chemii* (s. 5). Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny.
- Paśko, J. R., Cieśla, P. (2006). Porównanie osiągnięć uczniów przy zastosowaniu rzeczywistych doświadczeń a ich filmowych wersji. W: D. Kričfaluši, M. Mucha (red.), *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie* (s. 187–190). Ostrava: Ostravská Univerzita v Ostravě.
- Szkoła Naszych Marzeń (2020). *Dobre i Słabe strony zdalnej edukacji. Raport z badania ankietowego na temat zdalnej edukacji przeprowadzonego w szkoła podstawowych i ponadpodstawowych na terenie miasta Konina*. Pobrano z: https://www.konin.pl/files/dokumenty/szkola_naszych_marzen/zdalna_edukacja_wyniki_raport.pdf

Zastosowanie doświadczeń i eksperymentów w nauczaniu chemii i biologii

PATRYK KACHEL*

Chrześcijańska Szkoła Podstawowa z Oddziałami Integracyjnymi „Emmanuel”

Artykuł poświęcony jest charakterystyce i pozytywnym efektom wykonywania doświadczeń i eksperymentów podczas lekcji biologii i chemii na poziomie szkoły podstawowej. Autor artykułu zwraca uwagę na efektywność realizacji procesu nauczania i uczenia się, gdy uczniowie samodzielnie planują, wykonują, opisują doświadczenia, a następnie przeprowadzają wnioskowanie. Sprzyja to procesowi edukacyjnemu oraz pozwala utrzymać koncentrację uczniów, a także pozytywnie wpływa na zainteresowanie ich przedmiotami przyrodniczymi. W opracowaniu opisano przykłady doświadczeń chemicznych i biologicznych, które obrazują liczne procesy zachodzące w przyrodzie, takie jak: trawienie, sublimacja, resublimacja, reakcje egzoenergetyczne, wykrywanie białek, tłuszczów, cukrów itp. Autor zwraca uwagę na możliwość integracji wiadomości z biologii i chemii, a dzięki dokładnemu opisowi eksperymentów, obrazuje, w jaki sposób w jednym doświadczeniu można wyróżnić zarówno właściwości chemiczne, jak i biologiczne danych substancji.

SŁOWA KLUCZOWE: biologia, chemia, dydaktyka, nauczanie, uczenie się, doświadczenie, eksperyment, obserwacja, przyroda

The use of experiences and experiments in teaching chemistry and biology

The article is devoted to the characteristics and positive effects of performing experiments during biology and chemistry lessons at primary school level. The author of the article draws attention to the effectiveness of the teaching and learning process when students independently plan, carry out, describe experiences and then carry out the reasoning process. This is conducive to the educational process and allows students to remain focused and has a positive impact on their interest in science subjects. The study describes examples of chemical and biological experiments that illustrate numerous processes occurring in nature, such as: digestion, sublimation, resublimation, exothermic reactions, detection of proteins, fats, sugars, etc. The author draws attention to the possibility of integrating knowledge from biology and chemistry, and thanks to

a detailed description of experiments, it illustrates how both chemical and biological properties of given substances can be distinguished in one experiment.

KEYWORDS: biology, chemistry, didactics, teaching, learning, experience, experiment, observation, nature

Wstęp

Biologia i chemia są przedmiotami, które wchodzą w skład grupy tzw. przedmiotów przyrodniczych. Przed ostatnią reformą oświatową, która odbyła się w 2017 r., w klasach IV–VI szkoły podstawowej widniała w siarce godzin także przyroda, łącząca treści programowe z biologii, chemii, geografii oraz fizyki. Obecnie pozostała ona w polskim systemie edukacji w postaci przedmiotu realizowanego przez uczniów klasy IV w wymiarze dwóch godzin tygodniowo. Przedmiot ten ma na celu zainteresowanie uczniów otaczającym ich światem i jest wstępem do nauczania biologii i geografii w klasie V. Warto zaznaczyć, że treści związane z chemią oraz fizyką są tam znacznie okrojone. Nauczyciele przyrody to najczęściej biolodzy lub geografowie, którzy realizowali na studiach specjalizację związaną z jej nauczaniem, rzadziej natomiast – chemicy i fizycy. Pomimo tego, że prowadzący jest specjalistą w swojej dziedzinie, a przyroda jest rozbita na treści kilku przedmiotów, to warto pamiętać o tym, że na obserwację, doświadczenie lub eksperyment można spojrzeć z perspektywy licznych dyscyplin naukowych. Pracując z uczniami, warto pamiętać że przedmioty przyrodnicze tworzą całość i tak naprawdę wzajemnie się uzupełniają, a szczególnie widoczne jest to w obserwacjach, doświadczeniach i eksperymentach, które można wykorzystywać i łączyć podczas nauczania biologii i chemii.

Nauczanie chemii i biologii metodą laboratoryjną – przegląd literatury

Od XIX w. w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych za kluczową metodę aktywizacji uczniów podczas lekcji uważa się doświadczenia laboratoryjne. Celem tych przedmiotów jest przede wszystkim próba opisu świata otaczającego człowieka oraz zjawisk, które w nim zachodzą. Nauczanie biologii, chemii, fizyki czy geografii jest efektywne, jeśli opiera się na wykonywaniu doświadczeń i eksperymentów, czyli na empirycznym poznaniu procesu. Niestety wielu nauczycieli podczas prowadzenia zajęć rezygnuje z ich przeprowadzania, co wynika przede wszystkim z braku odpowiedniego sprzętu, szkła laboratoryjnego czy odczynników w wyposażeniu polskich szkół. Bardzo trudne jest wykonywanie eksperymentów oraz doświadczeń w salach, które nie są do tego odpowiednio przystosowane, ponieważ wtedy zagrożone jest bezpieczeństwo uczniów, a także zniszczeniu mogą ulec liczne elementy wyposażenia klas, np. stoliki, krzesła, tablica itp. (Nodzyńska i Paško, 2012).

Chemia to przedmiot, który jest najbardziej wymagający w sferze przeprowadzania doświadczeń i eksperymentów, co dodatkowo potwierdzają liczne zapisy zawarte w podstawie programowej tego przedmiotu, np. uczeń „projektuje i przeprowadza proste doświadczenia chemiczne” (*Podstawa programowa przedmiotu chemia*, 2017, s. 10). Nauczyciele często chcą uniknąć angażowania uczniów w wykonywanie doświadczeń z powodów wymienionych w poprzednim akapicie i, aby zrealizować cele z podstawy programowej, sami wykonują doświadczenia bez ich udziału, co powoduje, że uczniowie stają się jedynie biernymi obserwatorami. Inną metodą jest włączenie na lekcji filmu edukacyjnego, który obrazuje wykonanie doświadczenia, a dzięki temu, że w dzisiejszych czasach większość wydawnictw oferuje nauczycielom bogatą bazę materiałów, staje się to dla dydaktyka alternatywą w realizowaniu podstawy programowej

z chemii. Nie będzie to jednak nigdy tak efektywna metoda jak samodzielne zaplanowanie, wykonanie i opisanie doświadczenia. Rzetelna opieka nad pracownią chemiczną wymaga również od nauczyciela dodatkowej pracy, ponieważ musi on dbać o jej wyposażenie, a także nieustannie kontrolować okres ważności oraz etykiety odczynników. Niezbędny jest również segregator, w którym nauczyciel umieszcza spis odczynników oraz karty charakterystyki substancji chemicznych. Wszystkie te dodatkowe obowiązki sprawiają, że wielu dydaktyków rezygnuje z umożliwiania uczniom podczas lekcji bezpośredniej obserwacji procesów i na ich podstawie wyciągania odpowiednich wniosków (Nodzyńska i Paśko, 2012).

Celem nauczania przedmiotów przyrodniczych jest przede wszystkim nabycie umiejętności badawczych oraz wykształcenie poszukującej postawy uczniów. Nauczyciel powinien zadawać pytania problemowe, pokazywać swoje zainteresowania i pasję poznawczą oraz zachęcać do odkrywania procesów zachodzących w przyrodzie (Dobrzyńska i Soszańska, 2017).

Podczas nauczania biologii i chemii bardzo dużo czasu poświęca się na rozwiązywanie zdań, ponieważ jest to bardzo istotny element dydaktyki. Czasami jednak odnosi się wrażenie, że celem nauki jest pozytywne zdanie końcowych egzaminów, np. matury, a nie zdobycie wiadomości czy też praktycznych umiejętności związanych z konkretną dziedziną nauki. Nauczyciel słusznie sugeruje się wymaganiami, które stawiane są uczniom podczas rozmaitych egzaminów czy konkursów, i stara się ich przygotować w taki sposób, aby osiągnęli jak najlepsze wyniki. Ważne jest jednak, aby znaleźć tzw. złoty środek pomiędzy rozwijaniem umiejętności rozwiązywania zadań z arkusza egzaminacyjnego a doskonaleniem umiejętności obsługi sprzętu oraz szkła laboratoryjnego. Te dwa tak ważne elementy powinny się wzajemnie dopełniać, a nie wykluczać, co jednak coraz częściej dzieje się w polskich szkołach. Empiryzm podczas wykonywania doświadczeń, samodzielna możliwość dotknięcia odpowiedniego sprzętu i obserwacja tego, co dzieje się podczas wykonywania eksperymentów

bardzo pozytywnie wpływa na zapamiętywanie wyników działań wykonanych przez uczniów, co oczywiście można wykorzystać podczas pracy z arkuszem egzaminacyjnym lub konkursowym (Maciejowska, 2016).

W 2011 r. aż 22% ogólnej liczby studentów przyjętych na pierwszy rok studiów pierwszego stopnia stanowili studenci kierunków przyrodniczych, np. biologicznych, medycyny, weterynarii oraz ochrony środowiska. Zaokrąglając tę liczbę, można stwierdzić, że prawie $\frac{1}{4}$ wszystkich studentów wybiera kierunki związane z biologią i chemią. Ten właśnie wynik pokazuje, że edukację warto traktować w szerszych ramach aniżeli tylko pod kątem zdania egzaminów, dlatego niezwykle istotnym elementem jest kształtowanie w uczniu umiejętności zadawania pytań i szukania sposobów, w jaki można na nie odpowiedzieć. Nauczyciele powinni brać pod uwagę, że wiadomości, które przekazują, oraz umiejętności, którymi dzielą się z uczniami, powinny być jak najbardziej praktyczne, a nie jedynie teoretyczne, ponieważ zostaną one wykorzystane przez ich wychowanków w przyszłości. Co więcej, będą one służyły kształtowaniu postaw nie tylko w życiu szkolnym czy akademickim, ale także prywatnym (Maciejowska, 2016).

We współczesnym świecie ludzie są otoczeni reklamami, które często zawierają wybiórcze informacje związane z oferowanym przez producenta wytworem. Bardzo modne stało się promowanie zdrowego stylu życia, ludzie coraz częściej sięgają po produkty, które wydają się być tymi zdrowszymi, bądź wybierają te bardziej prośrodowiskowe. Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych powinni wyrobić w uczniach nawyk i umiejętność krytycznego myślenia, ponieważ na dorosłym człowieku ciąży brzemień podejmowania decyzji na podstawie faktów, a nie opinii. Często w środkach masowego przekazu powielane są informacje o zmianach klimatycznych, klonowaniu, badaniach DNA, nowych lekach bądź odnawialnych źródłach energii. Warto mieć na uwadze, że uczniów kształcimy dla świata w przyszłości (Maciejowska, 2016) i powinni być oni

przygotowani na życie, którego nikt z nas jeszcze nie zna. Należy pamiętać o tym, że wiele wiedzą oni z prasy, telewizji oraz internetu – mediów, które bardzo ułatwiają dostęp do wszelkich informacji. Ważne jest, aby uczniowie czerpali informacje z rozmaitych źródeł, które są sprawdzone, a nie jedynie powielają niezbadane bądź nieprawdziwe wiadomości, i łączyli je z materiałem edukacyjnym omawianym podczas lekcji, dzięki czemu można weryfikować i uzupełniać ich wiedzę (Bartoszewicz i Gluńska, 2013).

Liczne badania prowadzone na świecie udowadniają, że procesy nauczania i wzbudzania zainteresowania dają lepsze wyniki, gdy uczniowie sami poszukują odpowiedzi na pytania zadane przez nauczyciela (Chi i in., 2001). Najbardziej efektywną metodą nauczania przedmiotów przyrodniczych będzie w takim razie zachęcanie uczniów do wykonywania doświadczeń, ponieważ to one pokazują procesy zachodzące w przyrodzie i w otaczającym człowieka środowisku. Do przeprowadzenia eksperymentu nauczyciel nie musi wykorzystywać dużej ilości drogich preparatów, ponieważ obecnie wiele doświadczeń wykonuje się w mikroskali, aby zaoszczędzić odczynniki oraz umożliwić jak największej liczbie uczniów obserwację danego doświadczenia. To właśnie dzięki niej będą w stanie wyciągnąć istotne wnioski (Panek i Sporny, 2010).

Fundamentem w nauczaniu chemii jest z całą pewnością eksperyment, czyli odwołanie do empirycznego poznania towarzyszących zjawisk, ale nie musi być to nudny pokaz umiejętności nauczyciela. Ciekawym pomysłem może być przedstawienie uczniom kuchni jako analogii do prostego laboratorium chemicznego, a przepisy na różne potrawy można przyrównać do instrukcji wykonywania doświadczeń laboratoryjnych, przedstawiając przy tym „domową chemię”, czyli doświadczenia chemiczne, które zachodzą dookoła nas (Panek i Sporny, 2010). We współczesnym świecie warto poświęcić chwilę na przeczytanie etykiet produktów spożywczych, które można potraktować jako nauczanie przez badanie i rozumowanie w naukach przyrodniczych (Bartoszewicz i Zahorska, 2018). Wykonywanie

doświadczeń i eksperymentów ma duży wpływ na integrację zespołu klasowego, a uczniowie najczęściej wykonują doświadczenia w grupach, dzięki czemu mogą nauczyć się zasad współpracy, wymieniać się wiedzą oraz doskonalić umiejętności pracy w zespole. Kształcenie w ten sposób jest istotnie związane z procesem negocjacji, komunikacją między kolegami i koleżankami i ich współpracą (Klus-Stańska i Nowicka, 2006).

Podstawy programowe biologii i chemii a doświadczenia i eksperymenty

Podczas analizy podstawy programowej chemii z roku 2017 dla szkół podstawowych już na samym początku można przeczytać, że „jest ona przedmiotem eksperymentalnym, a duży nacisk kładzie się na umiejętności związane z projektowaniem i przeprowadzaniem doświadczeń. Interpretacja wyników i formułowanie wniosków na podstawie przeprowadzonych obserwacji mają służyć wykorzystaniu zdobytej wiedzy do identyfikacji i rozwiązywania problemów” (*Podstawa programowa przedmiotu chemia*, 2017, s. 10).

Ogólne cele kształcenia zawarte w podstawie programowej przypisują duże znaczenie bezpiecznemu posługiwaniu się sprzętem laboratoryjnym, projektowaniu i przeprowadzaniu doświadczeń, rejestracji wyników w postaci obserwacji i wniosków oraz przestrzeganiu zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, wszystkie natomiast prowadzą do tego, aby nadać chemii nauczanej w szkole wymiar typowo laboratoryjny. Dlatego właśnie tak ważne jest, aby podczas zajęć z uczniami stosować wyżej wymienione metody i techniki. W wymaganiach szczegółowych podstawy programowej chemii zawarte są informacje m.in. o sporządzaniu różnego rodzaju roztworów, poznaniu sposobów na rozdzielanie mieszanin, wykonywaniu doświadczeń ilustrujących zjawisko fizyczne i reakcję chemiczną, badaniu

rozpuszczalności substancji w wodzie, rozpoznawaniu odczynu roztworu za pomocą wskaźnika, badaniu zachowania się białka pod wpływem czynników fizycznych i chemicznych oraz o wielu innych (*Podstawa programowa przedmiotu chemia*, 2017). Nauczyciel musi nieustannie monitorować realizację podstawy programowej, co przekłada się na wykonywanie doświadczeń i eksperymentów w niej zawartych.

Wstęp aktualnej podstawy programowej biologii zawiera informację, że „istotą zrozumienia nauki o życiu jest wiedza praktyczna, a stawianie pytań oraz szukanie odpowiedzi, w zgodzie z metodą naukową, wymaga od ucznia nabycia szeregu umiejętności, takich jak analizowanie różnorodnych źródeł informacji, planowanie i przeprowadzanie prostych doświadczeń oraz obserwacje w szkole i w terenie” (*Podstawa programowa przedmiotu biologia*, 2017, s. 10). Wyżej wymienioną metodę naukową wprowadza się na lekcjach biologii już w pierwszym półroczu klasy V, czyli już na samym początku nauczania tego przedmiotu.

W celach szczegółowych podstawy programowej biologii można przeczytać, że „uczeń potrafi określić problem badawczy, formułować hipotezy, planować i przeprowadzać oraz dokumentować obserwacje i proste doświadczenia biologiczne” (*Podstawa programowa przedmiotu biologia*, 2017, s. 10). Warto w tym miejscu wspomnieć o bardzo istotnym elemencie podczas nauczania przedmiotów przyrodniczych, czyli o spiralizacji treści, której założenia powinny obowiązywać nie tylko na jednej jednostce lekcyjnej, ale w trakcie wszystkich lekcji na każdym etapie edukacyjnym. Omawiając poszczególne działy, należy wykonywać eksperymenty i doświadczenia wraz z uczniami, pamiętając o zasadach metody naukowej. Co ważne, im większa częstotliwość ich wykonywania, tym większa łatwość ich przeprowadzania w późniejszych latach nauki, począwszy od szkoły podstawowej, skończywszy na szkole ponadpodstawowej, w której podstawa programowa przewiduje coraz więcej różnorodnych eksperymentów. Warto zaznaczyć, że w zadaniach maturalnych

z biologii często na podstawie opisu doświadczenia należy sformułować obserwacje lub wnioski, a im wcześniej uczniowie spotkają się z metodą naukową i będą się nią posługiwać, tym wyższe wyniki w nauce będą osiągać na kolejnych szczeblach kształcenia.

Prowadzenie doświadczeń i eksperymentów podczas lekcji chemii i biologii – przykłady własnych praktyk

Nauczając chemii i biologii, autor niniejszego artykułu starał się wprowadzać nie tylko te eksperymenty, które przewiduje podstawa programowa, ale także dodatkowe doświadczenia, obrazujące przebieg oraz istotę licznych procesów biologicznych i chemicznych. Kilka przykładowych działań w tym zakresie opisano poniżej.

Bardzo prostym, a jednocześnie doskonale obrazującym proces dyfuzji doświadczeniem było umieszczenie odrobiny nadmanganianu(VII) potasu w wodzie. Wykonując ten eksperyment, korzystano zawsze ze zlewki o pojemności 1000 cm³, którą napełniono wodą, a następnie na szalce Petriego umieszczano niewielką ilość KMnO₄ i proszono chętnego ucznia o pokazanie całej klasie, jak wygląda nadmanganian(VII) potasu, zanim włożono go do wody. W ten sposób opisywano jego właściwości. Potem umieszczano sypki KMnO₄ w wodzie, obserwowano zachodzące zmiany, a następnie wspólnie wyciągano wnioski.

Doświadczeniem, które w bardzo efektywny sposób obrazowało reaktywność pierwiastków grupy pierwszej układu okresowego, było umieszczenie kawałka sodu w zlewce z odrobiną wody, co zrobiono podczas lekcji chemii. Reakcja przebiegała bardzo gwałtownie, dlatego doświadczenie wykonywano w okularach ochronnych w digestorium. Zaobserwowano ogień, który pojawia się w zlewce, a w wyniku przeprowadzonego doświadczenia uzyskano silną zasadę sodową. „Wybuch”,

który zachodził podczas tej reakcji chemicznej, był tak charakterystycznym efektem wizualnym, że bardzo pozytywnie wpłynął na zapamiętanie doświadczenia przez uczniów.

Logika i życie codzienne sprawiają, że każdy człowiek, nie tylko uczeń, jest w stanie zdefiniować takie pojęcia jak „parowanie” oraz „skraplanie” i nie potrzebuje do tego specjalistycznej wiedzy z dziedziny nauk chemicznych oraz biologicznych, jednak trudności mogą pojawiać się, gdy wprowadzone zostaną pojęcia „sublimacja” i „resublimacja”. Rozpoczynając lekcję w obrębie tej tematyki, zadawano uczniom zawsze to samo pytanie: „Czy jest możliwe bezpośrednie przejście substancji ze stanu stałego w stan gazowy, pomijając stan ciekły?”. Odpowiedzi uczniów były tak różne, że zazwyczaj przeprowadzono głosowanie, a później liczone oddane głosy i formułowano hipotezę. Celem zadanego pytania było rozbudzenie ciekawości uczniów „niespotykanymi” dla nich wcześniej procesami i zainteresowanie tematem zajęć. Następnie przeprowadzono doświadczenie: wysypano na szalkę Petriego odrobinę kryształków jodu oraz opisano jego właściwości. Warto zaznaczyć, że właśnie w tym momencie następuje integracja treści nauczanych podczas lekcji chemii i biologii, gdyż z jednej strony opisano właściwości chemiczne jodu, z drugiej strony podkreślono jego istotne znaczenie biologiczne dla człowieka, ponieważ ma on ogromny wpływ na funkcjonowanie tarczycy. Dzięki tej korelacji informacji z różnych przedmiotów z obszaru nauk przyrodniczych treści przekazywane w ramach ich nauczania uzupełniają się wzajemnie i są dużo łatwiejsze do przyswojenia przez ucznia. Następnie prosiło uczniów, aby przesykali jod do zlewki oraz napełniano kolbę kulistą zimną wodą. Po wykonaniu przez nich wyżej wymienionych poleceń włączono palnik gazowy i umieszczono na trójnogu zlewkę z kryształkami jodu, którą przykryto kolbą z zimną wodą. W celu wzmocnienia efektu zgaszono światło oraz zasunięto rolety, dzięki czemu skupiono się na tym, co dzieje się w digestorium, czyli na zjawisku sublimacji jodu. Następnie

wyłączono palnik i bardzo ostrożnie ściągnięto ze zlewki kolbę kulistą. Piękny efekt, podczas którego jod w postaci gazowej unosił się w digestorium, był z całą pewnością zjawiskiem, które uczniowie zapamiętali. Następnie pokazano uczniom zewnętrzną stronę dna kolby kulistej, na której osadziły się kryształki jodu – w ten sposób wprowadzono na lekcji pojęcie resublimacji.

