

Nr 4 LIPIEC/SIERPIEŃ 2012

z Przyrodą

# Biologia w Szkole

336 (LXV) indeks 352659 CENA 18,50 zł (w tym 5% VAT)

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

**Rośliny**  
**in vitro**

**Węch u ssaków**

**Uczymy**  
**o stawonogach**

**Użytki**  
**ekologiczne**



82060301208004

ISSN 0137-8031

08



## Zmieniamy się dla Ciebie

Uwaga Czytelnicy!

Od sierpnia większy format, objętość,  
nowa szata graficzna i treści!

Nowości, jakie dla Was przygotowaliśmy, to:

- Treści wzbogacone większą liczbą fotografii i rysunków;
- Więcej zadań, doświadczeń, eksperymentów i pomysłów na ciekawą lekcję;
- Prezentacja najnowszych odkryć i osiągnięć z dziedziny chemii i fizyki;
- Propozycje rozwiązań metodycznych trudnych zagadnień fizycznych i chemicznych;
- Pomoce dydaktyczne dla nauczycieli.



Nasze czasopisma to niezbędny atrybut każdego nauczyciela nauk przyrodniczych. Wysoką jakość pisma osiągamy dzięki współpracy z przedstawicielami środowisk naukowych z wielu ośrodków akademickich w Polsce i na świecie.

Inwestuj w siebie. Zamów prenumeratę!  
[www.edupress.pl](http://www.edupress.pl)



NUMER 4 LIPIEC/SIERPIEŃ 2012 336 (LXV)  
 indeks 352659 Nakład 4000 egz.  
 CENA zł 18,50 (w tym 5% VAT)



Czasopismo Pedagogiczne

Zdjęcie na okładce: Piotr Borsuk

**Redakcja**

Piotr Borsuk (redaktor naczelny),  
 prazm@gazeta.pl

**Adres redakcji**

01-194 Warszawa,  
 ul. Młynarska 8/12,  
 tel. 22 244 84 74,  
 faks 22 244 84 76,  
 biologia@raabe.com.pl

**Wydawca**

Dr Josef Raabe  
 Spółka Wydawnicza Sp. z o.o.,  
 ul. Młynarska 8/12,  
 01-194 Warszawa,  
 tel. 22 244 84 00,  
 faks 22 244 84 20,

e-mail: raabe@raabe.com.pl,  
 www.raabe.com.pl,  
 NIP: 526-13-49-514,  
 REGON: 011864960,

Zarejestrowana w Sądzie Rejonowym dla m.st. Warszawy w Warszawie XII Wydział Gospodarczy KRS, KRS 0000118704, Wysokość Kapitału Zakładowego: 50.000 PLN

**Prezes zarządu**

Michał Włodarczyk

**Dyrektor wydawniczy**

Józef Szewczyk, tel. 22 244 84 70,  
 j.szewczyk@raabe.com.pl

**Dział obsługi klienta**

tel. 22 244 84 11,  
 prenumerata@raabe.com.pl

**Dyrektor zarządzający**

Anna Gryczewska,  
 a.gryczewska@raabe.com.pl

**Dział marketingu**

tel. 22 244 84 50

**Kolportaż**

Anna Niepiekło, tel. 22 244 84 78,  
 faks 22 244 84 76,  
 a.niepieklo@raabe.com.pl

**Reklama**

Andrzej Idziak, tel. 22 244 84 77,  
 faks 22 244 84 76, kom. 692 277 761,  
 reklama@raabe.com.pl

**Skład i łamanie** Vega design

**Druk i oprawa**

Pabianickie Zakłady Graficzne SA,  
 95-200 Pabianice,  
 ul. P. Skargi 40/42

Redakcja nie zwraca nadesłanych materiałów, zastrzega sobie prawo formalnych zmian w treści artykułów i nie odpowiada za treść płatnych reklam.