W klasie VII na jednej z pierwszych lekcji chemii przygotowano doświadczenie, którego celem było przede wszystkim zainteresowanie uczniów przedmiotem oraz przypomnienie najważniejszych zasad bezpieczeństwa w laboratorium chemicznym. Jego nazwa już sama w sobie wywoływała zaciekawienie, ponieważ przygotowana została „pasta dla słonia”. Jest to doświadczenie wymagające specjalistycznego sprzętu laboratoryjnego oraz odczynników chemicznych. Na początku nalano do cylindra miarowego kilkanaście cm^3 perhydrolu, nie informując uczniów, jaką substancję umieszczono właśnie w szkle. Następnie zadano uczniom pytanie, jaka ciecz może znajdować się wewnątrz cylindra. Odpowiedzi były bardzo różne: kwas lub woda. W ten sposób odniesiono się do jednego z punktów regulaminu pracowni chemicznej, mówiącego o tym, że żadnej substancji absolutnie nie wolno kosztować. Ważnym zapisem jest także informacja, że w laboratorium każdą substancję traktujemy jako potencjalnie niebezpieczną, o czym uczniowie mogą się przekonać podczas właśnie tego doświadczenia, ponieważ bardzo łatwo pomylić żrący dla skóry perhydrol z wodą lub kwasem. Następnie poinformowano uczniów, że ciecz, która została nalana do cylindra, to trzydziestoprocentowy wodny roztwór nadtlenu wodoru, a jego niektóre właściwości tak bardzo zbliżone do właściwości wody (bezbarwna i bezwonna ciecz) stają się mylące i mogą spowodować groźne skutki. Następnie dolano do niego kilka cm^3 płynu do mycia naczyń. W kolejnym etapie doświadczenia umieszczono w zlewce kilka gramów jodku potasu. Znowu zapytano uczniów, z czym kojarzy im się ta substancja. Często padały odpowiedzi, że z solą kuchenną, cukrem

puddrem, mąką lub śniegiem. Wtedy znów odniesiono się do zasad bezpiecznego korzystania z pracowni chemicznej, a następnie poproszono wszystkich uczniów o ubranie okularów ochronnych. Szybkim ruchem przesypano jodek potasu do cylindra z perhydrolem, a reakcja nastąpiła bardzo gwałtownie. Intensywność oraz szybkość przebiegu doświadczenia budziła u uczniów ogromne emocje, ponieważ nagle powstała duża ilość piany. Dzięki temu przypominano klasie o konieczności zasuwania szyby w digestorium, która dodatkowo zabezpiecza osobę wykonującą eksperyment. Przeprowadzanie zajęć o zasadach bezpieczeństwa w pracowni chemicznej w sposób empiryczny, przy wykorzystaniu doświadczeń opierających się na gwałtownych efektach wizualnych jest dużo bardziej efektywne i lepiej wpłynie na zapamiętanie przez uczniów zachowania w laboratorium aniżeli jedynie przeczytanie regulaminu.

Podczas lekcji biologii w klasie VII na temat trawienia wykonano doświadczenie mające na celu pokazanie uczniom działania enzymów trawiennych w organizmie człowieka. Na początku lekcji, przy omawianiu funkcji wydzielniczej ślinianek, przygotowano bardzo prosty kleik skrobiowy stworzony z ciepłej wody i mąki ziemniaczanej. Do przygotowanej substancji dodano kilka kropli jodiny, która w kontakcie ze skrobią zabarwiła się na charakterystyczny kolor. Kleik rozlano do dwóch mniejszych zlewek, a następnie poproszono chętnego ucznia, aby w jednej ze zlewek umieścił próbkę swojej śliny. Szkło odłożono na parapet, a następnie teoretycznie omówiono temat, zwracając szczególną uwagę na wstępne trawienie cukrów zachodzące przy działaniu amylazy ślinowej. Pod koniec lekcji dokonano obserwacji doświadczenia i porównano próbkę badawczą (zlewkę, w której umieszczono próbkę śliny) z próbą kontrolną. Uczniowie od razu zauważyli zmianę zabarwienia i byli w stanie wywnioskować, że amylaza ślinowa obecna w ślinie rozkłada wielocukier, jakim jest skrobia. Jest to doświadczenie, podczas którego zaangażowani są uczniowie, a fakt, że jeden bądź kilkoro z nich użyło własnej śliny do jego przeprowadzenia,

sprawia, że chętniej je wykonują i zapamiętują obserwacje i wnioski. W kolejnej klasie, podczas lekcji chemii, powraca temat skrobi, omawiany jest chemizm wykonanej w klasie VII reakcji oraz wprowadzone zostaje pojęcie „hydroliza”, a empiryczne wykonanie doświadczenia z amylazą ślinową w poprzedniej klasie sprawia, że uczniowie pamiętają o nim i łatwiej łączą fakty poznane na lekcji biologii oraz chemii. Wspomniano tutaj, że jak kuchnia może być uważana za małe laboratorium chemiczne, w którym zachodzą liczne reakcje, tak organizm człowieka spełnia tę samą funkcję.

Podczas tych doświadczeń, pomimo różnych etapów edukacyjnych, następuje integracja treści nauczania na lekcjach biologii w klasie VII oraz chemii w klasie VIII. Niezwykle ważne jest, aby uczniowie mieli tego świadomość, ponieważ dzięki temu będą widzieć sens w nauce przedmiotów, oczywiście nie tylko z obszarów przyrodniczych.

Kolejnymi interesującymi doświadczeniami, które łączyły w sobie treści związane z biologią i chemią, były eksperymenty związane z wykrywaniem tłuszczów lub białek.

Na lekcję chemii, która dotyczyła tłuszczów, przyniesiono kilka białych kartek, olej, wodę, orzechy, ogórki i zamiennie kilka innych warzyw lub owoców. Następnie poproszono uczniów, aby umieścili na kartkach kroplę wody i kroplę oleju, w tym czasie pokrojono ogórka, po czym poproszono, aby uczniowie zacisnęli kartkę na ogórku tak, aby wydobyć jego miąższ. Kolejno rozdano uczniom orzechy i poproszono, aby zmiażdżyli je w kartce. Na wszystkich kartkach obserwowano plamy. Rozdano uczniom kilka suszarek do włosów i polecono wysuszenie kartek. Zaobserwowano, że kropla wody po osuszeniu znika, podobnie jest z plamą z ogórka, natomiast plama stworzona przez olej i orzechy nie znika pod wpływem ogrzewania. Na tej podstawie wywnioskowano, że ogórek składa się głównie z wody, natomiast w orzechach znajduje się dużo tłuszczu. Jest to doświadczenie bardzo proste, które można wykonać nawet w domu, więc wyposażenie pracowni nie ma w tym przypadku żadnego znaczenia. Po omówieniu

doświadczenia starano się naprowadzić uczniów na fakt, że biologia i chemia ściśle łączą się ze sobą, ponieważ podczas lekcji zbadaliśmy chemizm składników pokarmowych poznanych na lekcjach biologii.

Omawiając budowę i funkcje białek podczas lekcji biologii oraz chemii, dokładnie opisano wpływ czynników fizycznych i chemicznych, które mogą powodować denaturację białek. Przygotowano kilka produktów zawierających białko, np. ser, mięso, białko jaja kurzego, a następnie zastosowano substancje takie jak wysokoprocentowy etanol, stężony kwas i zasada. Dzięki nim w łatwy i przystępny sposób zobrazowano, w jaki sposób zachowuje się białko po kontakcie z tymi substancjami. Oprócz omówienia denaturacji zwrócono uwagę na elementy profilaktyki uzależnień i wpływu alkoholu na organizm człowieka, dzięki czemu lekcje chemii oraz biologii zintegrowały się ze szkolnym Planem Wychowawczo-Profilaktycznym. Omówiono działanie kwasu na białko i wspomniano o mechanizmach, które zabezpieczają żołądek przed negatywnym działaniem kwasu solnego, który znajduje się w tym narządzie. Ten temat jest bardzo dobrym przykładem integracji wiadomości i umiejętności z biologii oraz chemii i wykracza nawet poza ramy przedmiotów przyrodniczych, dzięki czemu można kształtować w uczniach odpowiednie postawy, np. ciekawość świata, umiejętność zadawania pytań czy też argumentacji swojego zdania.

Kolejnym doświadczeniem, które z powodzeniem można wykonać także w domu, jest badanie odczynu roztworu za pomocą wywaru z czerwonej kapusty. Na lekcje związane z pH lub reakcją zubożenia przyniesiono czerwoną kapustę, którą pokrojono i umieszczono w dużej zlewce. Następnie zalano jej zawartość wrzątkiem i po kilku minutach wywar z czerwonej kapusty był gotowy – miał on bardzo charakterystyczny fioletowy kolor. Później poproszono uczniów o przygotowanie wodnego roztworu wodorowęglanu sodu (sody oczyszczonej) oraz nalania do kolejnej zlewki octu. Nalano kilka cm^3 wywaru z czerwonej kapusty do

obu zlewek. Zaobserwowano, że w zlewce z sodą oczyszczoną roztwór zabarwił się na niebieski lub zielony kolor, natomiast w zlewce z octem – na czerwony. Wprowadzono wtedy pojęcie kwasów i zasad, a na koniec lekcji poproszono, aby uczniowie zmieszali ze sobą zawartości dwóch zlewek, co spowodowało powstanie roztworu o fioletowym zabarwieniu. W ten sposób w uproszczeniu wprowadzono reakcję zobojętnienia. Był to kolejny przykład doświadczenia, do którego nauczyciel nie potrzebuje specjalistycznego sprzętu oraz odczynników.

Podsumowanie

W nauczaniu biologii i chemii bardzo dużą rolę odgrywa eksperymentowanie. Metody laboratoryjne sprawiają, że uczniowie są bardziej ciekawi świata oraz łatwiej przyswajają treści przyrodnicze. Doświadczenia powinny być wykonywane przez uczniów samodzielnie, jednak zawsze pod opieką nauczyciela, który czuwa nad ich bezpieczeństwem. Ważne jest, aby integrować treści nauczania z biologii i chemii, które wzajemnie się przeplatają. Istotnym elementem w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych jest dla nauczyciela znajomość podstaw programowych przedmiotów pokrewnych, ponieważ dzięki temu biologia, chemia, geografia i fizyka mogą tworzyć integralną całość i nie będą postrzegane przez uczniów jako całkowicie osobne byty.

W realizacji podstawy programowej przedmiotów biologia i chemia bardzo istotnie jest wykonywanie eksperymentów, co oznacza także przygotowywanie i przeprowadzanie obserwacji oraz wyciąganie z nich wniosków. W celu lepszego przyswojenia wiadomości i kształtowania umiejętności uczeń powinien mieć szansę przeprowadzić doświadczenia, a stosowanie innych metod, form czy sposobów realizacji poszczególnych treści programowych, np. odtworzenie filmu czy prezentacji

multimedialnej, choć stanowi wsparcie i uzupełnienie własnych działań uczniów, z całą pewnością nie będzie tak efektywne jak samodzielne wykonanie eksperymentów.

Obserwacje, doświadczenia i eksperymenty na lekcjach biologii i chemii sprawiają, że uczniowie są bardziej zaintrygowani przedmiotami przyrodniczymi i zadają więcej pytań. Chętniej uczestniczą w lekcji, są nią zainteresowani i biorą w niej aktywny udział. Wykonywanie doświadczeń i wielu aktywności związanych z przygotowaniem stanowiska pracy wymaga od uczniów np. zmiany miejsca, przeniesienia szkła itp., co z powodzeniem można traktować jako przerwę śródlekcyjną wspomagającą koncentrację. Ciekawa lekcja jest również najlepszą metodą utrzymania w klasie dyscypliny i zainteresowania uczniów.

Rekomendacje pedagogiczne i dydaktyczne

Doświadczenia chemiczne wymagają zaangażowania i poświęcenia dużej ilości czasu, który w szkole jest niestety ograniczony. Zdarzają się takie eksperymenty, w których obserwacja jest możliwa dopiero po upływie określonego czasu, a mając do dyspozycji 45 minut lekcji wykonanie niektórych jest nierealne. Wiele z nich związanych jest z chemią organiczną, a więc zagadnieniami omawianymi w klasie VIII szkoły podstawowej (*Podstawa programowa przedmiotu chemia*, 2017). Biorąc pod uwagę stosowanie metod laboratoryjnych na lekcjach chemii, należy stwierdzić, że zasadne jest umieszczanie w podziale godzin w klasach VIII dwóch godzin lekcyjnych chemii w bloku (dwie lekcje z rzędu). Dzięki temu nauczyciel na początku pierwszej lekcji może rozpocząć wykonywanie doświadczenia lub eksperymentu oraz wspólnie z uczniami postawić problem badawczy, by następnie przedstawić zagadnienia związane z tematem w sposób teoretyczny. Pod koniec zajęć uczniowie wraz z nauczycielem dokonują

obserwacji doświadczenia, na podstawie której wyciągają konkretne wnioski. Wtedy uczniowie uzyskują potwierdzenie wiadomości zdobytych podczas lekcji, a w przypadku doświadczenia, którego przebieg zachodzi w sposób nieprzewidywalny, szukają wyjaśnienia, dlaczego tak się wydarzyło. W ten sposób przekazywane są nie tylko wiadomości, ale także doskonalone umiejętności uczniów.

Wykonywanie obserwacji, doświadczeń i eksperymentów sprzyja również realizacji w szkołach oceniania kształtującego, ponieważ uczniowie na każdym etapie ich przeprowadzania otrzymują od nauczyciela informację zwrotną, czy dane czynności wykonali poprawnie. Jeżeli dana czynność została wykonana błędnie, to nauczyciel ma możliwość udzielenia uczniowi wskazówek, jak przeprowadzić doświadczenie w sposób prawidłowy.

Bibliografia

- Bartoszewicz, M., Głuńska H. (2013). *Nauczanie uczenia się chemii z wykorzystaniem doświadczeń domowych SSC oraz TI jako kształtowanie badawczego sposobu myślenia*. Kraków: Człowiek – Media – Edukacja.
- Bartoszewicz, M., Zahorska A. (2018). *Samodzielne myślenie uczniowskie w rozpoznaniach badawczo – innowacyjnych w dydaktyce chemii*. Pobrano z: forumoswiatowe.pl
- Chi, M. T. H., Silver, S., Jeong, H., Yamauchi, T., Hausmann, R. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25(4), 471–533.
- Dobrzyńska, M., Soszańska, B. (2017). *Nauczanie eksperymentalne*. Centrum Edukacji Obywatelskiej.
- Klus-Stańska, D., Nowicka, M. (2006). Nauczyciele na drodze awansu zawodowego – między pozorem a profesjonalizacją. *Problemy Wczesnej Edukacji*, 3(1), 51–61.
- Maciejowska, I. (2016). Niezmiennosc nauki. Chemia – czego i po co uczyć w szkołach?. *Refleksje: zachodniopomorski Dwumiesięcznik Oświatowy*, 3, 39–43.
- Nodzyńska, M., Paśko, J. R. (2012). *Projektowanie doświadczeń wspomaganych komputerowo jako jeden z elementów kształcenia nauczycieli chemii oraz wpływ tego typu doświadczeń na wyobrażenia uczniów o strukturze materii*. Kraków: Człowiek – Media – Edukacja, Katedra Technologii i Mediów Edukacyjnych Uniwersytetu Pedagogicznego im. KEN.
- Panek, D., Sporny, Ł. (2010). *Nietypowy sposób eksperymentowania w szkolnej pracowni chemicznej*. Toruń: Chemia * Dydaktyka * Ekologia * Metrologia.

Podstawa programowa kształcenia ogólnego z komentarzem – biologia (2017). Warszawa: MEN, ORE. Pobrano z <https://www.ore.edu.pl/wp-content/uploads/2017/05/biologia.-pp-z-komentarzem.-szkola-podstawowa.pdf>

Podstawa programowa kształcenia ogólnego z komentarzem – chemia (2017). Warszawa: MEN, ORE. Pobrano z <https://www.ore.edu.pl/nowa-podstawa-programowa/PRZYRODA,%20BIOLOGIA,%20CHEMIA,%20FIZYKA/Podstawa%20programowa%20kształcenia%20ogólnego%20z%20komentarzem.%20Szkoła%20podstawowa,%20chemia.pdf>

Poznaj – Polubisz

Przez poznanie lokalnych gatunków do poszerzenia wiedzy i umiejętności biologicznych uczniów

Muszka owocowa jako modelowy obiekt badań

GABRIELA GOŁĘBIOWSKA-PALUCH*

Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

Artykuł dotyczy muszki owocowej z rzędu muchówek. To niewielkie (2–3 mm) zwierzę bezkręgowce jest nie tylko dobrze znane z powodu powszechnego występowania w środowisku naturalnym i w otoczeniu człowieka, ale równocześnie ważnym organizmem modelowym do badań biologicznych. Muszka owocowa była także jednym z pierwszych zwierząt wykorzystywanych w lotach balonowych w górne warstwy atmosfery oraz pierwszym zwierzęciem umieszczonym w przestrzeni kosmicznej (20 lutego 1947 r.). Artykuł omawia m.in. zachowania godowe owada i jego cechy genetyczne.

SŁOWA KLUCZOWE: muszka owocowa, drozofila, muchówki, octówka

Fruit fly as a model research object

An article about a fruit fly from the order Diptera. This small (2–3 mm) invertebrate animal is not only well-known due to its common occurrence in the natural environment and around humans, but is also an important model organism for biological research. The fruit fly was also one of the first animals used in balloon flights into the upper atmosphere and the first animal placed in space (February 20, 1947). The article discusses, among others: insect mating behavior and its genetic features.

KEYWORDS: fruit fly, drosophila, flies, vinegar fly

*E-mail: gabriela.golebiowska-paluch@up.krakow.pl
ORCID: 0000-0003-2038-282X

Muszka owocowa (łac. *Drosophila melanogaster* Meig.) jest gatunkiem owada z rzędu muchówek (łac. *Diptera*) z rodziny wywilżankowatych (łac. *Drosophilidae*) (Narodowe Centrum Informacji Biotechnologicznej/Taksonomia, ang. National Center for Biotechnology Information/Taxonomy). Inne spotykane nazwy tej muchy to: wywilżna karłowata, wywilżnia, wywilżanka, drozofila karłowka, drozofila, muszka wytłokowa, mniejsza muszka owocowa, owocówka oraz octówka. W środowisku naturalnym owad ten żyje w pobliżu fermentujących owoców. Pierwotnie był to gatunek afrykański, a wszystkie nieafrykańskie linie miały wspólne pochodzenie. Jego zasięg geograficzny obejmuje wszystkie kontynenty, w tym wyspy (Klepsatel i in., 2014). Taksonomicznie nie jest to prawdziwa mucha owocowa, ponieważ nie rozmnaża się w owocach rosnących na drzewach, lecz w tych, które już opadną i zaczną fermentować.

W środowisku synantropijnym można ją spotkać w zakładach przetwórstwa owoców, dokąd przywabiają muszkę zapachy takich produktów jak wino, dżemy i ocet. Natomiast nie jest szkodnikiem upraw rolnych, ponieważ, wbrew obiegowej opinii, nie odżywia się owocami i sama nie powoduje ich gnicia. Jej pokarmem są drożdże rozwijające się na dojrzałych i gniących owocach. Natomiast drozofila jest powszechnym szkodnikiem w domach, sklepach, restauracjach i innych miejscach związanych z przemysłem spożywczym, gdyż zanieczyszcza produkty owocowe. Zarówno owady dorosłe, jak i znajdujące się we wcześniejszych stadiach rozwojowych mogą być łatwo zawleczone do pomieszczeń właśnie wraz z owocami.

Ze względu na łatwość hodowli oraz cechy biologiczne już w 1901 r. Charles W. Woodworth zaproponował wykorzystanie drozofili jako organizmu modelowego. Osiem lat później została wprowadzona przez Williama Ernesta Castle'a i Thomasa Hunta Morgana do badań genetycznych. Do tej pory ta mucha jest szeroko wykorzystywana w badaniach genetycznych, fizjologicznych, behawioralnych, ewolucjonistycznych oraz w patogenezie

drobnoustrojów. Od 2017 r. przyznano aż pięć Nagród Nobla za prace naukowe z wykorzystaniem tego owada.

Muszka owocowa jest łatwa i tania w hodowli, ma szybki cykl życiowy, niewielkie wymagania pokarmowe, temperaturowe, oświetleniowe i przestrzenne. Sama wielkość owada jest mała, a więc wiele osobników zmieści się w jednym naczyniu hodowlanym, którym może być kolba, butelka lub słoik. Łatwo odróżnić samca od samicy, co ułatwia krzyżowanie. Muchy można bezpiecznie i łatwo znieczulić, np. przez schłodzenie lub produktami takimi jak FlyNap¹. Hodowla wymaga niewielkiego sprzętu, miejsca i kosztów, nawet w przypadku dużych kultur.

Cykl życiowy muszki owocowej jest krótki i zależy od temperatury hodowli; w optymalnej temperaturze, czyli 25°C, wynosi on ok. 8,5 dnia od jaja do postaci dorosłej, co sprawia, że można zbadać kilka pokoleń w ciągu kilku tygodni. Natomiast w temperaturze niższej lub wyższej od optimum czas hodowli wydłuża się na skutek stresu temperaturowego (11 dni w 22°C i 30°C, 19 dni w 18°C, 50 dni w 12°C). Czas ten może ulec wydłużeniu także w warunkach zatłoczenia lub hipoksji i wówczas pojawiające się muchy są mniejsze. Mimo przeprowadzania wielokrotnych kojarzeń zapłodnienie samicy ma miejsce tylko jeden raz w życiu – przyjmuje się, że całe jej potomstwo ma jednego ojca. Aktualne badania wskazują, że ostatni samiec, który kojarzył się z samicą, jest ojcem ok. 80% jej potomstwa. Potomstwo jest liczne, jedna samica składa aż do 100 jaj dziennie, a więc nawet do 2000 jaj w ciągu swojego życia (przeciętnie 400). Samice składają jaja (zarodki), po ok. 5 na raz, w gnijących owocach lub innym odpowiednim materiale, takim jak rozkładające się grzyby i soki. Aby zapobiec utonięciu, jaja wyposażone są w filamenty przytwierdzające je

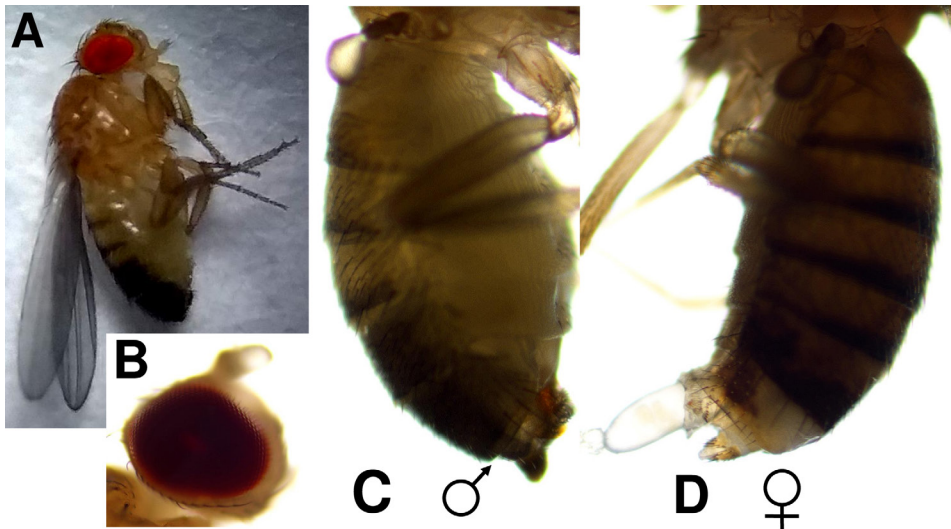
¹ Przygotowanie i prowadzenie hodowli drozofila opisano w osobnych materiałach zawartych w tym numerze.

do podłoża. Jajo ma białawy kolor, a od zewnątrz jest chronione błoną zwaną chorionem.

Muszka owocowa jest owadem holometabolicznym, a więc przechodzi pełną metamorfozę. Na jej cykl życiowy składa się pięć stadiów rozwojowych: jajo, zarodek (embrion), larwa, poczwarka oraz postać dorosła (Markow, 2015). Zygota powstała z połączenia haploidalnych (1n) gamet – komórki jajowej i plemnika jest diploidalna (2n) i już kilka minut po zapłodnieniu podejmuje podziały mitotyczne. W warunkach optymalnej temperatury z dużych jaj o długości ok. 0,5 mm po 12–15 godzinach wylęgają się larwy typu czerw. Następnie rosną one przez ok. 4 dni, podczas dwukrotnego linienia, do larw znajdujących się w drugim i trzecim stadium rozwojowym, które rozwijają się odpowiednio ok. 24 godziny i 48 godzin po wykluciu z jaja. W tym czasie larwy żywią się mikroorganizmami rozkładającymi owoce, a także cukrem zawartym w samym owocu. Matka umieszcza swój kał na woreczkach jajowych, aby ustalić ten sam skład mikrobiologiczny w jelitach larw. Rozwinięte larwy (do 4,5 mm) zamykają się w poczwarcie, która tworzy z kutikuli twardniejącą i ciemniejącą osłonę zwaną puparium. W niej znajduje się komora – wypełniona powietrzem przestrzeń, umożliwiająca wzrost podczas czterodniowego przeobrażenia (metamorfozy). Po tym czasie przez otwór w puparium wylaniają się dorosłe osobniki. Już po 8–12 godzinach po przepoczwarczeniu osobniki dorosłe (imago) są zdolne do rozmnażania. Początkowo mucha jest wydłużona, jasno zabarwiona i z nierozciągniętymi skrzydłami. W optymalnych warunkach długość życia *D. melanogaster* wynosi ok. 50 dni od złożenia jaja do śmierci.

Formy dorosłe mają wyraźne cechy fenotypowe uwarunkowane genetycznie, co ułatwia obserwację wyników eksperymentu oraz rozróżnienie płci. Dzięki muszki owocówki są żółtobrązowe, mają ceglastoczerwone oczy i poprzeczne czarne pierścienie na odwłoku (stąd nazwa gatunku *melanogaster* – „czarnobrzucha”). Mają lirowate skrzydła, ułożone wzdłuż

ciała i wystające poza nie (zdjęcie 1 A, B). Ceglastoczerwony kolor oczu muszki typu dzikiego pochodzi od dwóch pigmentów: ksantommatyny, która jest brązowa i jest pochodną tryptofanu, oraz drosopteryny, które są czerwone i są pochodnymi trójfosforanu guanozyny. Drozofile wykazują dymorfizm płciowy; samice mają ok. 2,5 mm długości, a samce są nieco mniejsze. Cechą pozwalającą odróżnić samca od samicy są różnice w kolorze – samce mają wyraźną ciemną plamę na odwłoku, na skutek zlania się prążków, w przeciwieństwie do samicy. Plama i prążki są mniej zauważalne u niedawno wylęgłych muszek. U samców dwa ostatnie segmenty odwłoka są zlane, a odwłok samicy składa się z siedmiu widocznych segmentów. Samce posiadają ponadto grzebień płciowy (rzęd ciemnego włosia na stępie pierwszej nogi) oraz wiązkę kolczastych włosów (zapinek) otaczających części reprodukcyjne używane do przyczepiania się do samicy podczas krycia. Odwłok samca jest bardziej zaokrąglony, a u samicy większy, lirowaty o ostrym zakończeniu, zakończony pokładką do składania jaj (zdjęcie 1 C, D).



Zdjęcie 1. Cechy fenotypowe muszki owocowej typu dzikiego: A – pokrój i zabarwienie samca, B – kształt i kolor oka; C – odwłok samca, D – odwłok samicy (fot. G. Gołębiowska-Paluch)

Zachowania godowe muszek owocowych są także przedmiotem badań ze względu na swoją złożoność oraz procesy adaptacji i uczenia się. Samce rozróżniają samce i samice tego samego gatunku i kierują uporczywie zaloty preferencyjnie do samic dzięki specyficznemu dla samicy feromonowi płciowemu, który jest głównie wytwarzany przez tergity samicy. Samce much śpiewają samicom podczas zalotów, używając skrzydeł do generowania dźwięku, a niektóre z zachowań seksualnych zostały scharakteryzowane pod względem genetycznym. Zarówno samce, jak i samice drozofila mogą zachowywać się poligamicznie, mając wielu partnerów seksualnych w tym samym czasie. W przypadku samców kojarzenie z wieloma partnerkami zwiększa ich sukces reprodukcyjny przez zwiększenie różnorodności genetycznej ich potomstwa. Ta korzyść jest zaletą ewolucyjną, ponieważ zwiększa prawdopodobieństwo, że część z potomstwa będzie miała cechy, które zwiększą ich przystosowanie do środowiska. Embriogeneza tego zwierzęcia jest także szeroko badana, ponieważ mały rozmiar owada, jego krótki czas generacji i duża wielkość poczwarki sprawiają, że idealnie nadaje się do analiz genetycznych. Jest również wyjątkowy wśród organizmów modelowych, ponieważ pierwsze podziały występują w syncytium. Mianowicie po zapłodnieniu komórki jajowej wczesny zarodek (lub zarodek syncytialny) przechodzi szybką replikację DNA i 13 mitotycznych podziałów jądrowych (kariokinetycznych), bez podziałów cytoplazmy (cytokinezy), aż w nierozdzielonej cytoplazmie zarodka zgromadzi się ok. 5000 do 6000 jąder komórkowych. Dopiero po 13. podziale błony komórkowe powoli wnikają, dzieląc syncytium na pojedyncze komórki somatyczne. Po zakończeniu tego procesu rozpoczyna się gastrulacja.

Układ odpornościowy *D. melanogaster* można podzielić na dwie odpowiedzi: humoralną ogólnoustrojową oraz komórkową związaną z bezpośrednią aktywnością komórek krwi (hemocytów), które są analogiczne do monocytów/makrofagów ssaków. Drozofila ma narząd zwany

„ciałem tłuszczowym”, który jest analogiczny do ludzkiej wątroby. Jest on głównym narządem wydzielniczym i po zakażeniu wytwarza kluczowe cząsteczki odpornościowe. W przeciwieństwie do ssaków muszki owocowe mają wrodzoną odporność, ale brakuje im adaptacyjnej odpowiedzi immunologicznej, stąd owad ten jest klasycznym modelem do badania wrodzonego układu odpornościowego, szczególnie że podstawowe procesy z nim związane wykazują podobieństwo pomiędzy muszkami owocowymi a człowiekiem.

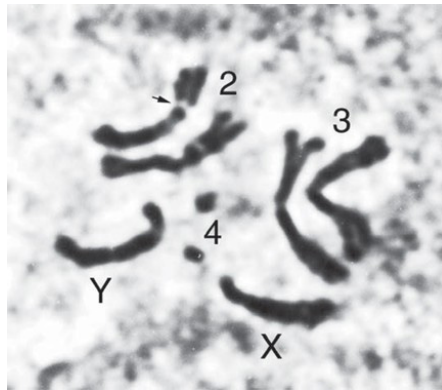
Około dwie trzecie mózgu drozofila zajmuje się przetwarzaniem bodźców wzrokowych i chociaż rozdzielczość przestrzenna ich wzroku jest znacznie gorsza niż u ludzi, ich rozdzielczość czasowa jest ok. dziesięciokrotnie lepsza. Oko muszki owocowej jest zbudowane z 760 jednostkowych oczu (ommatidiów) i jest jednym z najbardziej zaawansowanych wśród owadów. Na każde ommatidium składa się 8 komórek fotoreceptorowych (R1-8) – 6 wewnętrznych i 2 zewnętrzne, które zawierają opsynę. Prócz tego zawiera ono komórki podporowe, komórki barwnikowe i rogówkę. Muchy typu dzikiego mają czerwone komórki pigmentowe, które służą do pochłaniania nadmiaru niebieskiego światła, dzięki czemu mucha nie jest oślepiana przez światło otoczenia. Oczy są wrażliwe nawet na niewielkie różnice w natężeniu światła i owady instynktownie odlatują po wykryciu cienia lub innego ruchu. Muszki owocowe używają zmodyfikowanej wersji filtrów Blooma do wykrywania nowości zapachowych z dodatkowymi cechami, takimi jak podobieństwo nowego zapachu do wcześniej doświadczanych oraz czas, jaki upłynął od poprzedniego doświadczenia tego samego zapachu.

Podobnie jak w przypadku większości owadów często w czasie zalotów do samicy i podczas rywalizacji o zasoby występują agresywne zachowania samców, które obejmują unoszenie skrzydeł i nóg w kierunku przeciwnika oraz atakowanie całym ciałem. To z kolei powoduje uszkodzenie skrzydeł, co zmniejsza ich sprawność, pozbawiając zdolności do latania

i łączenia się w pary (Zwarts i in., 2012). Samce much wydają dźwięki ukazujące agresję – impulsy pojawiające się w dłuższych odstępach czasu, aby zakomunikować swoje zamiary. Oprócz słuchu inną modalnością sensoryczną, która reguluje agresję, jest sygnalizacja feromonowa, która działa przez układ węchowy lub układ smakowy. Stwierdzono, że na większą skalę to pożywienie wyznacza granice terytorium, ponieważ zaobserwowano, że muchy są bardziej agresywne na fizycznym obwodzie jedzenia. *Drosophila* wykazuje także zachowania pielęgnacyjne, które są wykonywane w określonej sekwencji, najpierw z użyciem przednich nóg do czyszczenia oczu, a następnie głowy i czułków. Używając tylnych nóg, mucha potem przystępuje do pielęgnacji brzucha, a na końcu skrzydeł i tułowia. W całej tej sekwencji okresowo pociera nogi o siebie, aby pozbyć się nadmiaru kurzu i zanieczyszczeń, które gromadzą się podczas procesu pielęgnacji. Podobnie jak wiele innych owadów sześcionożnych muszka zazwyczaj chodzi na trójnogu. Oznacza to, że 3 nogi poruszają się razem, podczas, gdy pozostałe 3 pozostają nieruchome lub w pozycji. Analizy sugerują, że *drosophila* może wykazywać kompromis między najbardziej stabilnym i najsolidniejszym chodem przy danej prędkości chodzenia. Muszki owocowe latają prostymi sekwencjami ruchów przeplatanyymi szybkimi zwrotami zwanymi sakkadami, wyczuwając prądy powietrza za pomocą włosów na grzbiecie. Podczas tych obrotów mucha jest w stanie obrócić się o 90° w mniej niż 50 milisekund. Jest też jednym z nielicznych zwierząt (poza nicieniem), u których dostępne są szczegółowe obwody neuronowe dla całego mózgu (konektom) na poziomie przedziałów mózgowych i łączących się dróg neuronów. Przeprowadzono gęste rekonstrukcje wszystkich neurytów na dużą skalę, a dzięki zastosowaniu mikroskopii elektronowej ukazano różnice ultrastrukturalne pomiędzy neuronami, a także lokalizację poszczególnych synaps, dostarczając w ten sposób schemat połączeń synaptycznych między wszystkimi neurytami (Scheffer i in., 2020).

O tym jednak, że muszka owocowa stała się organizmem modelowym, zdecydowały przede wszystkim jej cechy genetyczne. Jej niewielki genom, zsekwencjonowany jako jeden z pierwszych u eukariotycznych organizmów (Adams i in., 2000), ma długość ok. 139 milionów par zasad, zawiera ok. 15 682 zidentyfikowanych genów oraz koduje 30 717 zidentyfikowanych białek (Narodowe Centrum Informacji Biotechnologicznej/Genomy; baza danych FlyBase; przeglądarka genomu i proteomu muszki owocowej). Ponad 60% genomu wydaje się być funkcjonalnym DNA niekodującym białek, zaangażowanym w kontrolę ekspresji genów. Powyżej 25% każdego chromosomu stanowi heterochromatyna zlokalizowana w części centralnej i telomerach. Większość genów znajduje się więc w euchromatynie, co ułatwia mapowanie genowe. W badaniu przeprowadzonym przez Narodowy Instytut Badań nad Genomem Człowieka (ang. National Human Genome Research Institute), porównującym genom muszki owocówki i człowieka, oszacowano, że między tymi dwoma gatunkami jest zachowanych ok. 60% genów. Ok. 75% znanych ludzkich genów powiązanych z chorobami znajduje dopasowanie w genomie muszek owocówek, a 50% sekwencji białek muszek ma swoje homologi w proteomie ssaków (Chien i in., 2002). Z tego względu drozofila jest wykorzystywana jako model genetyczny do badań nad chorobami człowieka, w tym zaburzeń neurodegeneracyjnych, choroby Parkinsona, Huntingtona i Alzheimerera, ataksji rdzeniowo-mózdkowej, do badania mechanizmów leżących u podstaw starzenia się, stresu oksydacyjnego, odporności, cukrzycy oraz raka, a także nadużywania narkotyków. U muszki występują niektóre geny zidentyfikowane u ludzi jako pełniące niezwykle ważne funkcje regulatorowe tzw. strażnika genomu, jak gen *TP53* odpowiedzialny za hamowanie rozwoju nowotworów. Z kolei mutacje w innym genie – homologu genu *WRN* u *D. melanogaster*, podobnie jak u ludzi z mutacją genu *WRN* (syndrom Wernerera), powodują zwiększone fizjologiczne oznaki starzenia, ponieważ geny te kodują białko odgrywające kluczową rolę w naprawie uszkodzeń DNA.

Genom jądrowy drozofila ($2n$) jest zorganizowany w 4 pary chromosomów (zdjęcie 2), które są w dodatku łatwo rozróżnialne w badaniach cytologicznych. Jest to para chromosomów płciowych – heterosomów X/Y oraz 6 autosomów oznaczonych jako pary II, III i IV. Szacowane fizyczne długości tych chromosomów w bazie Narodowego Centrum Informacji Biotechnologicznej są następujące: 23,5 miliona par zasad (Mbp) dla chromosomu X (I para); 3,7 miliona Mbp dla chromosomu Y; 48,8 miliona Mbp dla chromosomu II pary; 60,2 miliona Mbp dla chromosomu III pary oraz 1,3 miliona Mbp dla chromosomu IV pary (The FlyBase Consortium/Berkeley Drosophila Genome Project/Celera Genomics, GCA_000001215.4 Release 6 plus ISO1 MT). Chromosomy płciowe drozofila są zaliczane do akrocentrycznych (chromosom X) i submetacentrycznych (chromosom Y). Z kolei autosomy to duże chromosomy metacentryczne (II i III para) oraz małe telocentryczne (IV para).



Zdjęcie 2. Chromosomy samca muszki owocowej – para chromosomów płciowych (X i Y) oraz 3 pary autosomów (za Henderson, 2004)

Prócz wymienionych typów chromosomów mogą występować chromosomy politeniczne (olbrzymie) w gruczołach ślinowych, komórkach przewodu pokarmowego, cewkach Malpighiego i w komórkach tłuszczowych, które powstają przez wielokrotną replikację DNA, nieprzedzieloną

podziałami mitotycznymi, i które wskazują regiony transkrypcji – aktywności genów.

Określenie płci u drozofila następuje na podstawie stosunku chromosomów płciowych do autosomów (X: A, tabela 1), a nie z powodu obecności chromosomu Y, jak w przypadku determinacji płci u ludzi (Rideout i in., 2015). Chociaż chromosom Y jest całkowicie heterochromatyczny, zawiera co najmniej 16 genów, z których wiele uważa się za pełniące funkcje związane z płcią męską, i koduje m.in. geny niezbędne do wytworzenia plemników. Co więcej, każda komórka „decyduje”, czy być męską czy żeńską, niezależnie od reszty organizmu. Skutkuje to sporadycznym występowaniem gynandromorfów, czyli mozaik seksualnych. Można również łatwo je wytworzyć w laboratorium, zapewniając dodatkowe narzędzie do badania rozwoju i zachowania tych much. Przykładowe badania nad zachowaniem samców w trakcie zalotów wykazały, że są one kontrolowane przez mózg, i dostarczyły pierwszej wskazówki na istnienie feromonów u tego gatunku. Ponadto samce drozofila nie wykazują rekombinacji mejotycznej, co ułatwia badania genetyczne. Z kolei techniki transformacji genetycznej tego owada są dostępne już od 1987 r. Chromosom Y nie zawiera wielu genów znajdujących się na chromosomie X, stąd samiec drozofila XY jest określany pod względem tych genów jako osobnik hemizygotyczny.