Zapraszamy do odwiedzenia naszej strony w Internecie

[www.edupress.pl](http://www.edupress.pl)

## Szanowni Czytelnicy

Lato, lato wszędzie, a ja siedzę przed komputerem, piszę wstępniak i myślę sobie, że czas na wakacje. Zasyję się na Pojezierzu Brodnickim, w miejscu szczególnie bliskim memu sercu, i będę myślał o... kolejnym numerze „Biologii w Szkole”. Cóż, samo życie. Tymczasem przekazujemy Państwu drugi numer naszego pisma w nowej szacie graficznej. Mam nadzieję, że mimo tego, że trudniej je teraz schować w torebce czy teczce, zaakceptowaliście Państwo zmiany, szczególnie że nie dotyczą one wyłącznie grafiki. W niniejszym numerze pojawia się kolejna nowość: *Ogródek „Biologii w Szkole”*. Zawsze uważałem, że grzebanie w ziemi jest dobrą szkołą biologii. Zmusza do myślenia, uczy systematyczności, daje radość, a czasem, gdy naprawdę na to zapracujemy (!), dużo satysfakcji. A jak pięknie potrafią pachnieć upieczone balkonowe kwiaty. I choć, jak przekonuje nas o tym w swoim artykule Pan Michał Strefnel, to, że czujemy zapachy, jest kwestią fizjologii i molekularnych mechanizmów funkcjonowania receptorów i naszego mózgu, to jednak otoczony heliotropami i maciejką przez 5 minut nie pamiętam, że *życie jest formą istnienia białka*. Czasem zastanawiam się, ile z otaczających mnie roślin pochodzi z hodowli in vitro. Niby nie ma to znaczenia, ale... zapewne wszystkie moje storczyki wyhodowano tak, jak to opisały Panie Alina Trejgell i Marlena Zielińska. Czy wpłynęło to na urodę tych kwiatów? Może tak, bo zapewne są pozbawione przypadłości, np. wirusów, które trapią tzw. dzikie rośliny.

Chciałbym również zwrócić Państwa uwagę na artykuł, który napisał dla nas Pan Stanisław Makara. To kolejny tekst, w którym dowodzi, że przyrody można uczyć ciekawie i w proces ten angażować, w pozytywnym tego słowa znaczeniu, całą lokalną społeczność. Gratuluję, Panie Stanisławie! Umiejętność ciekawego nauczania przyrody i biologii to cenny dar i podstawa edukacji kolejnych pokoleń Polaków. Jeśli ktoś w to nie wierzy, to namawiam do lektury artykułu Pana Juliana Piotra Sawińskiego.

Życzę miłej lektury

Piotr Borsuk

### Co nowego w biologii?

■ **Zmysł powonienia u ssaków – od receptorów nabłonka węchowego do przestrzeni stanów subiektywnych** 4  
 ● Michał Strefnel

■ **Rośliny nie tylko z doniczki** 11  
 ● Alina Trejgell,  
 Marlena Zielińska

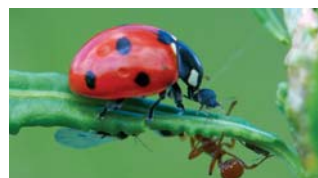


### Ogródek „BwS”

■ **Nasturcja (*Tropaeolum sp.*)** 15

### Ciekawostki

■ **Myśliwi w pancerzykach w grochy** 16



### Nowinki

■ **Eksplodujące termyty** 17

■ **Częste mycie skraca życie?** 17

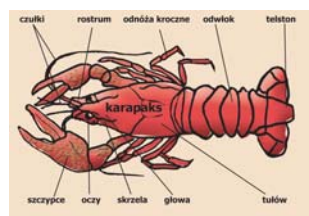
### Galeria Biologii w szkole

■ **Łęgi nad Wartą** 18



### Z praktyki szkolnej

■ **Stawonogi – bezkręgowce o wielu twarzach** 20  
 ● Anna Michalik



■ **Raport z sondażu. Sprzęt komputerowy w szkołach nie oznacza ich cyfryzacji** 25  
 ● Ewa Frąckowiak