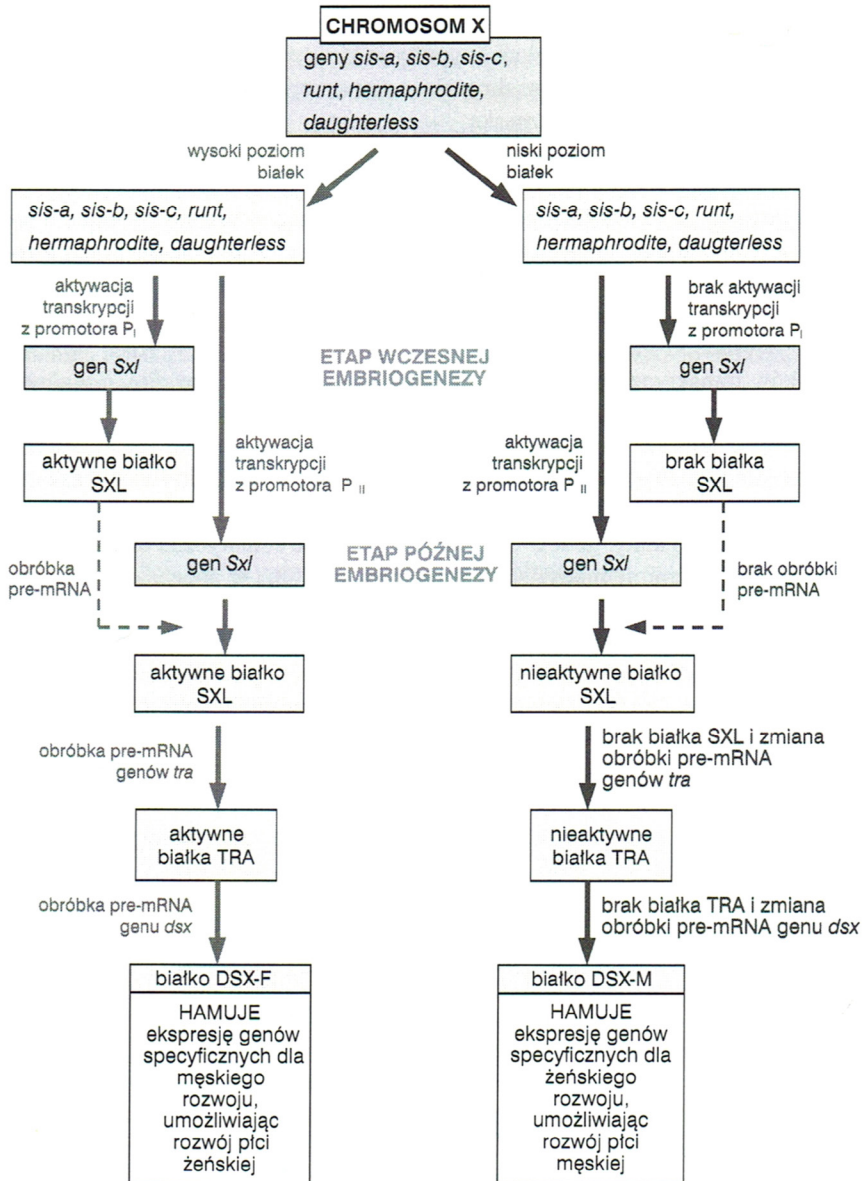
Tabela 1.

Determinacja płci u muszki owocowej w zależności od stosunku liczby chromosomów X do liczby autosomów (indeksu X/A)

| Chromosomy płci | Autosomy | Indeks X:A | Płeć |
|-----------------|----------|------------|------------------------------|
| XX | AA | 1 | Prawidłowo rozwinięta samica |
| XXX | AAA | | |
| XXY | AA | | |
| XXYY | AA | | |
| XXXX | AAAA | | |
| XY | AA | 0,5 | Płodny samiec |
| X | AA | | Sterylny samiec |
| XXX | AA | 1,5 | Metasamica (nadsamica) |
| XXXX | AAA | 1,33 | |
| XX | AAA | 0,66 | Interseks |
| XXY | AAA | | |
| X | AAA | 0,33 | Metasamiec (nadsamiec) |
| XYY | AAA | | |

Trzy główne geny są zaangażowane w określanie płci drozofila – *Sxl*, *tra* i *dsx* (rysunek 1). Sygnałem wywoławczym jest indeks X/A – to od niego prowadzi droga do alternatywnego składania RNA nadrzędnego genu regulatorowego *Sxl* (ang. *Sex lethal*). Przypuszczalnie geny zlokalizowane na chromosomie/chromosomach X przez swoje produkty białkowe tworzą wspólny aktywator wczesnego promotora P_1 genu *Sxl* we wczesnej embriogenezie, inicjując kaskadę genów różnicowania płci u drozofila. Prowadzi ona do determinacji płci komórek rozrodczych, determinacji płci somatycznej oraz mechanizmu kompensacyjnego. Ten ostatni polega na wyrównaniu poziomu ekspresji genów pomiędzy muszkami owocowymi różnych płci (u samic zachodzi transkrypcja z obu chromosomów

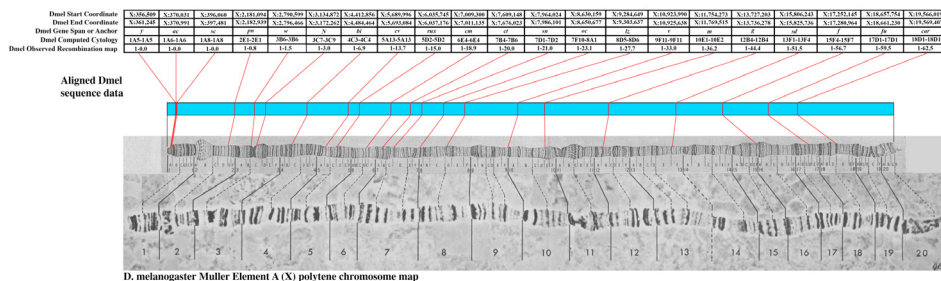
X, a u samca poziom transkrypcji z pojedynczego chromosomu X jest dwukrotnie wyższy niż z każdego chromosomu X u samicy).



Rysunek 1. Szlak determinacji płci aktywany przez gen *Sxl* u drozofila (za Sadakierska-Chudy, Dąbrowska, Goc, 2004)

Mapa powiązań genetycznych u muszki owocowej Alfreda Sturtevant'a była pierwszą udaną pracą nad mapowaniem genów i dostarcza ważnych dowodów chromosomowej teorii dziedziczenia. Mapa ta pokazuje względne pozycje cech allelicznych na drugim chromosomie. Odległość między genami (jednostki mapy w centymorganach – cM) jest równa odsetkowi zdarzeń typu *crossing-over*, które występują pomiędzy różnymi allelami. Muszka jest jednym z pierwszych organizmów użytych do analizy genetycznej, a obecnie stanowi jeden z najczęściej używanych i najlepiej poznanych genetycznie ze wszystkich organizmów eukariotycznych. Wszystkie organizmy używają wspólnych systemów genetycznych, dlatego zrozumienie procesów, takich jak transkrypcja i replikacja u muszek owocowych pomaga w zrozumieniu tych procesów u innych eukariotów, w tym u ludzi. T. H. Morgan zaczął wykorzystywać muszki owocówki w eksperymentalnych badaniach dziedziczości na Uniwersytecie Columbia w 1910 r. w laboratorium znanym jako Fly Room. Wraz ze studentami prowadził hodowlę muszek owocowych z użyciem butelek po mleku i lup ręcznych, zastąpionych następnie mikroskopami do obserwacji ich cech. T. H. Morgan i jego uczniowie ostatecznie wyjaśnili wiele podstawowych zasad dziedziczości, w tym dziedziczenie sprzężone z płcią, epistazę, allele wielokrotne i mapowanie genów. Od tej pory powstało wiele map genetycznych i fizycznych drozofila, a także map będących kompilacją obu tych mapowań (rysunek 2).

Markery genetyczne u drozofila są powszechnie stosowane w analizie dziedziczenia cech oraz konstrukcji map genetycznych, a większość fenotypów można łatwo zidentyfikować nieuzbrojonym okiem lub pod mikroskopem. Obecnie stosunkowo łatwo jest wygenerować transgeniczne muszki owocowe, opierając się na różnych technikach. Jedną z nich polega na wstawianiu obcych genów do genomu *Drosophila* przez transpozony, czyli segmenty bakteryjnego DNA, które są przenoszone do genomu muchy. Muchy transgeniczne już przyczyniły się do wielu postępów naukowych, np. modelowania takich chorób ludzkich jak choroba



Rysunek 2. Położenie wybranych genów na mapie genetycznej (ang. *Recombination map*) w cM oraz fizycznej (ang. *Start/end coordinate*) w Mbp na chromosomie X muszki owocowej. Wszystkie geny, które leżą na tym chromosomie, są sprzężone z płcią. Źródło: <http://flybase.org/maps/chromosomes/maps> (dostęp: 22.02.2023)

Parkinsona, nowotwory, otyłość i cukrzyca (Hughes i in., 2012). Na liście typowych markerów po symbolu allelu następuje nazwa genu i opis jego fenotypu (allele recesywne oznaczane są małymi literami, podczas gdy allele dominujące – wielkimi). Geny drozofila są tradycyjnie nazywane od fenotypu, który powstaje po zmutowaniu. I tak oznaczenie *Cy1* oznacza gen na skrzydła podkreślone; skrzydła te odchylają się od ciała, a lot może być nieco utrudniony. *Sb1* oznacza ściernisko, ponieważ włosie takiego owada jest krótsze i grubsze niż typu dzikiego. Z kolei *e1* oznacza kolor hebanowy, gdy ciało i skrzydła są czarne (heterozygoty są również wyraźnie ciemniejsze niż typ dziki). Oko szczelinowate *BB* ma znacznie zredukowaną liczbę ommatidiów w stosunku do oka typu dzikiego *B⁺B⁺*. Mutacje można indukować w warunkach laboratoryjnych, mogą one też powstawać spontanicznie.

Tak zwane klasyczne mutacje u drozofila dają fenotyp łatwy do odróżnienia, a równocześnie ich podłoże jest dobrze poznane. Pierwsze z nich dotyczą koloru ciała muszki owocowej. Mutacja recesywna w genie *b* została odkryta w 1910 r. przez T. H. Morgana i skutkuje ciemniejszym kolorem ciała, skrzydeł, żył i segmentów nogi. Dzieje się tak z powodu niezdolności muchy do tworzenia beta-alaniny. Fenotypowa ekspresja tej mutacji różni się w zależności od genotypu osobnika: heterozygotyczny posiadający zarówno allel genu typu dzikiego, jak i zmutowanego (*b+b*)

jest mniej ciemny niż homozygotyczny posiadający oba allele zmutowane (b,b). Ta mutacja genetyczna jest sprzężona z płcią, ponieważ miejsce (*locus*) genu b znajduje się na chromosomie X.

Inną recesywną mutację koloru ciała i skrzydeł można łatwo zidentyfikować na podstawie nietypowego żółtego pigmentu obserwowanego w naskórku dorosłych much i na gębach larw (y). Mutacja ta obejmuje następujące klasy fenotypowe: mutanty, które wykazują całkowitą utratę pigmentacji naskórka, i inne mutanty, które wykazują mozaikowy wzór pigmentu z niektórymi regionami naskórka. Rola tego genu jest zróżnicowana i odpowiada za zmiany w zachowaniu, dojrzewanie reprodukcyjne zależne od płci oraz przeprogramowanie epigenetyczne. Łatwy do zaobserwowania efekt w fenotypie (odpowiednik albinizmu u muchy) sprawia, że można ocenić, kiedy organizm ma ten gen, co ułatwia śledzenie jego dziedziczenia w pokoleniach potomnych.

Kolejne mutacje dotyczą koloru oka – jak recesywna mutacja brązowego oka bw , która wynika z niezdolności do produkcji lub syntezy pigmentów pterydynowych (czerwonych) z powodu mutacji punktowej na chromosomie II pary. Kiedy mutacja jest homozygotyczna, nie dochodzi do syntezy pigmentów pterydiny, ponieważ homozygotyczne recesywne geny kodują wadliwy enzym na początku tego szlaku. Skutkiem tego jest ciemniejszy kolor oczu, a finalny kolor defektu biochemicznego w szlaku pterydiny jest brązowy. Z kolei mutacja se – sepia skutkuje czerwono-brązowym kolorem oczu. U much dzikich ommochromy (brązowe) i drosopteryiny (czerwone) nadają oczom typowy czerwony kolor. Zmutowany gen powoduje, że muchy nie mogą wytwarzać drosopteryiny, więc oczy pozostają w kolorze sepia. Allel sepia jest recesywny, a zatem potomstwo much sepia i homozygotycznych much typu dzikiego ma czerwone oczy. Fenotyp sepia, podobnie jak ten powodowany mutacją genu bw , nie zależy od płci muchy.

Inne mutanty recesywne (v – cynober) nie mogą wytwarzać brązowych ommochromów, pozostawiając czerwone drosopteryiny tak, że oczy są

koloru promiennej czerwieni. Mutacja ta jest także sprzężona z płcią, ponieważ gen, który jest objęty defektem, leży na chromosomie X. Brązowe ommochromy są syntetyzowane z kinureniny, która jest wytwarzana z tryptofanu. Muchy Vermilion nie mogą przekształcać tryptofanu w kinureninę, a zatem nie mogą również wytwarzać ommochromów. Mutanty te żyją dłużej niż muchy typu dzikiego, co może być związane ze zmniejszoną ilością tryptofanu przekształcanego w kinureninę.

Jedną z najbardziej znanych mutacji koloru oka u muszek owocowych jest ta związana z występowaniem mutacji w genie *w*, leżącym na chromosomie X. W tym przypadku efekt białych oczu jest spowodowany brakiem dwóch pigmentów związanych z czerwonym i brązowym kolorem oczu – pterydyn (czerwonych) i ommochromów (brązowych). W styczniu 1910 r. T. H. Morgan po raz pierwszy opisał tę mutację, co zapoczątkowało eksperymenty genetyczne i mapowanie genetyczne u drozofila. Pierwsze krzyżowanie T. H. Morgana zostało przeprowadzone pomiędzy homozygotyczną samicą o oczach czerwonych z hemizygotycznym samcem o oczach białych:

I krzyżowanie

Rodzice **P**: $X^{w+}X^{w+} \times X^wY$

Gamety **G**: X^{w+} X^w, Y

Pokolenie potomne **F₁**:

| | |
|-------------------------------|-------------|
| $\text{♂} \setminus \text{♀}$ | X^{w+} |
| X^w | $X^{w+}X^w$ |
| Y | $X^{w+}Y$ |

Fenotypy muszek w F₁: samica o oczach czerwonych i samiec o oczach czerwonych (1:1).

F₂: $X^{w+}X^w \times X^{w+}Y$

Gamety **G**: $X^{w+}, X^w \quad X^{w+}, Y$

| | | |
|----------|----------------|-------------|
| ♂\♀ | X^{w+} | X^w |
| X^{w+} | $X^{w+}X^{w+}$ | $X^{w+}X^w$ |
| Y | $X^{w+}Y$ | X^wY |

Fenotypy muszek w F₂: samica o oczach czerwonych, samiec o oczach czerwonych i o oczach białych (2:1:1).

Drugie krzyżowanie, nazywane odwrotnym, T. H. Morgan przeprowadził pomiędzy homozygotyczną samicą o oczach białych z hemizygotycznym samcem o oczach czerwonych:

II krzyżowanie

Rodzice **P**: $X^wX^w \times X^{w+}Y$

Gamety **G**: $X^w \quad X^{w+}, Y$

Pokolenie potomne **F₁**:

| | |
|----------|-------------|
| ♂\♀ | X^w |
| X^{w+} | $X^{w+}X^w$ |
| Y | X^wY |

Fenotypy muszek w F₁: samica o oczach czerwonych i samiec o oczach białych (1:1).

F₂: $X^{w+}X^w \times X^wY$

Gamety **G**: $X^{w+}, X^w \quad X^w, Y$

| | | |
|-------|-------------|----------|
| ♂\♀ | X^{w+} | X^w |
| X^w | $X^{w+}X^w$ | X^wX^w |
| Y | $X^{w+}Y$ | X^wY |

Fenotypy muszek w F_2 : samica o oczach czerwonych, samica o oczach czerwonych, samiec o oczach czerwonych i samice o oczach białych (1:1:1:1).

Odmienne wyniki powyższych krzyżowań doprowadziły do wysunięcia wniosku, że barwa oczu czerwona lub biała jest sprzężona z płcią. T. H. Morgan ostatecznie odkrył, że gen podlega podobnemu wzorowi dziedziczenia, związanemu z mejotyczną segregacją chromosomu X. Dzięki tej informacji odkrył, że gen znajduje się na chromosomie X. Doprowadziło to do odkrycia genów sprzężonych z płcią, a także do odkrycia innych mutacji u drozofila. Mutacja białych oczu prowadzi do kilku wad u much, takich jak zmniejszona zdolność wspinania się, skrócona żywotność i obniżona odporność na stres w porównaniu z muchami typu dzikiego.

Muszka owocowa wykazuje szereg zachowań godowych, które umożliwiają im kopulację w danym środowisku, a tym samym przyczyniają się do ich efektywności. Po odkryciu przez T. H. Morgana, że mutacja białooka jest powiązana z płcią, badanie przeprowadzone przez Alfreda Henry'ego Sturtevanta (1915) wykazało, że białoookie samce odnosiły mniejsze sukcesy pod względem kojarzenia się z samicami niż samce typu dzikiego. Stwierdzono, że im większa gęstość pigmentacji oczu, tym większy sukces w kryciu samców. Gen *white* posiada kilkaset alleli wielokrotnych, czyli alleli, które występują w więcej niż dwóch postaciach w puli genowej populacji (w danym organizmie diploidalnym mogą występować tylko dwa allele) i są genami warunkującymi tę samą cechę, a więc zajmują to samo miejsce (*locus*) w chromosomie. Wybrane allele genu *white* wraz z ich fenotypem przedstawia tabela 2.

Tabela 2.

Wybrane allele wielokrotne genu *white* (*w*).

| Symbol allelu | Nazwa w języku angielskim | Fenotyp – barwa oczu |
|---|---------------------------|----------------------|
| W lub W ⁺ lub w ⁺ | wine | czerwone |
| w ^{co} | coral | korale |
| w ^{bl} | blood | krwiste |
| w ^e | eosin | eozynowe |
| w ^a | apricot | morelowe |
| w ^{ch} | cherry | wiśniowe |
| w ^h | honey | miodowe |
| w ^{bf} | buff | cieliste |
| w ^t | tinged | jasnożółte |
| w ^p | pearl | perłowe |
| w ⁱ | ivory | kości słoniowej |
| w | white | białe |

Poznano także źródła zmienionego fenotypu skrzydeł u muszki owocowej. Jedną z pierwszych obserwacji mutacji skrzydeł również została sporządzona przez T. H. Morgana w 1911 r., który opisał skrzydła *m* – miniaturowe jako mające podobny kształt do fenotypu typu dzikiego. Jednak miniaturowe oznaczenie muszki odnosi się do długości ich skrzydeł, które nie rozciągają się poza ciało, a zatem są znacznie krótsze (ok. półtora raza) niż u typu dzikiego. Miniatury skrzydeł mają taką samą liczbę komórek jak te typu dzikiego, jednak z powodu braku ich całkowitego spłaszczenia ogólna struktura skrzydła wydaje się krótsza. Mogą również wykazywać inne cechy odmienne od typu dzikiego, takie jak ciemniejszy i bardziej mętny kolor. T. H. Morgan zauważył również, że dziedziczenie tego fenotypu jest związane z płcią muchy i może być powiązane z dziedziczeniem innych cech zależnych od płci, takich jak białe oczy.

Inna recesywna mutacja skrzydeł *vg* – gen szczątkowy – to spontaniczna mutacja, odkryta w 1919 r. przez T. H. Morgana i Calvina Bridgesa. Skrzydła nie są w pełni rozwinięte i utraciły swoją funkcję. Od czasu odkrycia tego genu szczątkowego dokonano wielu odkryć genu szczątkowego u innych zwierząt. Jest on uważany za jeden z najważniejszych genów odpowiedzialnych za tworzenie skrzydeł, ale kiedy ulega nadmiernej ekspresji, zaczynają się tworzyć ektopowe skrzydła. Gen szczątkowy reguluje ekspresję dysków imaginalnych skrzydeł w zarodku i wraz z innymi genami reguluje rozwój skrzydeł. Zmutowany allel szczątkowy usuwa istotną sekwencję DNA wymaganą do prawidłowego rozwoju skrzydeł. Gen *vg* jest genem plejotropowym, czyli takim, którego efekt fenotypowy dotyczy jednocześnie wielu cech organizmu, ponieważ oprócz zmienionych skrzydeł obniża także żywotność i płodność muszek.

Szczególnie cenne są tzw. mutanty wielokrotne drozofila, które posiadają więcej niż jeden zmieniony gen. Jednoczesne śledzenie losów kilku genów, o łatwym do zaobserwowania fenotypie, dostarcza wielu ważnych informacji oraz stanowi podstawę do konstrukcji map genetycznych. Przykładem jest potrójny mutant muszki owocowej o ciemnym kolorze ciała, szczątkowych skrzydłach i białych oczach (zdjęcie 3).



Zdjęcie 3. Samiec muszki owocowej wykazujący fenotypowy efekt mutacji w trzech genach: czarnego ciała (*b*), szczątkowych skrzydeł (*vg*) i białych oczu (*w*) (fot. G. Gołębiowska-Paluch)

Sieć genów (interakcje transkrypcyjne i białkowe) rządząca wczesnym rozwojem zarodka muszki owocowej jest jedną z najlepiej poznanych do

tej pory, zwłaszcza wzorce rozwojowe wzdłuż osi przednio-tylnej (AP) i grzbietowo-brzusznej (DV) (Weigmann i in., 2003). Podczas rozwoju larwalnego wewnątrz larwy rosną tkanki zwane dyskami imaginalnymi, czyli specjalne grupy komórek prekursorowych, które rozwijają się, tworząc większość struktur dorosłego ciała, takich jak głowa, nogi, skrzydła, klatka piersiowa i genitalia. Czynniki biotyczne i abiotyczne doświadczane podczas rozwoju mają wpływ na alokację zasobów rozwojowych, prowadząc do zmienności fenotypowej, określanej również jako plastyczność rozwojowa, obejmująca m.in. długość owada, grubość tkanki mięśniowej i wzorce aktywności. Rozwój w temperaturze 25°C zwiększa prędkość chodu, wydajność termiczną i sukces terytorialny, podczas gdy rozwój w temperaturze 18°C zwiększa masę ciała, rozmiar skrzydeł, co poprawia wydajność lotu i reprodukcji. Niektóre skutki temperatury rozwojowej, takie jak rozmiar ciała, są nieodwracalne, a inne mogą być odwracalne, jak tolerancja na wzrost/spadek temperatury. Temperatura rozwojowa u samic wpływa na liczbę jajników, rozmiar jaja, wczesną płodność i wydajność reprodukcyjną. Z kolei samce much są bardziej płodne, mniejsze oraz skuteczniej bronią miejsc pożywienia i składania jaj, gdy są hodowane w temperaturze 25°C, w porównaniu z tymi żyjącymi w 18°C, a zatem osiągają większy sukces godowy i wydajność reprodukcyjną.

Prace prowadzone przez następne lata wykazały, że mutacje u drozofila wpływają także na grupę genów i ich produktów, które razem tworzą zegar biochemiczny lub biologiczny. Zegar ten znajduje się w wielu komórkach much, ale komórki, które kontrolują aktywność, to kilkadziesiąt neuronów w centralnym mózgu owada. Nagroda Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny za rok 2017 została przyznana Jeffreyowi C. Hallowi, Michaelowi Rosbashowi i Michaelowi W. Youngowi za ich prace wykorzystujące muszki owocówki do zrozumienia „mechanizmów molekularnych kontrolujących rytm dobowy”. Poznano geny zaangażowane w zachowanie tego zwierzęcia, w procesy związane z percepcją bodźców wzrokowych,

węchowych i słuchowych, a także powiązane z uczeniem się, pamięcią, zalotami, odczuwaniem bólu i długowiecznością.

W internetowej bazie *FlyBase* (<http://flybase.org/>) i *Ensembl*, w *Interaktywnym atlasie budowy i rozwoju muszki owocowej* oraz w znajdującym się w otwartym dostępie czasopiśmie „*Drosophila Information Service*” można odnaleźć wiele informacji na temat cech fenotypowych muszki owocowej, a także na temat jej rozmnażania, fizjologii i uwarunkowań genetycznych. Są dostępne liczne schematy, fotografie, nagrania oraz przeglądarki genomu.

Bibliografia

- Adams, M. D., Celniker, S. E., Holt, R. A., Evans, C. A., Gocayne, J. D., Amanatides, P. G., ..., Saunders, R. D. (2000). The genome sequence of *Drosophila melanogaster*. *Science*, 287(5461), 2185–2195.
- Chien, S., Reiter, L. T., Bier, E., Gribskov, M. (2002). Homophila: human disease gene cognates in *Drosophila*. *Nucleic Acids Research*, 30(1), 149–151.
- Henderson, D. S. (2004). The Chromosomes of *Drosophila melanogaster*. W: D. S. Henderson (red.), *Drosophila Cytogenetics Protocols. Methods in Molecular Biology*, vol. 247 (s. 1–43). Humana Press.
- Hughes, T. T., Allen, A. L., Bardin, J. E., Christian, M. N., Daimon, K., Dozier, K. D., ..., Ahlander, J. (2012). *Drosophila* as a genetic model for studying pathogenic human viruses. *Virology*, 423(1), 1–5.
- Klepsatel, P., Gáliková, M., Huber, C. D., Flatt, T. (2014). Similarities and differences in altitudinal versus latitudinal variation for morphological traits in *Drosophila melanogaster*. *Evolution*, 68(5), 1385–1398.
- Markow, T. A. (2015). The secret lives of *Drosophila* flies. *Elife*, 4, e06793.
- Rideout, E. J., Narsaiya, M. S., Grewal, S. S. (2015). The sex determination gene transformer regulates male-female differences in *Drosophila* body size. *PLoS genetics*, 11(12), e1005683.
- Sadakerska-Chudy, A., Dąbrowska, G., Goc, A. (2004). *Genetyka ogólna. Skrypt do ćwiczeń dla studentów biologii*. Toruń: Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- Scheffer, L. K., Xu, C. S., Januszewski, M., Lu, Z., Takemura, S. Y., Hayworth, K. J., ..., Plaza, S. M. (2020). A connectome and analysis of the adult *Drosophila* central brain. *Elife*, 9, e57443.
- Weigmann, K., Klapper, R., Strasser, T., Rickert, C., Technau, G., Jäckle, H., ..., Klämbt, C. (2003). FlyMove – a new way to look at development of *Drosophila*. *Trends in Genetics*, 19(6), 310–311.

Zwarts, L., Versteven, M., Callaerts, P. (2012). Genetics and neurobiology of aggression in *Drosophila*. *Fly*, 6(1), 35–48.

Netografia

Drosophila Information Service, <https://www.ou.edu/journals/dis/> (dostęp: 22.02.2023).

Ensembl, http://www.ensembl.org/Drosophila_melanogaster/Info/Index (dostęp: 22.02.2023).

FlyBase – baza danych muszki, <http://flybase.org/> (dostęp: 22.02.2023).

Interaktywny atlas budowy i rozwoju muszki owocowej, <https://www.sdbonline.org/sites/fly/aimain/1aahome.htm> (dostęp: 22.02.2023).

Narodowe Centrum Informacji Biotechnologicznej/Taksonomia, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy> (dostęp: 22.02.2023).

Narodowe Centrum Informacji Biotechnologicznej/Genomy, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/?term=fruit+fly> (dostęp: 22.02.2023).

Przeglądarka genomu, https://genome-euro.ucsc.edu/cgi-bin/hgTracks?db=dm6&lastVirtModeType=default&lastVirtModeExtraState=&virtModeType=default&virtMode=0&nonVirtPosition=&position=chr2%3A826001%2D851000&hgside=295312051_748ntElikKB4KqgUw5i-GR01hQEQm (dostęp: 22.02.2023).

Przeglądarka proteomu D. melanogaster, <https://www.uniprot.org/proteomes/UP000000803> (dostęp: 22.02.2023).

DYDAKTYKA - SZKOŁA

Poznaj – Polubisz

Przez poznanie lokalnych gatunków do poszerzenia wiedzy i umiejętności biologicznych uczniów

Przygotowanie i prowadzenie hodowli muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*) – karta pracy

GABRIELA GOŁĘBIEWSKA-PALUCH*

Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

1. Przygotowanie naczyń hodowlanych

Szklane kolby (250 ml) umyć wodą wodociągową z płynem do naczyń przy użyciu szczotki do mycia szkła. Po wypłukaniu wodą wodociągową kolby dwukrotnie przepłukać wodą destylowaną i wstawić do ciepłarki odwrócone do góry dnem, ewentualnie ustawić do góry dnem na tacce z czystą ligniną. Nastawić ciepłarkę na temperaturę 100°C. Po wysuszeniu kolb w ciepłarce każdą z nich zamknąć korkiem z waty. Następnie wraz z nim sterylizować kolby w ciepłarce przez kolejne 30 min. W warunkach domowych kolby można zastąpić małymi butelkami lub słoikami i wygrzać je w piekarniku. Naczynia zamknięte korkiem z waty można także sterylizować nad palnikiem spirytusowym do momentu lekkiego zbrązowienia spodu waty.

*E-mail: gabriela.golebiowska-paluch@up.krakow.pl
ORCID: 0000-0003-2038-282X

2. Przygotowanie pożywki – UWAGA: UNIKAĆ POPARZENIA!

- A. W małym naczynku, w ostudzonej, przegotowanej wodzie (30 ml), rozrobić $\frac{1}{6}$ kostki drożdży z 1 łyżeczką cukru.
- B. Zagotować wodę wodociągową (800 ml) w czajniku lub na płycie grzewczej, a następnie przelać do garnka i gotować stale na średniej mocy palnika.
- C. W osobnej zlewce lub innym naczyniu rozrobić w zimnej wodzie 2 łyżki mąki kukurydzianej, dodając tylko taką ilość wody, aby można było przenieść roztwór.
- D. Ciągłe mieszając, dodać porcjami rozrobioną mąkę kukurydzianą do garnka z wrzątkiem i gotować przez kolejne 15 minut, od czasu do czasu mieszając (unikać przypalenia, zbrylenia, wykipienia).
- E. Rozrobić w osobnej zlewce w zimnej wodzie $\frac{1}{2}$ łyżki agaru bakteriologicznego lub spożywczego, dodając tylko taką ilość wody, aby można było przenieść roztwór.
- F. Ciągłe mieszając, dodać porcjami rozrobiony agar do garnka z wrzątkiem i gotować przez kolejne 15 minut, od czasu do czasu mieszając.
- G. Dodać bezpośrednio do garnka 1 łyżkę cukru.
- H. Zamieszać, gotować jeszcze przez kilka minut, po czym garnek zestawić z płyty. Płytę wyłączyć z gniazdka.
- I. Gorącą pożywkę rozlać przez lejek do wcześniej umytych i wysuszonych kolb tak, aby przykryć dno kolby na wysokość ok. 1,5 cm (czyli ok. 25 ml pożywki). Bardzo ważne, żeby lejek był ustawiony pionowo i przed przełożeniem do kolejnej kolby chwilę odkapał, aby nie zabrudzić ścian pożywką (na takiej lepkiej powierzchni będą utykały muchy).
- J. Gdy pożywka w kolbach będzie ciepła, ale wciąż trochę płynna, należy na środek pożywki nakropić kilka kropel roztworu drożdży z punktu A, przy pomocy pipetki pausterowskiej lub innej, np. zakraplacza czy strzykawki.

- K. Pozostawić kolby w ustronnym miejscu do odparowania pary wodnej, nie przesuwając ręką/przedmiotami nad nimi, aby nie zakazić pożywki. Dopiero po odparowaniu ścian kolby wyłożyć bibułą i zatkać korkiem jak niżej.

3. Przygotowanie krążków z bibuły i korków z waty

- A. Odkazić lub umyć ręce. Korki z waty przygotować tak, aby zakrywały całkowicie otwór kolby, ale bez nadmiaru waty. Korek powinien być gładki, aby uniknąć utkania w nim much. W tym celu można zrobić wgłębienie pośrodku niewielkiego fragmentu waty, a następnie uformować go, wygładzić i przymierzyć do kolby. Po rozlaniu pożywki należy zatkać kolby korkami i poczekać, aż odparuje woda ze ścianek. W kolejnych etapach korki będą opalane nad płomieniem palnika, aby uniknąć zakażenia hodowli.
- B. Odkazić lub umyć ręce. Krążki z bibuły/ligniny wyciąć tak, aby dokładnie zakrywały dno kolby – w tym celu można odrysować ołówkiem dno kolby na ligninie. Przygotować krążki w liczbie minimum 2 sztuki na jedną kolbę.
- C. Krążki z bibuły zapakować razem w folię aluminiową i wysterylizować w autoklawie lub opalać pojedynczo obustronnie na długiej pęsetce w płomieniu palnika do momentu lekkiego zbrązowienia.
- D. Krążki po 1–2 sztuki rozłożyć „jak parasol” na powierzchni gotowej pożywki w kolbie (po jej nakropieniu drożdżami, ostygnięciu i przesuszeniu), przy użyciu długiej i czystej pęsety metalowej. Najczęściej krążki umieszcza się w kolbach na drugi dzień po rozlaniu w nich pożywek, aby uniknąć konieczności dodatkowego osuszania kolb oraz umożliwić wcześniejsze namnożenie drożdży na pożywce (to nimi odżywiają się muszki owocowe). Czasami, na skutek wydzielania dwutlenku węgla

przez świeże drożdże, pożywka lub krążek bibuły zostają uniesione do góry w kolbie, po czym samoistnie opadają po pewnym czasie lub można je delikatnie poprawić pęsetą.

4. Przygotowanie próbek na poczwarki

Odpowiednią liczbę próbek umyć wodą z płynem, wypłukać wodą destylowaną, osuszyć w cieplarni lub na tacy z ligniną. Probówki ustawić na statywie. Na dnie każdej próbki umieścić pęsetą lub eż mały kawałek waty, zwilżyć go kilkoma kroplami wody i zatkać próbkę korkiem z waty.

5. Izolacja poczwarek

Przy użyciu lekko zwilżonej wodą eży pobrać pojedynczo dojrzałe (ciemne) poczwarki z kolb hodowlanych i delikatnie przenieść na zwilżony kawałek waty w próbce, po czym zatkać korkiem. W każdej próbce izolujemy tylko jedną poczwarkę. Na jeden genotyp much należy wyizolować możliwie jak najwięcej poczwarek (min. 10). Probówkę od razu podpisać markerem (data, symbol genotypu z hodowli macierzystej). Obserwować rozwój poczwarek; zwykle po jednym dniu przeistaczają się w młodą muchę.

6. Wpuszczanie przepoczwarzonych much do kolb z pożywką

Z pomocą lupy ocenić płeć i fenotyp dorosłej muchy w próbce. Opisać próbkę symbolem płci i genotypu muchy. Zaplanować krzyżowania much, np. samice o oczach typu dzikiego z samcami o oczach białych

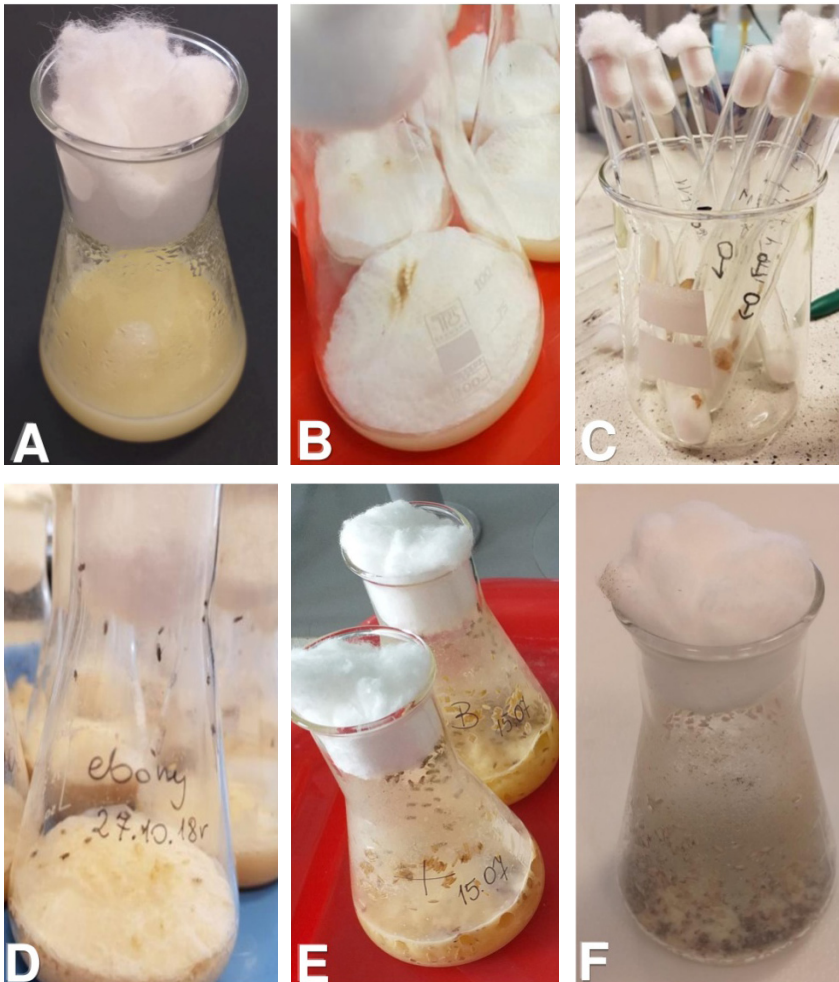
(mutacja typu *white*). Wpuszczać muchy, dobierając je w odpowiednie pary, do kolb z przygotowaną pożywką, na której wcześniej wyłożono krążki bibuły, i natychmiast zatkać kolby korkiem. Kolbę opisać (data założenia hodowli i genotyp/fenotyp much założycielek).

7. Prowadzenie hodowli

Prowadzić hodowlę w temperaturze pokojowej, notując pojawienie się kolejnego pokolenia lub pokoleń (jaj, larw i poczwarek). Wraz z pojawieniem się larw lub młodych poczwarek należy wypuścić pary rodzicielskie, aby nie doszło do ich przekrzyżowania się z pokoleniem potomnym. Obserwować liczebność i fenotyp tak uzyskanych much. W przypadku dłuższej hodowli muchy dorosłe należy przesypać do nowych kolb ze świeżą pożywką. Optymalny czas pożywki to 3–4 tygodnie w temperaturze pokojowej.

8. Pozyskiwanie much

Muszki do hodowli można też pozyskać, zwabiając je owocami lub roztworem drożdży. Przenosimy wówczas tylko same muchy do kolb. W tym przypadku przy dłuższej hodowli rośnie ryzyko zakażenia pożywki oraz nie ma kontroli nad genotypem wprowadzanej muchy.



Tablica barwna przedstawiająca kolejne etapy przygotowania i prowadzenia hodowli muszki owocowej. **A** – sterylna kolba z korkiem podczas suszenia ścian i pożywki oraz namnażania drożdży; **B** – w kolejnym dniu ściany kolb są suche i można na pożywkę rozłożyć opalone nad płomieniem palnika krążki bibuły; **C** – izolacja poczwarek do probówek; **D** – młoda hodowla muszek z mutacją ciała *ebony*, widoczne ciemne muchy dorosłe, a także jasnożółte larwy na powierzchni pożywki i krążka bibuły, a także w pożywkę; **E** – starsza hodowla muszek z widocznymi na ścianie młodymi i dojrzałymi poczwarkami; **F** – stara hodowla much, konieczny wcześniejszy pasaż much na nową pożywkę

Zmiany stanu skupienia substancji. Konspekt lekcji chemii

PATRYK KACHEL*

Chrześcijańska Szkoła Podstawowa z Oddziałami Integracyjnymi „Emmanuel”

Temat lekcji *Zmiany stanu skupienia substancji* wchodzi w skład bardzo istotnego działu dotyczącego substancji. Jest to rozdział omawiany w pierwszym semestrze klasy VII, więc szczególnie istotne jest zainteresowanie ucznia nowym przedmiotem oraz przedstawienie w jak najbardziej przystępny i obrazowy sposób podstawowych zagadnień chemicznych. Warto przypomnieć uczniom wiadomości związane ze zmianami stanu skupienia, które poznali w klasie IV. Podczas lekcji realizowane są nowe cele, takie jak: opis zmiany stanu skupienia substancji, tłumaczenie, na czym polega zjawisko zmiany stanu skupienia. Powtarzane są również cele, których realizacja zaczęła się na lekcjach wcześniejszych: opis właściwości substancji, rozpoznawanie znaków ostrzegawczych, bezpieczne posługiwanie się sprzętem laboratoryjnym i podstawowymi odczynnikami chemicznymi oraz przestrzeganie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Warto jest utrwalać omówiony wcześniej materiał, aby ułatwić uczniom zapamiętywanie wiadomości oraz dać możliwość ćwiczenia umiejętności i kształtowania postaw. W ten sposób nauczyciel może pokazać uczniowi, że warto uczyć się systematycznie, gdyż wiedza i umiejętności z poprzedniej lekcji przydają się, aby zrozumieć kolejny temat. W scenariuszu lekcji opisano doświadczenie obrazujące sublimację i resublimację jodu,

przedstawiono przykładową instrukcję wykonania doświadczenia oraz umieszczono gry utrwalające wiadomości uczniów.

1. Cele lekcji wynikające z wymagań szczegółowych podstawy programowej oraz programu nauczania:

Wiadomości:

- uczeń opisuje właściwości substancji,
- uczeń opisuje zmiany stanu skupienia,

Umiejętności:

- uczeń rozpoznaje znaki ostrzegawcze stosowane przy oznaczaniu substancji niebezpiecznych,
- uczeń tłumaczy, na czym polega zjawisko zmiany stanu skupienia,
- uczeń bezpiecznie posługuje się prostym sprzętem laboratoryjnym i podstawowymi odczynnikami chemicznymi,

Postawy:

- uczeń przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

2. Strategie nauczania:

- operacyjna,
- problemowa.

3. Metody nauczania:

- gra dydaktyczna,
- pokaz prezentacji,
- laboratoryjna,
- pokaz doświadczenia,
- praca z tekstem,
- pogadanka.

4. Forma zajęć:

- praca indywidualna,
- praca grupowa.

5. Środki dydaktyczne:

- prezentacja multimedialna,
- karta pracy,
- szkło i sprzęt laboratoryjny (zlewka 250 cm³, kolba kulista 250 cm³, szalka Petriego, łyżeczka, trójnóg z siatką ceramiczną, palnik gazowy).

6. Literatura i źródła:

- dla nauczyciela:
 - A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012;
 - W. Stawiński, *Prace z dydaktyki biologii II*, Wydawnictwo Naukowe WSP, Kraków 1985;
- dla ucznia:
 - materiał z kanału Pi-stacja Fizyka, https://www.youtube.com/watch?v=1Kh_rFCJW5Y_ (dostęp: 19.07.2022).