■ **„Cyfrowa szkoła” okiem wydawcy** 28  
 ● Robert Kuc

■ **Wprowadzenie e-podręczników może okazać się kłapą** 30  
 ● Robert Kuc

■ **Biologią można zaciekać każdego** ● Julian Piotr Sawiński 31

### Kącik ekologiczny

■ **Użytek ekologiczny jako forma zachowania różnorodności krajobrazów** 35  
 ● Stanisław Makara



### Kącik olimpijski

■ **Wpływ podwyższonego stężenia CO<sub>2</sub> na wzrost i przyrost biomasy części nadziemnej oraz na gęstość aparatów szparkowych na liściach grochu zwyczajnego (*Pisum sativum*)** 42  
 ● Mateusz Wilczek

■ **Badanie wpływu pokarmu podawanego gąsienicom oraz temperatury otoczenia zimujących poczwerek na rozwój nastroszy topolowców** 46  
 ● Jakub Jarczak





# Zmysł powonienia u ssaków

## - od receptorów nabłonka węchowego do przestrzeni stanów subiektywnych

MICHAŁ STREFNEL

**W** roku 1985 amerykański naukowiec Jonathan Pevsner wraz z zespołem badawczym opublikowali, w artykule *Isolation and characterisation of an olfactory receptor for odorant pyrazines*, wyniki swoich badań nad zdolnością związku z grupy pirazyn – 2-izobutylo-3-metoksypirazyny do wiązania się z białkami występującymi w epitelium jamy nosowej krowy i szczura. Nabłonek węchowy wiązał tę substancję dziewięć razy silniej niż nabłonek znajdujący się w drogach oddechowych. W pracy tej opisano, iż zdolność wiązania tego związku nie była typowa dla innych (niż wspomniane wyżej) białek błonowych pocho-

dzących z jedenastu tkanek niebędących nabłonkiem węchowym.

Artykuł Jonathana Pevsnera stał się inspiracją dla lekarki, psycholożki, autorki doktoratu z immunologii, Lindy Buck, do stworzenia projektu badawczego, którego celem była analiza białek zawartych w błonach komórkowych neuronów epitelium węchowego oraz zidentyfikowanie wszystkich genów rodziny związanej z receptorami węchowymi. Od roku 1988 dr Buck prowadziła intensywne badania z tego zakresu, współpracując z laboratorium kierowanym przez prof. Richarda Axela, wybitnego specjalisty z zakresu patologii i biochemii. W roku 1991 Linda Buck i Richard Axel opublikowali pracę z genetyki, w której opisali rodzinę genów odpowiedzialnych za kodo-

wanie białek receptorów węchowych. W 2004 roku za wspomniane odkrycia, jak również inne dotyczące organizacji układu węchowego, badacze ci otrzymali prawdziwie zasłużoną Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny.

**P**atrząc w przeszłość, stwierdzamy, iż już w antyku podejmowano próby klasyfikacji zapachów. Przykładowo 300 lat p.n.e. Arystoteles wyodrębnił sześć klas zapachu. Inne istotne historycznie klasyfikacje doznań zapachowych przedstawiłem w Tab. 1.

Na przełomie XIX i XX wieku popularne były teorie głoszące, że wszystkie znane doznania węchowe są kompozycją kilku zapachów podstawowych, podobnie jak percepty barwne są pochodną trzech

Tabela 1. Klasyfikacja zapachów według różnych źródeł historycznych

Linneusz 1764	Zwaardemaker 1895	Hennig 1916	Crocker-Henderson 1927	Amoore 1952/62	Schutz 1964
aromatyczny	aromatyczny	***	***	***	***
***	Eterowy	owocowy	kwaśny	eterowy	eteryczny
wonny	Wonny	***	***		***
***	Kwiatowy	kwiatowy	kwiatowy	kwiatowy	***
***	***	***	***		słodki
***	***	***	***	miętowy	***
***	***	balsamiczny	***	kamforowy	***
***	***	korzenny	***	***	korzenny
***	***	***	***	***	oleisty
ambrozji	ambrozji	***	***	piżmowy	***
***	przypalony	przypalony	przypalony	***	***
cebulowo-czosnkowy	cebulowo-czosnkowy	***		***	***
koźli	koźli	***	koźli	***	***
***	***	***	***	***	siarkowy
***	***	***	***	***	zjęłczały
cuchnący	odrażający	zgniły	***	zgniły	***
mdlący	mdlący	***	***	***	***
***	***	***	***	***	metaliczny
***	***	***	***	piekący	***