PRZEBIEG LEKCJI

Etap I: Zaciekawienie

Nauczyciel wita się z uczniami i sprawdza obecność. Następnie informuje uczniów o celach lekcji (zdjęcie 1), które są wyświetlone na tablicy interaktywnej.

Potem nauczyciel zapisuje temat lekcji na tablicy. Następnie wyświetla na tablicy multimedialnej fotografię obrazującą zmiany stanów skupienia (zdjęcie 2, zdjęcie 3) i prosi o nazwanie tych procesów. Przypomina uczniom, że podstawowe przemiany fazowe poznali już na lekcjach przyrody w klasie IV.



Zdjęcie 1. Cele lekcji dla ucznia



Zdjęcie 2. Topnienie (https://cdn.pixabay.com/photo/2016/02/26/22/08/ice-cubes-1224804_960_720.jpg,
dostęp: 19.07.2022)

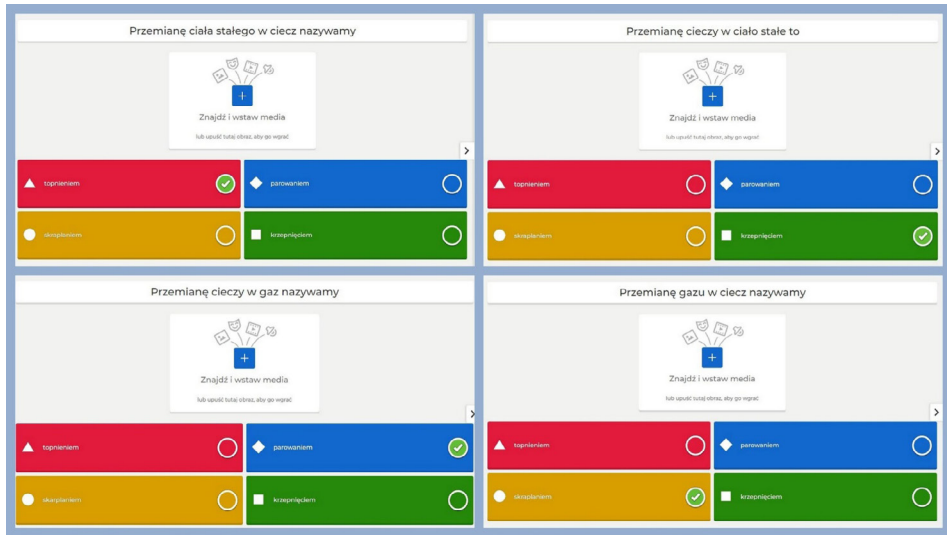


Zdjęcie 3. Skraplanie (https://cdn.pixabay.com/photo/2017/09/10/14/50/raindrops-2735826_960_720.jpg,
dostęp: 19.07.2022)

Etap II: Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy

Nauczyciel wyświetla na ekranie przygotowany quiz w Kahoot, w którym znajdują się 4 pytania dotyczące parowania, skraplania, topnienia i krzepnięcia (zdjęcie 4). Piąte pytanie dotyczy sublimacji i polega na stwierdzeniu, czy zdanie „Możliwe jest bezpośrednie przejście substancji ze stanu stałego w stan gazowy” jest prawdziwe czy fałszywe (zdjęcie 5).

ZMIANY STANU SKUPIENIA SUBSTANCJI. KONSPEKT LEKCJI CHEMII



Zdjęcie 4. Pretest w Kahoot



Zdjęcie 5. Pytanie dotyczące sublimacji

Etap III: Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu

Nauczyciel opisuje, na czym polegają sublimacja i resublimacja. Następnie prosi uczniów o założenie fartuchów i przypomina zasady bezpieczeństwa w pracowni chemicznej (konieczność zapięcia guzików w fartuchu, związanie długich włosów, zakaz kosztowania odczynników chemicznych, zapoznanie z piktogramami na opakowaniach odczynników chemicznych). Nauczyciel rozdaje uczniom przygotowane instrukcje do wykonania doświadczenia (załącznik 1) i omawia je z nimi, zwracając szczególną uwagę na miejsca, które uczniowie będą musieli samodzielnie uzupełnić, czyli problem badawczy, hipoteza badawcza, obserwacje, wnioski. Nauczyciel przypomina zasady ich formułowania. Prosi, aby każdy uczeń samodzielnie w swojej instrukcji napisał problem badawczy i hipotezę badawczą. Następnie nauczyciel prosi losowo wybranych uczniów o odczytanie problemu badawczego i hipotezy. Nauczyciel wspólnie z pozostałymi uczniami weryfikuje poprawność merytoryczną i stylistyczną sformułowania problemu badawczego i hipotezy badawczej. Następnie pokazuje uczniom opakowanie jodu krystalicznego (zdjęcie 6) i prosi ich o rozpoznanie piktogramów znajdujących się na nim (substancja rakotwórcza, substancja drażniąca, substancja niebezpieczna dla środowiska).

Wybrani losowo uczniowie przystępują do wykonania doświadczenia, pozostali wnikliwie analizują instrukcję oraz podpowiadają kolegom i koleżankom przeprowadzającym doświadczenie, w jakiej kolejności należy wykonywać czynności, a nauczyciel czuwa nad bezpieczeństwem uczniów.

Kiedy uczniowie realizują punkt 2 instrukcji, nauczyciel prosi o określenie właściwości jodu – w ten sposób ćwiczy umiejętności uczniów zdobyte podczas poprzedniej lekcji. Nauczyciel zadaje również uczniom pytanie dotyczące biologicznego znaczenia jodu w organizmach żywych, zwraca uwagę, aby uczniowie wspomnieli o wpływie jodu na fizjologię tarczycy.



Zdjęcie 6. Opakowanie jodu krystalicznego (https://alphavit.pl/1623-thickbox_default/jod-krystaliczny-czda.jpg, dostęp: 19.07.2022)

Uczniowie samodzielnie wykonują punkty 3–7 instrukcji. W pierwszej kolejności umieszczają przy pomocy łyżeczki odrobinę jodu w zlewce. Następnie napełniają kolbę kulistą zimną wodą (temperatura wody ma istotne znaczenie dla efektywności doświadczenia – warto podkreślić, że woda musi być zimna). Później uczniowie włączają światło oraz wentylację w digestorium. Następnie umieszczają zlewkę z jodem krystalicznym na trójnogu z siatką ceramiczną oraz bardzo ostrożnie kładą kolbę kulistą z zimną wodą na zlewce (zdjęcie 7).

Nauczyciel zapala palnik gazowy. Kiedy grupa zaobserwuje pojawiające się w zlewce kłęby fioletowego dymu (zdjęcie 8), nauczyciel bardzo ostrożnie ściąga kolbę kulistą (może być gorąca). Uczniowie obserwują jod w stanie gazowym, unoszący się w stronę wentylacji digestorium (zdjęcie 9).



Zdjęcie 7. Ustawienie zlewki i kolby kulistej na trójnogu z siatką ceramiczną (fot. P. Kachel)



Zdjęcie 8. Sublimacja w zlewce zakrytej kolbą kulistą (fot. P. Kachel)



Zdjęcie 9. Sublimacja w odsłoniętej zlewce (fot. P. Kachel)

Nauczyciel raz jeszcze opisuje zjawisko sublimacji i prosi uczniów o samodzielnie zapisanie obserwacji. Następnie nauczyciel pokazuje uczniom zewnętrzną stronę dna kolby kulistej, na której osadziły się kryształki jodu.

Nauczyciel opisuje zjawisko resublimacji. Prosi uczniów o samodzielnie zapisanie obserwacji. Następnie nauczyciel wraz z uczniami formułuje wnioski z przeprowadzonego doświadczenia, odnosząc się do zaproponowanych na początku lekcji hipotez badawczych.

Nauczyciel prosi uczniów o wklejenie do zeszytów wypełnionej karty pracy, w tym czasie wyłącza światło i wentylację w digestorium.



Zdjęcie 10. Resublimacja na dnie kolby kulistej (fot. P. Kachel)

Etap IV: Rekonstruowanie wiedzy uczniów

Nauczyciel rysuje na tablicy schemat zgodnie ze wzorem (załącznik 2) i wspólnie z uczniami uzupełnia nazwy przemian fazowych nad strzałkami: topnienie, krzepnięcie, parowanie, skraplanie, sublimacja, resublimacja. Zapisując dane słowo, nauczyciel ponownie wyjaśnia pojęcia. Nauczyciel raz jeszcze wyświetla na ekranie cele lekcji (zdjęcie 1) i odnosi się do ich realizacji, pytając uczniów, czy każdy cel został zrealizowany. Jeżeli uczniowie stwierdzą, że któryś z celów nie został zrealizowany, nauczyciel wraca do omówienia wskazanego zagadnienia.

Etap V: Zastosowanie skonstruowanej wiedzy

Nauczyciel wyświetla na ekranie quiz (załącznik 3, zdjęcie 11) i prosi uczniów o dopasowanie opisów przemian fazowych do definicji.



Zdjęcie 11. Quiz dotyczący zmian stanu skupienia

Nauczyciel prosi uczniów, aby odpowiedzieli w zeszycie na pytanie: „Czego dziś nauczyłem/-am się na lekcji chemii?”. Następnie prosi chętnych uczniów o przeczytanie swoich odpowiedzi. Po dzwonku nauczyciel żegna się z uczniami.

1. Materiały pomocnicze:

Załącznik 1.

Tytuł doświadczenia: Sublimacja i resublimacja jodu

Potrzebne odczynniki: jod krystaliczny

Potrzebne szkło i sprzęt laboratoryjny: zlewka 250 cm³, kolba kulista 250 cm³, szalka Petriego, łyżeczka, trójnóg z siatką ceramiczną, palnik gazowy

Problem badawczy:.....
.....

Hipoteza:
.....

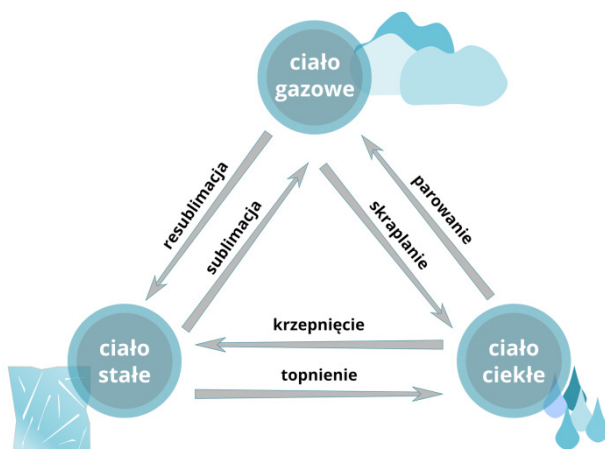
Wykonanie:

1. Nasyp na szalkę Petriego łyżeczkę jodu krystalicznego.
2. Określ stan skupienia jodu krystalicznego.
3. Przesyp jod krystaliczny do zlewki.
4. Napełnij kolbę kulistą zimną wodą.
5. Włącz światło oraz wentylator w digestorium.
6. Umieść zlewkę z jodem krystalicznym na trójnogu z siatką ceramiczną w digestorium.
7. Ostrożnie połóż kolbę kulistą na zlewce.
8. Zapal palnik gazowy.
9. Obserwuj zachodzące zmiany.

Obserwacje:
.....

Wnioski:
.....

Załącznik 2.



Źródło: <https://static.zpe.gov.pl/porta1/f/res-minimized/R1Hj2m8lyXfGv/5/1C41iINT5TFeGvQ1GRZDw1ztdgwgzwbHp.png> (dostęp: 19.07.2022)

Załącznik 3. Stany skupienia substancji w aplikacji LearningApps, <https://learningapps.org/display?v=piv0isr2522> (dostęp: 19.07.2022).

Budowa i funkcja narządu wzroku człowieka. Scenariusz zajęć

ELŻBIETA BUCHCIC*

Instytut Pedagogiki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

DANUTA ROZPARA

Powiatowy Zespół Szkół w Łopusznie

Zakres treści:

Budowa narządu wzroku człowieka. Aparat ochronny i ruchowy gałki ocznej. Receptory umożliwiające odbiór bodźców świetlnych. Chemizm widzenia. Akomodacja i adaptacja oka. Wady wzroku i sposoby ich korekty. Higiena narządu wzroku.

Cele nauczania w kategoriach:

Wiedomości:

Uczeń potrafi:

- wymienić elementy budowy i funkcje narządu wzroku;
- omówić mechanizm adaptacji i akomodacji oka;
- wymienić fotoreceptory;
- wymienić wady wzroku.

Umiejętności:

Uczeń potrafi:

- uzasadnić znaczenie aparatu ruchowego i ochronnego w prawidłowym funkcjonowaniu oka;

- wskazać elementy gałki ocznej, które biorą bezpośredni udział w procesie widzenia;
- omówić przystosowania w budowie oka do obserwacji obiektów z różnej odległości i w różnym oświetleniu;
- opisać budowę komórek światłoczułych: czopków i pręcików;
- scharakteryzować proces zmian zachodzących w rodopsynie w odpowiedzi na światło padające na fotoreceptor;
- ustalić rodzaj soczewki pozwalającej na korektę określonej wady;
- podać przykłady czynności zapobiegających pogłębieniu się wad wzroku.

Postawy:

- Rozbudzanie odpowiedzialności za stan własnego zdrowia.

Forma nauczania: lekcja w klasie

Forma organizacyjna: praca zbiorowa, indywidualna

Metody pracy:

- obserwacyjne: obserwacja środków dydaktycznych – plansze, modele,
- słowne: wykład, praca z tekstem źródłowym, karty pracy.

Materiały dydaktyczne: plansze dydaktyczne, model oka

Literatura:

1. Dubert, T. i in. (2021). *Biologia 3*. Nowa Era.
2. Holeczek, J. i in. (2022). *Biologia. Vademecum*. Nowa Era.
3. Recce, J. i in. (2016). *Biologia Campbella*. Dom Wydawniczy REBIS.

Przebieg zajęć:

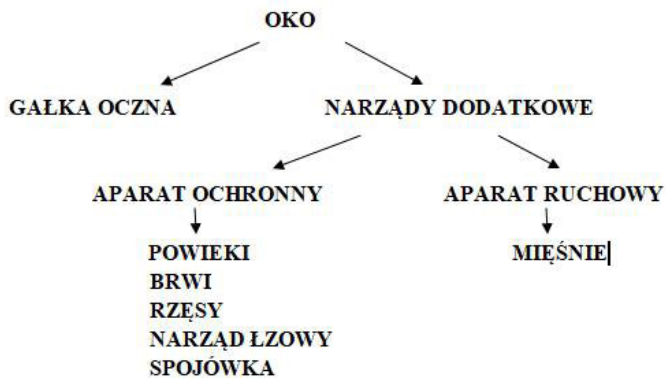
Faza przygotowawcza

Nawiązanie do lekcji przez przypomnienie zmysłów człowieka, receptorów narządów zmysłu oraz rodzaju bodźców, które mogą one odbierać.

Faza realizacyjna

1. Budowa oka jako narządu wzroku człowieka

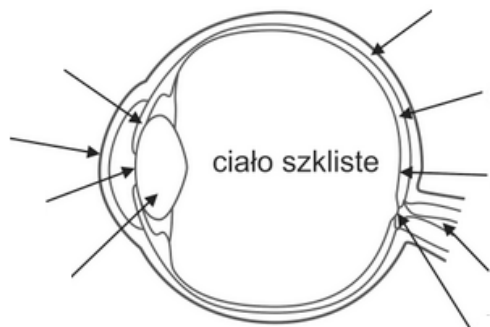
- a) aparat ochronny gałki ocznej,
- b) aparat ruchowy gałki ocznej,



- c) budowa gałki ocznej:
 - elementy budowy gałki ocznej,

Ćwiczenie 1 – punkt 1 karty pracy

Na schematycznym rysunku gałki ocznej podpisz wskazane elementy jej budowy.

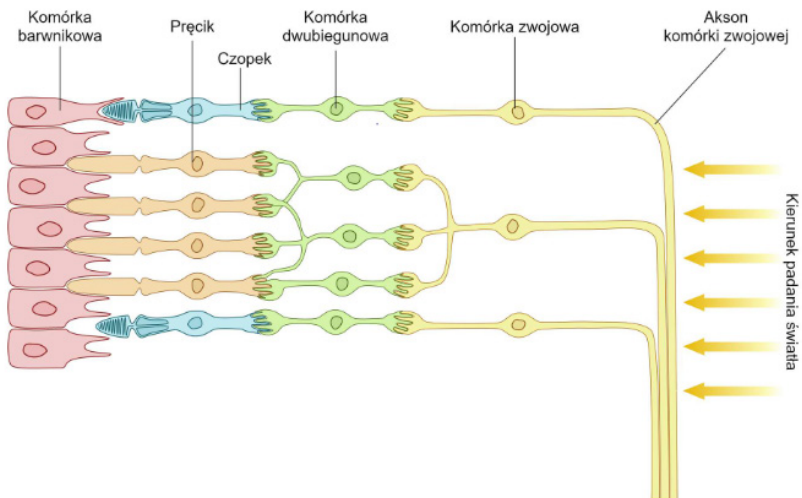


- funkcje poszczególnych elementów budujących gałkę oczną.

2. Budowa i funkcje siatkówki

Siatkówka składa się z trzech warstw komórek:



- warstwy nerwowo-błonkowej, zawierającej fotoreceptory (czopki i pręciki),
- warstwy środkowej, zbudowanej z komórek dwubiegunowych,
- warstwy komórek zwojowych, których aksony łączą się, tworząc nerw wzrokowy.



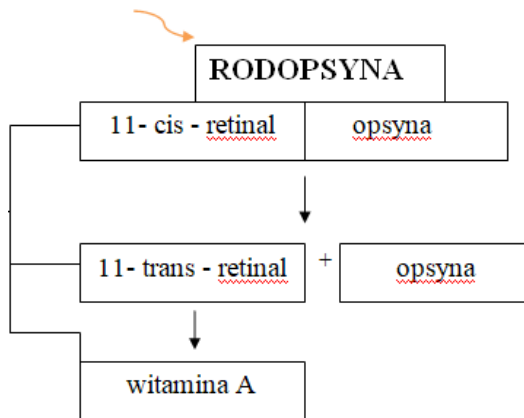
a) Fotoreceptory – rodzaje i funkcje

Ćwiczenie 2 – punkt 2 karty pracy

Przyporządkuj podane cechy do odpowiedniego receptora.

| CZOPKI | PRĘCIKI |
|---|--|
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ zlokalizowane są w centralnej części siatkówki wokół plamki ▪ generują ostry, kolorowy obraz ▪ odpowiedzialne są za widzenie w jasnym świetle, widzenie barwne ▪ odbierają światło w trzech barwach: czerwonej, zielonej i niebieskiej ▪ umożliwiają precyzyjne widzenie obiektów ▪ wychwytyją światło o dużym natężeniu ▪ zawierają barwnik światłoczuły – jodopsynę | <ul style="list-style-type: none"> ▪ zlokalizowane w siatkówce w części obwodowej ▪ generują obraz monochromatyczny (czarno-biały) ▪ reagują na światło o niewielkim natężeniu ▪ posiadają dużą wrażliwość na ruch przedmiotów ▪ zapewniają rozróżnianie kształtów ▪ wykazują dużą czułość w rejestrowaniu ruchu ▪ zawierają barwnik światłoczuły – rodopsynę |

b) Chemizm widzenia

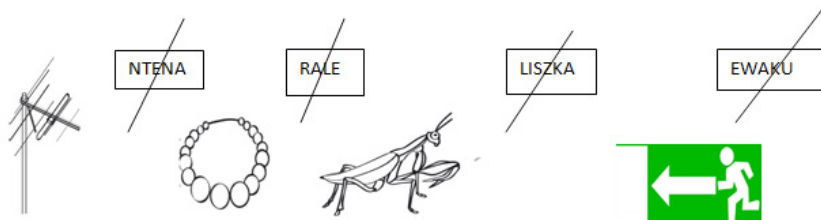


3. Mechanizm widzenia

a) akomodacja

Ćwiczenie 3 – punkt 3 karty pracy

Odszyfruj rebus, wyjaśnij hasło.



Akomodacja – zdolność oka do oglądania przedmiotów z daleka i bliska.



A – oglądanie przedmiotów z dużej odległości.

B – oglądanie przedmiotów z bliska.

| Cecha | Widzenie przedmiotów z dużej odległości | Widzenie przedmiotów z bliska |
|--------------------------------|---|--------------------------------------|
| Kształt soczewki | soczewka płaska | soczewka wypukła |
| Mięśnie podtrzymujące soczewkę | mięśnie rozluźnione | mięśnie w fazie skurczu |
| Włókna wiązadeł soczewki | włókna wiązadeł soczewki napięte | włókna wiązadeł soczewki rozluźnione |

b) adaptacja oka do zmian natężenia światła

Ćwiczenie 4 – punkt 4 karty pracy

Skreśl błędne informacje w zdaniach:

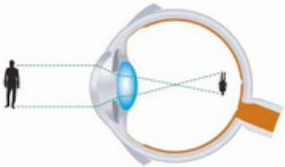
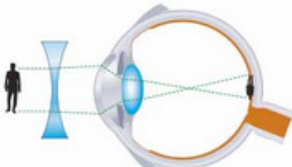
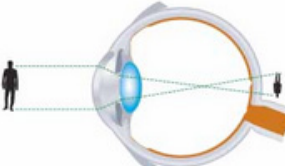
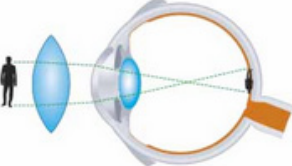
Regulacja wielkości źrenicy możliwa jest dzięki mięśniom *soczewki/tęczówki*.

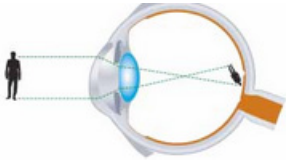
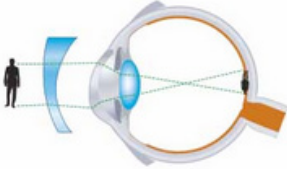
W ostrym świetle skurczowi ulega *zwieracz/rozwieracz* źrenicy, którego włókna leżą na obwodzie źrenicy, natomiast w rozkurczu pozostaje jej *zwieracz/rozwieracz*, którego włókna leżą promieniście.

Kiedy intensywność światła jest *mała/duża* źrenica kurczy się.

W wypadku *małej/dużej* intensywności światła sytuacja jest odwrotna i całe światło docierające do oka *dociera/nie dociera* do wnętrza gałki ocznej.

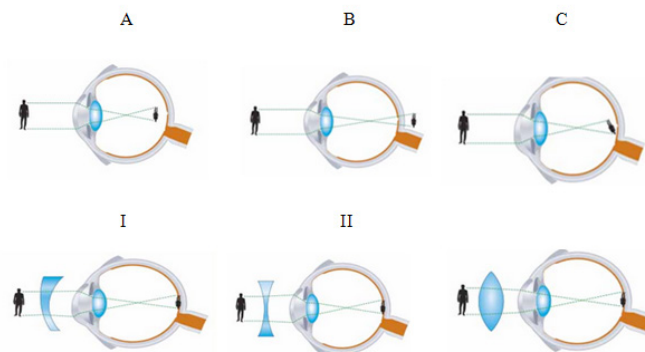
4. Wady wzroku ich korekta

| Wada wzroku | Przyczyna | korekta |
|-------------------------|---|--|
| Krótkowzroczność | <p>Wada wzroku polega na skupieniu promieni świetlnych przed siatkówką zamiast na niej</p>  | <p>Wadę tę koryguje się za pomocą okularów z soczewkami wklęsłymi – soczewka rozpraszająca</p>  |
| Dalekowzroczność | <p>Wada wzroku polega na skupieniu promieni świetlnych za siatkówką zamiast na niej</p>  | <p>Wadę tę koryguje się za pomocą okularów z soczewkami wypukłymi – soczewka skupiająca</p>  |

| | | |
|---------------------------|---|--|
| <p>Astygmatyzm</p> | <p>Wada ta polega na pionowym lub poziomym zniekształceniu obrazu</p>  | <p>Wadę tę koryguje się za pomocą okularów z odpowiednio zorientowanymi soczewkami cylindrycznymi</p>  |
|---------------------------|---|--|

Ćwiczenie 5 – punkt 5 karty pracy

Rozpoznaj widoczne na rysunkach wady wzroku (A, B, C) i do każdej z nich przyporządkuj sposób korekty (I, II, III).



A – –, B – –, C – –

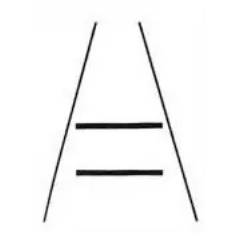
5. Higiena narządu wzroku

- Przemycanie oczu czystą wodą, w celu zapobiegania infekcjom siatkówki.
- Dobór odpowiedniego oświetlenia.
- Ograniczanie pracy z komputerem (oglądania telewizji).
- Stosowanie odpowiednich soczewek korekcyjnych (korekcja istniejącej wady wzroku).

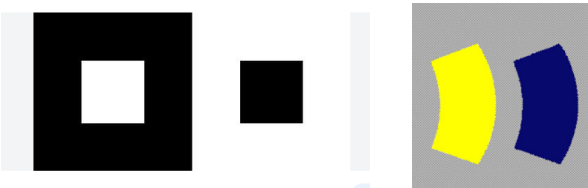
- Używanie odpowiednich okularów słonecznych.
- Okresowe badania okulistyczne.

6. Złudzenia optyczne

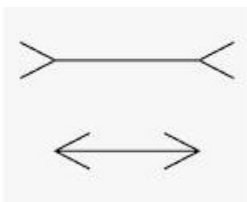
- **Efekt Ponzo** – polega na błędnym postrzeganiu długości dwóch poziomych odcinków. Pomyłka spowodowana jest elementami otaczającymi, które pokazane są w perspektywie.



- **Irradiacja** – jedno ze złudzeń optycznych, sprawiające, że jasne lub błyszczące przedmioty oglądane na ciemnym tle wydają się większe.



- **Złudzenie Mullera-Lyera** – złudzenie dotyczące dwóch linii tej samej długości zakończonych strzałkami „do wewnątrz” lub „na zewnątrz” linii.



- **Siatka Hermana** – na skrzyżowaniu białych pasów pojawiają się szare kropki.



- **Figury dwuznaczne**



Faza podsumowująca

- Ocena aktywności uczniów.
- Integracja zajęć (budowa, funkcja i higiena narządu wzroku).

Praca domowa

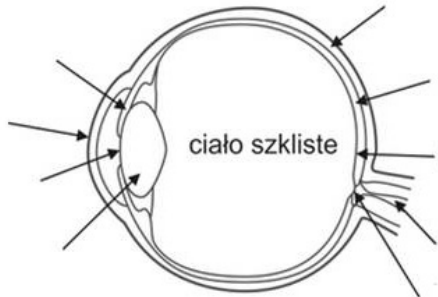
Dla wszystkich uczniów: Za pomocą 3 argumentów uzasadnij stwierdzenie „Długotrwałe wpatrywanie się w monitor (telewizora, komputera, ekran telefonu itp.) powoduje choroby i przyczynia się do pogłębienia się wad narządu wzroku”.

Dla chętnych: W dostępnych źródłach wyszukaj informacje, co to jest chromoterapia i w jaki sposób możemy ją wykorzystywać w życiu codziennym.

Karta pracy

Ćwiczenie 1

Na schematycznym rysunku gałki ocznej podpisz wskazane elementy jej budowy.



Ćwiczenie 2

Przyporządkuj podane cechy do odpowiedniego receptora – wpisz w pola odpowiadające im cyfry.

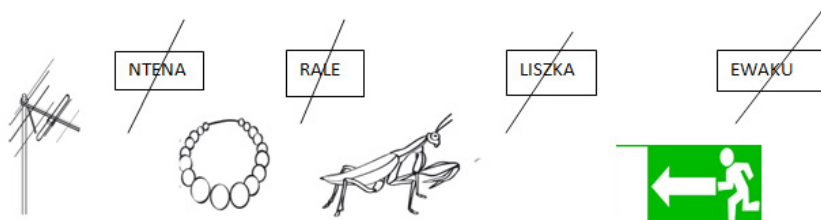
| CZOPKI | PRĘCIKI |
|--------|---------|
| | |
| | |

1. Zlokalizowane są w centralnej części siatkówki wokół plamki.
2. Generują ostry, kolorowy obraz.
3. Zlokalizowane są w siatkówce w części obwodowej.
4. Odpowiedzialne za widzenie w jasnym świetle, widzenie barwne.
5. Generują obraz monochromatyczny (czarno-biały).
6. Reagują na światło o niewielkim natężeniu.

7. Odbierają światło w trzech barwach: czerwonej, zielonej i niebieskiej.
8. Umożliwiają precyzyjne widzenie obiektów.
9. Posiadają dużą wrażliwość na ruch przedmiotów.
10. Wychwytyują światło o dużym natężeniu.
11. Zapewniają rozróżnianie kształtów.
12. Zawierają barwnik światłoczuły – rodopsynę.
13. Wykazują dużą czułość w rejestrowaniu ruchu.
14. Zawierają barwnik światłoczuły – jodopsynę.

Ćwiczenie 3

Odszyfruj rebus, wyjaśnij hasło.



Hasło:

Ćwiczenie 4

Skreśl błędne informacje w zdaniach.

Regulacja wielkości źrenicy możliwa jest dzięki mięśniom *soczewki/tęczówki*.

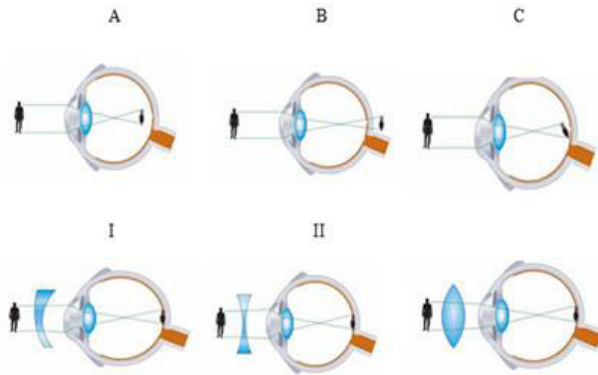
W ostrym świetle skurczowi ulega *zwieracz/rozwieracz* źrenicy, którego włókna leżą na obwodzie źrenicy, natomiast w rozkurczu pozostaje jej *zwieracz/rozwieracz*, którego włókna leżą promieniście.

Kiedy intensywność światła jest *mała/duża* źrenica kurczy się.

W wypadku *małej/dużej* intensywności światła sytuacja jest odwrotna i całe światło docierające do oka *dociera/nie dociera* do wnętrza gałki ocznej.

Ćwiczenie 5

Rozpoznaj widoczne na rysunkach wady wzroku (A, B, C) i do każdej z nich dopasuj sposób korekty (I, II, III).



A – –, B – –, C – –

Ekoporządku domowe – cykl warsztatów dla edukacji nieformalnej (część 1)

MAŁGORZATA KRZECZKOWSKA*
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Wprowadzenie

Raport o stanie edukacji z 2019 r. zamieszczony na stronie internetowej Instytutu Badań Edukacyjnych w Warszawie jednoznacznie wskazuje na niedomagania naszego systemu edukacji, a w szczególności w stosowaniu właściwych metod nauczania przedmiotów przyrodniczych w kształtowaniu postawy badawczej ucznia czy też rozwijaniu szeroko pojętych kompetencji XXI w. Raport rekomenduje zmiany w edukacji zwłaszcza w kontekście ukazania praktycznego aspektu zdobywanej wiedzy szkolnej, co ma szczególne znaczenie dla przedmiotów przyrodniczych (młodzież nie lubi matematyki i innych przedmiotów ścisłych; uważa, że są trudne i niepotrzebne w życiu).

Wieloletnie doświadczenia Autorki w pracy w szkole, na uniwersytecie oraz w ramach edukacji nieformalnej dają podstawę do sformułowania hipotezy, że młody człowiek wyposażony w wiedzę praktyczną z umiejętnością jej wykorzystania w życiu codziennym to bardzo cenny, świadomy członek społeczeństwa, który swoim dojrzałym postępowaniem „uczy” innych takiego podejścia do życia.

*E-mail: malgorzata.krzeczowska@uj.edu.pl
ORCID: 0000-0003-0913-709X

Zidentyfikowany problem społeczny to niewystarczająca wiedza oraz niska świadomość dzieci i młodzieży na temat możliwości ochrony środowiska przez działania, które wykonujemy na co dzień w domu, np. sprzątanie, porządki domowe. Nadużywanie chemikaliów służących do sprzątania nie jest dobre zarówno dla naszego zdrowia (a w szczególności dla alergików), jak i otaczającego nas środowiska. Nie można zapomnieć o aspekcie ekonomicznym – używane preparaty do mycia, prania i czyszczenia są po prostu drogie. Edukacja ekologiczna młodych ludzi pozwala na zmianę ich nawyków i postaw, a jednocześnie edukację pokolenia ich rodziców, co bezpośrednio nawiązuje do koncepcji „uczenia się przez całe życie” (*lifelong learning*; LLL)¹.

Warsztaty: Ekoporządki domowe – charakterystyka

Cel:

Głównym celem przygotowanego cyklu warsztatów jest zwiększenie świadomości ekologicznej i możliwości ochrony środowiska, wzrost wiedzy z dziedziny chemii, mającej praktyczne zastosowanie w życiu codziennym, co powinno wpłynąć na wzrost świadomości młodzieży w zakresie powiązania nauki szkolnej z rzeczywistością i wdrożenie nowych rozwiązań na temat domowych sposobów prania, usuwania plam, czyszczenia powierzchni szklanych, posadzki, usuwania tłuszczu, osadów z kamienia, mydła i rdzy, jak również ukazanie ważności znajomości ekoznaków. Zaplanowane warsztaty pozwalają na rozwijanie kompetencji społecznych (umiejętność współpracy, prowadzenia dyskusji, prezentacji zdobytej wiedzy, poszukiwania i selekcji informacji) oraz na kształtowanie postawy badawczej uczestników (uczniów), a tym samym rozwijanie umiejętności planowania i wykonywania

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52001DC0678>

eksperymentu, formułowania obserwacji i wniosków, jak też wniosków końcowych. Nadrzędnym celem warsztatów jest wzbudzenie u uczestników odczucia sprawstwa i działanie bez lęku przed popełnieniem błędu, które powinny poprowadzić ich do rozwiązania problemu. W zależności od wieku uczestników możemy dobierać treści chemiczne o różnym stopniu trudności, pozwalające na wyjaśnienie zachodzących procesów. Przebieg warsztatów umożliwia wprowadzenie elementów metody naukowej, w tym pojęć „problem badawczy”, „hipoteza”, „próba kontrolna” i „zmienne zależne”, „zmienne niezależne” i „zmienne kontrolowane”. Warto podkreślić fakt, że zaplanowano ćwiczenia związane z wykorzystaniem zmysłów i pozwalające na rozwijanie np. motoryki ręki – propozycja modelowania (część 2 artykułu) i przygotowana plansza podsumowująca, która może spełniać różne funkcje, np. fragmenty lub całość jako karta pracy, plansza do gry, kolorowanka.

Grupa docelowa:

Warsztaty przeznaczone są dla uczestników z poziomu klas VII i VIII szkoły podstawowej oraz klas I i II szkoły ponadpodstawowej. Zaproponowane ćwiczenia (wybrane lub w wersji zmodyfikowanej) można również zastosować na zajęciach z młodszymi uczestnikami.

Opis warsztatów:

Warsztaty nr 1: Czy każda biel jest biała?



Warsztaty poświęcone praniu i usuwaniu plam. Na warsztatach uczniowie dowiedzą się, dlaczego warto czytać informacje na opakowaniach proszków do prania, co to

znaczy „nie zawiera fosforanów”, czy reklamowany proszek ekologiczny jest faktycznie ekologiczny, co to jest eutrofizacja. W sposób doświadczalny sprawdzą działanie wybielaczy, odplamiaczy i poszukają najlepszego domowego, ekologicznego środka do prania.

Prezadanie: Zrób zdjęcie dwóch opakowań różnych proszków do prania, które masz w domu. Przeanalizuj etykiety (skład), sprawdź znaczenie ekoznaków. Znajdź artykuł, którego temat wiąże się z proszkami do prania.

Spotkanie warto rozpocząć od dyskusji na temat prania. W przypadku młodszych uczestników warsztatów – jako punkt wyjścia do dyskusji i eksperymentowania – można wykorzystać wiersz Marii Konopnickiej pt. *Pranie*.

Karta pracy nr 1:

Temat: *Badanie właściwości preparatów czyszczących zawierających chlor/tlen.*

Celem poniższego eksperymentu jest ocena skuteczności działania składników środków czyszczących zawierających chlor/tlen.

| Nazwa preparatu | Składnik główny | Piktogram | Przeznaczenie preparatu |
|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| | | | |
| | | | |

Do zlewki wlej 1 łyżkę środka czyszczącego, dolej 20 cm³ wody o temperaturze pokojowej i starannie wymieszaj jej zawartość. Tak otrzymany roztwór wprowadź do trzech małych zlewek lub probówek: do pierwszej włóż uniwersalny papierek wskaźnikowy i określ pH roztworu, korzystając ze skali na opakowaniu papierków, do drugiej dodaj kilka kropel atramentu, jodiny lub napoju typu cola, a do trzeciej wrzuć kawałek kolorowej tkaniny.

Obserwacje:

- 1 –
- 2 –
- 3 –

Wnioski:

Komentarz:

Skuteczne wybielacze działają już w temperaturze ok. 30°C.

Na podsumowanie tej części planowana jest pogadanka: który wybielacz – tlenowy czy chlorowy – jest lepszy pod względem jego skuteczności? Który wybielacz jest bardziej bezpieczny w użyciu? Co jest głównym składnikiem wybielacza tlenowego, a co wybielacza chlorowego?

Temat: *Czy reklama kłamie? Wykrywanie anionów fosforanowych (V) w środkach piorących i czyszczących.*

Celem poniższego eksperymentu jest sprawdzenie prawdziwości informacji na opakowaniu proszku/płynu do prania na temat obecności/nieobecności fosforanów.

| Nazwa preparatu/ proszku/płynu | Czy jest informacja: „Nie zawiera fosforanów”? A czy fosforany są wymienione wśród składników? | Piktogram | Przeznaczenie preparatu/ proszku /płynu |
|-----------------------------------|---|-----------|---|
| | | | |
| | | | |

Do zlewek nalej ok. 10 cm³ wody, a następnie łyżeczkę proszku do prania/preparatu czyszczącego. Do każdej zlewki dodaj 1–2 krople stężonego kwasu azotowego(V), a potem kilka kropli wodnego roztworu molibdenianu(VI) amonu i mieszaj przez minutę.

Obserwacje:

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –

Wnioski: *Czy reklama kłamie?* Uzasadnij odpowiedź, opierając się na przeprowadzonym eksperymencie.

Komentarz:

Warto podczas planowania działań laboratoryjnych omówić znaczenie tzw. próby kontrolnej. Z młodszymi uczestnikami – w kontekście eutrofizacji – można zbadać wpływ proszków do prania z fosforanami (i bez nich) na rozwój roślin z użyciem np. nasion rzeżuchy. Pogadankę wstępną można przeprowadzić z wykorzystaniem materiałów na stronie WWF Polska².

Karta pracy nr 2:

Temat: *Ocena skuteczności działania preparatów do prania.*

Celem poniższego eksperymentu jest ocena skuteczności działania składników środków piorących, jak również rozwijanie umiejętności wykonywania prania ręcznego.

² <https://sinice.petycja.wwf.pl/lista-detergentow/>

| Nazwa proszku lub płynu | Składnik główny | Piktogram | Przeznaczenie proszku lub płynu (do białego, do koloru, do czarnego) |
|--------------------------------|------------------------|------------------|---|
| | | | |
| | | | |

Jak zrealizować etap brudzenia, prania i oceny skuteczności działania preparatów? Jak zoptymalizować proces prania? – pogadanka zakończona uzupełnieniem tabeli:

| Etap – brudzenie: | Etap – pranie: | Etap – suszenie: | Etap – ocena skuteczności działania preparatów piorących: |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| | | | |
| | | | |

Wykonanie zaplanowanego eksperymentu:

| Nazwa proszku lub płynu | Ilość wody/ilość preparatu | Czas prania i czas suszenia | Skuteczność działania |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| | | | |
| | | | |

Jakie typy zabrudzeń usuwał najskuteczniej płyn do prania? A jakie proszki do prania? Co wpływa na optymalne działanie proszków/płynów?

Wnioski końcowe:

Komentarz:

Do eksperymentu najlepiej wykorzystać kawałki starych, białych materiałów bawełnianych, a plamy można wykonać ketchupem, sokiem

z buraka, rozgniecionym pomidorem, dżemem, kredkami świecowymi. Plamy powinny mieć taką samą wielkość i nie powinny się ze sobą stykać. Powinna zostać zużyta taka sama ilość wody oraz preparatu, a czas prania i suszenia powinien być identyczny. Podobnie metoda prania i suszenia powinna być jednakowa. W jaki sposób określać ilość wody, płynu, proszku? Czy temperatura wody ma znaczenie?

Warto z uczestnikami przedyskutować sposób oceny skuteczności działania – oceny cyfrowe, skala skuteczności, patyczki różnej długości. Np.:



Na efektywność procesu mycia i prania oddziałują cztery czynniki zaprezentowane w postaci koła Sinnera. Dysponując czasem, można kontynuować warsztaty i zbadać np. proporcje oddziaływania tych czynników (mechaniczne, chemiczne, temperatura oraz czas) na skuteczność procesu. Dodatkowo można przedyskutować z uczniami kolejny czynnik, jakim jest woda i jej twardość. Testy paskowe pozwalają na określenie twardości wody, co może poprzedzić działania doświadczalne uczestników zajęć.

W przypadku starszych uczniów można dodatkowo zwrócić uwagę na inne składniki preparatów i ich rolę oraz przynależność do określonych grup związków chemicznych – środki zmiękczające i enzymy. Rozjaśniacze optyczne często dodawane do proszków przeznaczonych do białego prania wywołują złudzenie, że materiał jest bielszy.

| Tajniki prania: | |
|------------------------|---|
| Ocet | <ul style="list-style-type: none"> – zamoczenie kolorowych ubrań w occie na 15 minut zmniejsza możliwość ich farbowania – dodanie ok. 200 ml octu do prania zmiękcza ubrania oraz minimalizuje ich elektryzowanie się |
| Soda oczyszczona | <ul style="list-style-type: none"> – dodanie do prania firanek powoduje, że odzyskują biel |

Warsztaty nr 2: Odkurzacz workowy czy bezworkowy?

Warsztaty poświęcone usuwaniu śmieci z wykorzystaniem odkurzacza. Na warsztatach uczniowie dowiedzą się, jaką rolę pełni worek, czy filtr powinien być papierowy czy wykonany z materiału, jak pracują odkurzacze bezworkowe. W sposób doświadczalny sprawdzą, czy każdy filtr papierowy/materiałowy działa tak samo; zaproponują dobry domowy filtr do odkurzacza.

Prezadanie: Sprawdź, jaki worek (papierowy, materiałowy) znajduje się w odkurzaczu w twoim domu. A może masz odkurzacz bezworkowy? Jeżeli masz w domu maseczkę antysmogową, to przynieś ją na warsztaty.

Część 1: Odkurzanie – worki – worki filtracyjne – filtry.

Przeczytaj poniższy tekst, a następnie wykonaj polecenia zamieszczone pod nim (poniższy tekst powstał na podstawie materiałów internetowych):

„Odkurzacz na sucho nie będzie prawidłowo działał bez założonego worka filtracyjnego. Filtry główne służą do zatrzymywania mniejszych zanieczyszczeń, natomiast worki filtracyjne zatrzymują większe drobiny. Po osadzeniu się na filtrze głównym drobiny te momentalnie zatykają filtry główne.

Podstawowym błędem w wyborze worków do odkurzacza jest kierowanie się niską ceną. Niestety – jak to w życiu bywa – wszystko, co dobre, z reguły

nie jest tanie. Podobnie jest z workami. W zależności od modelu odkurzacza, a więc i worków, możemy mieć do wyboru worki już nawet od złotówki za sztukę. Będzie to worek papierowy, zapewne pozbawiony dodatkowych filtrów przeciwpylowych i przeciwalergicznym.

Jeżeli wybieramy odkurzacz, kierując się tym, że można kupić do niego najtańsze worki, prędzej czy później będziemy żałować takiego wyboru. Worki papierowe charakteryzują się najmniejszą wytrzymałością. Jeśli w porę nie zauważymy, że się zapełniają, możemy podczas sprzątania doświadczyć niemiłej sytuacji, w której nieczystości rozsypią się wewnątrz odkurzacza. Takie worki mogą także ulec łatwemu uszkodzeniu przy wymianie.

Większość nie zapewnia odpowiedniej filtracji, nie zatrzymuje małych drobinek kurzu wewnątrz, przez co wydostają się one na zewnątrz przez kanał wydalający powietrze z odkurzacza, ponownie trafiając do naszego otoczenia. Takie worki nie są również wyposażane w dodatkowe warstwy filtrujące, więc po odkurzaniu nie zatrzymują alergenów, zarodników, pleśni i roztoczy. Są najtańsze w zakupie, ale niekoniecznie najtańsze w eksploatacji. Są najmniej wytrzymałe i niebezpieczne dla zdrowia.

W sprzedaży są także worki wielokrotnego użytku, które po zapełnieniu nieczystościami można po prostu opróżnić, wyrzucając je do kosza, a następnie worek ponownie zainstalować w odkurzaczu. Największą wadą takiego rozwiązania jest oczywiście higiena. Worki wielokrotnego użytku muszą być wykonane z tworzywa, które będzie przepuszczać pęd powietrza, ale zarazem powinny być z solidnego materiału, który nie ulega łatwemu uszkodzeniu mechanicznemu, jak na przykład papier.

W końcu muszą przetrwać kilkadziesiąt demontaży, opróżnień i ponownego montażu w odkurzaczu. Dlatego najczęściej stosuje się materiały tekstylne. Nie zapewniają one odpowiedniego poziomu higieny, tym bardziej, że taki worek będziemy zapewne chcieli używać nawet kilka lat, a nie wszystkie nieczystości uda nam się z niego opróżnić. Te mogą gnić i zatruwać nasze otoczenie.

Worki syntetyczne są wykonane z tworzywa sztucznego, często hipoalergicznego, przepuszczającego zaledwie 0,001% odkurzanych zanieczyszczeń. Sztuczny materiał i odpowiednie domieszki często uniemożliwiają procesy gnilne czy rozwój roztoczy. Są ponadto najbardziej higieniczne, szczególnie te jednorazowe.

Zapewniają najwyższy poziom wytrzymałości, nawet gdy przez dłuższy czas będziemy odkurzali przy zapełnionym worku. Materiał, z którego są wykonane, jest bardzo solidny. Nie przepuszczają pyłów, kurzu i roztoczy. Syntetyczne jednorazowe worki na nieczystości do odkurzacza to najlepsze, ale zarazem najdroższe rozwiązanie. W zależności od modelu worków może kosztować od kilku do nawet kilkudziesięciu złotych.

Oba rozwiązania – worki jednorazowe i wielorazowe – mają zalety i wady. Worki jednorazowe to przede wszystkim wygoda użytkowania. Po zużyciu można wyrzucać je w całości, a kontakt z brudem i kurzem nie będzie konieczny. Częsta eksploatacja urządzenia generuje jednak dużą ilość odpadów – worki wykonane z niektórych tworzyw sztucznych nie są przyjazne dla środowiska.

Worki do odkurzacza wielokrotnego użytku są dość kłopotliwe w użytkowaniu – zachodzi tu konieczność regularnego prania materiału oraz ręcznego opróżniania go z kurzu. Jest to rozwiązanie ekologiczne, ale niedopuszczalne dla alergików. Osoby wrażliwe na kurz mogą zaopatrzyć się w odkurzacza z antyalergicznym filtrem”.



Polecenie nr 1 – a) Korzystając z aplikacji na smartfony, np. miMind, zrób mapę skojarzeń dla hasła: „worek filtracyjny”, prezentując ważne jego cechy oraz aspekty jego użytkowania. Opisz ten rodzaj worka (rodzaj materiału), który uznano za najlepszy do wykorzystania w domu; b) Sprawdź w literaturze, jak długo ulega rozkładowi materiał, z którego wykonano worek. Zapisz stworzoną mapę i prześlij do nauczyciela/prowadzącego warsztaty.

Polecenie nr 2 – Wykorzystując różne materiały, które mogłyby posłużyć do wykonania filtrów, worków, sprawdź, czy łatwo przepuszczają powietrze, czy łatwo ulegają zniszczeniu, czy można je rozciągnąć. Pogadanka w grupach, której efektem jest zaplanowanie eksperymentu i wypełnienie tabeli:

| Sposób na sprawdzenie: | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Czy przepuszcza powietrze? | Czy łatwo ulega zniszczeniu? | Czy można materiał rozciągnąć? |
| | | |

Wykonanie zaplanowanego eksperymentu i wypełnienie tabeli:

| | | | | |
|------------------|--|--|--|--|
| Badany materiał: | | | | |
| Obserwacje: | | | | |
| Wnioski końcowe: | | | | |

Komentarz:

W trakcie pogadanki należy zwrócić uwagę na informacje ogólne. Docelowo filtr i worek do odkurzacza powinien być superoddychający, higieniczny i biodegradowalny. Filtr może być wlotowy i wylotowy ze względu na umiejscowienie w odkurzaczu. Worki mogą być papierowe i tekstylne; filtry dodatkowo piankowe i gąbkowe. Doświadczenia opisane w poleceniu nr 2 można wykonać z użyciem profesjonalnych worków do odkurzacza.



Z młodszymi uczestnikami możemy badać skuteczność działania filtrów w następujący sposób:

- a) Z przygotowanych materiałów szyjemy maseczkę.

- b) Nakładamy maseczkę na twarz.
- c) Zapalamy świeczkę ustawioną w określonej odległości od twarzy (odległość należy zmierzyć linijką) i dmuchamy, obserwując, czy płomień świeczki gaśnie.
- d) Zmieniamy odległość świeczki od twarzy (za każdym razem mierzymy odległość).
- e) Określamy relację między odległością świeczki a skutecznością działania materiału jako filtra.

W przypadku starszych uczestników, stosując tę procedurę, mamy dodatkowo okazję do dyskusji na temat wielkości drobin obecnych z zanieczyszczonym powietrzem, smogu.

Część 2: Ścieramy kurze...

Co to jest kurz? Co jest składnikiem kurzu? Co jest ważne podczas ścierania kurzu? Na co należy zwrócić uwagę podczas ścierania kurzu? Czy rodzaj użytej ściereczki ma znaczenie? Gazeta, ręcznik papierowy, a może ściereczka z mikrofibry?

| Nazwa preparatu: | Przeznaczenie: | Składniki: | Skuteczność działania: |
|------------------|----------------|------------|------------------------|
| | | | |
| | | | |

Wykonanie zaplanowanego eksperymentu:

| Nazwa preparatu: | Rodzaj użytej szmatki: | Ilość preparatu: | Skuteczność działania: |
|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | | | |

Wnioski:

Komentarz:

Badanie skuteczności działania wymaga zachowania tych samych warunków podczas sprawdzania.

Zadanie podsumowujące:

„Regularne porządki i wietrzenie pomieszczeń” – ułożenie w grupach krótkiego opowiadania, w którym głównym bohaterem jest Mateusz będący silnym alergikiem.

Preparaty do mycia szyb mogą zawierać amoniak, kwasy lub alkohole.

Zadanie podsumowujące może przyjąć inną formę, np. prowadzący warsztaty przygotowuje początkowy fragment opowiadania na temat Mateusza: *Mateusz – uczeń klasy 3 szkoły podstawowej z silną alergią właśnie wprowadził się z rodzicami do nowego mieszkania. Nie zdążył zajrzeć do swojego pokoju, bo już odczuł dziwne swędzenie w nosie i zaczął kichać...*

Podsumowanie warsztatu nr 1 – strefa DIY:

Uczniowie w grupach przygotowują własne domowe preparaty do usuwania kurzu i tworzą proszki do prania. Każdy pomysł powinien być sprawdzony doświadczalnie, co należy odpowiednio udokumentować.

! Uwaga końcowa:

W trakcie wykonywania doświadczeń należy zachować szczególną ostrożność – uczestnicy muszą pracować w rękawiczkach oraz w fartuchach ochronnych i mieć okulary laboratoryjne.

Wszystkie pozostałości z doświadczeń – po rozcieńczeniu dużą ilością wody – można wprowadzić do kanalizacji miejskiej. W trakcie wykonywania doświadczeń należy zachować wszystkie środki ostrożności (np. wynikające

z piktogramów zamieszczonych na opakowaniach wykorzystywanych do eksperymentu preparatów).

Polecana literatura

- Giercarz, U. (2011). *Ekologiczne sprzątanie. Skutecznie, zdrowo, tanio*. Wydawnictwo biobooks.
- McKay, K., Bonnin, J. (2011). *Ekologiczne dzieciaki. 100 rzeczy, które możesz zrobić by ocalić planetę*. National Geographic.
- Maciejowska, I., Warchoł, A. (2012). *Świat chemii. Podręcznik do szkół ponadgimnazjalnych. Zakres podstawowy*. Kraków: Wydawnictwo ZamKor.

Pomocnicze materiały

Pranie:

Ekologiczne pranie w proszku – czy to jest możliwe? (bdw.). Pobrano z <http://www.wszystkowporzadku.com.pl/post/ekologiczne-pranie-w-proszku-czy-to-jest-mozliwe/>

NATULI dzieci są ważne (bdw.). *Proszki do prania – jak czytać etykiety?* Pobrano z <https://dzieci-sawazne.pl/proszki-do-prania-jak-czytac-etykiety/>

Teoria – mechanizm prania:

Mechanizm prania (2020). Pobrano z <http://www.firma-aga.eu/mechanizm-prania/>

Filmy:

Nauka. To lubię (2014). *Dlaczego mydło myje?* [Plik wideo]. Pobrano z https://www.youtube.com/watch?v=rqx_T5HW9EI&app=desktop

Scholaris.pl, <http://scholaris.pl/resources/run/id/65990>

Odkurzanie – filtry:

Czym się różnią filtry w odkurzacach? (2019). Pobrano z <https://www.slonecznystok.pl/gospodarka/technologie/czym-sie-roznia-filtry-w-odkurzaczach.html>

Koronawirus w Polsce: jak zrobić filtr do maseczki w domu (2020). Pobrano z <https://www.poradnikzdrowie.pl/aktualnosci/koronawirus-w-polsce-jak-zrobic-filtr-do-maseczki-w-domu-aa-9uMh-AbTH-APc7.html>

Dla młodszych uczestników

Nauka. To lubię (2014). *Dlaczego mydło myje?* [Plik wideo]. Pobrano z https://www.youtube.com/watch?v=rqx_T5HW9EI&app=desktop



Ula Pedantula (2017). *Dom dla początkujących: jak zrobić pranie?* [Plik wideo]. Pobrano z <https://www.youtube.com/watch?v=2OclJliyoE>



Uporządkowana (2017). *5 trików ułatwiających robienie prania* [Plik wideo]. Pobrano z <https://www.youtube.com/watch?v=NbDZY2Hb0NQ>



Podziękowanie:

Inspiracją do napisania tego artykułu było uczestnictwo w różnych spotkaniach online poświęconych nauczaniu w kontekście i wykonywaniu doświadczeń.

WYDARZENIA I REKOMENDACJE

Rethinking Media Literacy and Digital Skills in Europe (REMEDIS). Sprawozdanie z realizacji projektu

ŁUKASZ TOMCZYK*

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Kompetencje cyfrowe oraz medialne są obecnie klasyfikowane jako jedne z umiejętności kluczowych (Vissenberg i in., 2022; Guillén-Gámez i in., 2021). Obsługa nowych mediów, a także rozumienie mechanizmów wpływu technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) na życie jednostek i grup społecznych umożliwia pełne oraz intencjonalne funkcjonowanie w społeczeństwie informacyjnym (Tomczyk, 2020). Z kolei brak sprawnej obsługi ICT od wielu lat łączony jest z wykluczeniem cyfrowym, stanowiącym rodzaj wykluczenia społecznego. Pomimo upływu niespełna trzech dekad od włączenia krajów z CEE w struktury globalnej cyfrowej wioski tematyka podziału cyfrowego oraz inkluzji cyfrowej jest ciągle aktualnym obszarem wymagającym gruntownych analiz. Wykluczenie cyfrowe, łączone często z niewystarczającym poziomem kompetencji cyfrowych, stanowi realne i globalne wyzwanie (Tomczyk i in., 2019). Intensywnie rozwijający się sektor e-usług, wzrost możliwości ICT, powszechna informatyzacja szkolnictwa, wdrażanie strategii informatyzacji państwa wymuszają refleksję nad realnym wykorzystaniem możliwości nowych mediów na obecnym etapie rozwoju społeczeństwa informacyjnego (Ziemba, 2019).

ICT bezpowrotnie zmieniły i permanentnie przeobrażają jakość życia poszczególnych grup społecznych. Zwiększające się możliwości nowych mediów nie zawsze liniowo współwystępują ze wzrostem umiejętności obsługi ICT. Powstający dysonans jest nie tylko wyzwaniem łączącym się z polityką społeczną, m.in. ze względu na potrzebę minimalizacji zjawiska wykluczenia cyfrowego, lecz również generuje szereg pytań związanych ze skutecznością dotychczasowych działań związanych z rozwojem kompetencji cyfrowych i medialnych. O potrzebie analizy zarysowanych powyżej zjawisk świadczą liczne raporty naukowe, wielopłaszczyznowe strategie odnoszące się do polityki społecznej, działania edukacyjne zarówno w ramach edukacji formalnej, jak i pozaformalnej, a także powoływanie międzynarodowych sieci, których celem jest zrozumienie społecznych i kulturowych zmian determinowanych nowymi mediami. Na szczególną uwagę zasługuje w tym obszarze powołanie programu CHANSE (Collaboration of Humanities and Social Sciences in Europe), który tworzony jest przez 27 agencji finansujących badania naukowe. CHANSE jest obecnie największym przedsięwzięciem ukierunkowanym na wzmocnienie ponadnarodowej współpracy naukowców zajmujących się tematyką zmian społecznych i kulturowych wynikających z powszechnej cyfryzacji. Działania sieci CHANSE zostały ukonstytuowane przez wyłonienie 26 zespołów badawczych (z 366 zgłoszeń, współczynnik sukcesu 7,1%), które od drugiej połowy 2022 r. prowadzą badania nad wspomnianym obszarem.

Jednym z projektów, który został zarekomendowany do finansowania, jest działanie zatytułowane *Rethinking Media Literacy and Digital Skills in Europe* (REMEDIS). Projekt REMEDIS powstał jako odpowiedź na lukę związaną z globalną, wielopoziomową i interdyscyplinarną oceną podejmowanych dotychczas działań wzmacniających kompetencje cyfrowe i medialne. W ramach REMEDIS podjęte zostaną cztery zasadnicze aktywności dotyczące: 1) aktualizacji istniejącej wiedzy teoretycznej na temat

rzeczywistych wyników interwencji podnoszących poziom kompetencji cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem grup wymagających wsparcia w tym obszarze (w tym przyszłych nauczycieli); 2) poprawy i wzmocnienia istniejących strategii interwencyjnych odnoszących się do podnoszenia kompetencji medialnych i cyfrowych z wykorzystaniem dotychczas istniejących dowodów występujących w różnych kontekstach geograficznych oraz kulturowych; 3) przygotowania zaawansowanych technik i narzędzi badawczych umożliwiających ocenę strategii interwencyjnych zwiększających efektywność korzystania z ICT oraz przyczyniających się do inkluzji cyfrowej; w tej części REMEDIS przeprowadzone zostaną również równoległe projekty będące interwencjami w obszarze wzmocnienia kompetencji cyfrowych i medialnych z użyciem metod eksperymentalnych przy współpracy z partnerami pozaakademickimi; działanie to pozwoli uzyskać odpowiedź na pytanie, które interwencje cechują się wysoką skutecznością w odniesieniu do grup wymagających wsparcia; 4) opracowania zaleceń dotyczących polityki opartej na dowodach oraz stworzenie przyjaznego dla użytkownika, konfigurowalnego zestawu narzędzi ewaluacyjnych, tak aby decydenci i praktycy mogli przeprowadzać ewaluacje rozwoju kompetencji cyfrowych i medialnych z użyciem narzędzi bazujących na adekwatnej, rzetelnej i trafnej metodologii.

Projekt REMEDIS odpowiadający na potrzeby związane z pogłębioną i systematyczną analizą kompetencji medialnych i cyfrowych, będących podstawą dla rozwoju społeczeństwa informacyjnego, został wsparty przez sieć następujących instytucji: Research Foundation – Flanders (FWO, Belgia), Research and Innovation (UKRI – Wielka Brytania), Research Council (ETA – Estonia), Agencia Estatal de Investigación (AEI – Hiszpania), Academy of Finland (AKA – Finlandia), a także Narodowe Centrum Nauki (NCN, Polska). REMEDIS jest siecią badawczą, która funkcjonuje w ramach programu CHANSE ERA-NET Co-fund (European Union’s Horizon 2020 Research and Innovation Programme, numer grantu 101004509).

Uzyskanie finansowania w ramach CHANSE potwierdza zasadność przeprowadzenia pogłębionej refleksji nad kierunkami pomiaru, definiowania oraz wzmacniania kompetencji cyfrowych i medialnych nie tylko w pryzmacie uwarunkowań typowych dla danego kraju czy też regionu, lecz również w perspektywie międzynarodowych badań podłużnych i komparatystycznych. Zarysowana w niniejszym komunikacie tematyka stanowi kluczowy punkt odniesienia pozwalający na zrozumienie zmian wynikających z determinizmu technologicznego, a także zwiększenie efektywności inkluzji cyfrowej, mającej przełożenie na zrównoważony rozwój społeczeństwa informacyjnego.

Więcej informacji na temat projektu REMEDIS znajduje się na stronie internetowej: <https://remedis-chanse.eu/>

Projekt REMEDIS jest wspierany w Polsce przez Narodowe Centrum Nauki – NCN [021/03/Y/HS6/00275] w ramach CHANSE ERA-NET Co-fund, który otrzymał finansowanie z European Union’s Horizon 2020 Research and Innovation Programme [umowa numer 101004509].

Bibliografia

- Guillén-Gámez, F. D., Mayorga-Fernández, M. J., Ramos, M. (2021). Examining the Use Self-Perceived by University Teachers about ICT Resources: Measurement and Comparative Analysis in a One-Way ANOVA Design. *Contemporary Educational Technology*, 13(1), 1–13.
- Tomczyk, Ł. (2020). Skills in the area of digital safety as a key component of digital literacy among teachers. *Education and Information Technologies*, 25(1), 471–486.
- Tomczyk, Ł., Eliseo, M. A., Costas, V., Sánchez, G., Silveira, I. F., Barros, M. J., Oyelere, S. S. (2019, June). Digital Divide in Latin America and Europe: Main characteristics in selected countries. W: *14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (s. 1–6). IEEE.
- Vissenberg, J., d’Haenens, L., Livingstone, S. (2022). Digital Literacy and Online Resilience as Facilitators of Young People’s Well-Being?. *European Psychologist*, 27(2), 76–85. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000478>
- Ziamba, E. (2019). The contribution of ICT adoption to the sustainable information society. *Journal of Computer Information Systems*, 59(2), 116–126.