Tabela 2. Klasyfikacja zapachów kosmetyków wg Francuskiego Stowarzyszenia Perfumiarzy

Cytrusowe	Kwiatowe	Paprociowe	Szyprowe	Leśne (drzewne)	Ambrowe (orientalne)	Skórzane
nuty zapachowe: cytrynowa, bergamotowa, pomarańczowa, grejpfrutowa	nuty zapachowe: różana, jaśminowa, fiołkowa, bzoza, konwaliowa, narcyzowa, tuberozowa	nuty zapachowe: lawendowa, leśna, mchy dębowego, kumarynowa, bergamotowa	nuty zapachowe: mchu dębowego, labdanum, paczuli, bergamoty	nuty zapachowe: sandałowa, paczuli, cedrowa, wetiwerowa (baza kompozycji męskich: lawenda, cytrus)	nuty zapachowe: ambrowe, waniliowe, labdanowe, wyraziste, zwierzęce	nuty zapachowe: dymne, palonego drewna, tytoniu (początkowe – ewoluujące ku kwiatowym)
Cytrusowe	Jednokwiatowe	Paprociowe	Szyprowe	Leśne	Ambrowo-kwiatowo-leśne	Skórzane
Cytrusowo-kwiatowo-szyprowe	Kwiatu lawendy	Paprociowo-ambrowo-słodkie	Szyprowo-kwiatowe	Leśno-iglasto-cytrusowe	Ambrowo-kwiatowo-korzenne	Skórzano-kwiatowe
Cytrusowo-leśne	Bukiet kwiatowy	Paprociowo-ambrowo-kwiatowe	Szyprowo-kwiatowo-aldehydowe	Leśno-aromatyczne	Ambrowo-łagodne	Skórzano-tytoniowe
Cytrusowo-aromatyczne	Kwiatowo-zielone	Paprociowo-korzenne	Szyprowo-owocowe	Leśno-korzenne	Ambrowo-cytrusowe	
	Kwiatowo-aldehydowe	Paprociowo-aromatyczne	Szyprowo-zielone	Leśno-korzenno-skórzaste	Ambrowo-kwiatowe	
	Kwiatowo-leśne		Szyprowo-aromatyczne	Leśno-korzenno-ambrowe		
	Kwiatowo-leśno-owocowe		Szyprowo-skórzane			

barw podstawowych. Obecnie uważa się, iż poszukiwania takich analogii i „zapachów podstawowych” nie prowadzą do odkrycia wrażeń węchowych o charakterze elementarnym, w ścisłym tego słowa znaczeniu. Widoczne jest to zwłaszcza wtedy, gdy uwzględnia się mechanizmy plastyczności mózgu – naturalną zdolność tej tkanki do rearanżacji połączeń między komórkami nerwowymi.

**U** człowieka występuje ok. 1000 receptorów węchowych, których białka są kodowane przez ponad 400 genów. Kwestia klasyfikacji zapachów jest ważna w przemyśle spożywczym, niezwykle istotną rolę pełni u producentów perfum i innych kosmetyków, ma też duże znaczenie przy ocenie jakości wina. Klasyfikacja odczuć węchowych sporządzona przez francuskie Stowarzyszenie Perfumiarzy została ukazana w Tab. 2.

Człowiek na obszarze jamy nosowej o wymiarach w przybliżeniu 2 na 5 cm posiada średnio 40 mln komórek węchowych. Jako ciekawostkę podam fakt, że u psa w jamie nosowej występuje około 1 mld takich komórek. Wśród

ssaków wybitnie rozwinięty węch mają także niedźwiedzie. Co ciekawe, jest on około 7-krotnie lepszy niż węch psów.

U ssaków istnieją cztery podstawowe rodzaje zmysłu powonienia.

Narząd ogólnego zastosowania, który tworzą komórki głównego nabłonka węchowego.

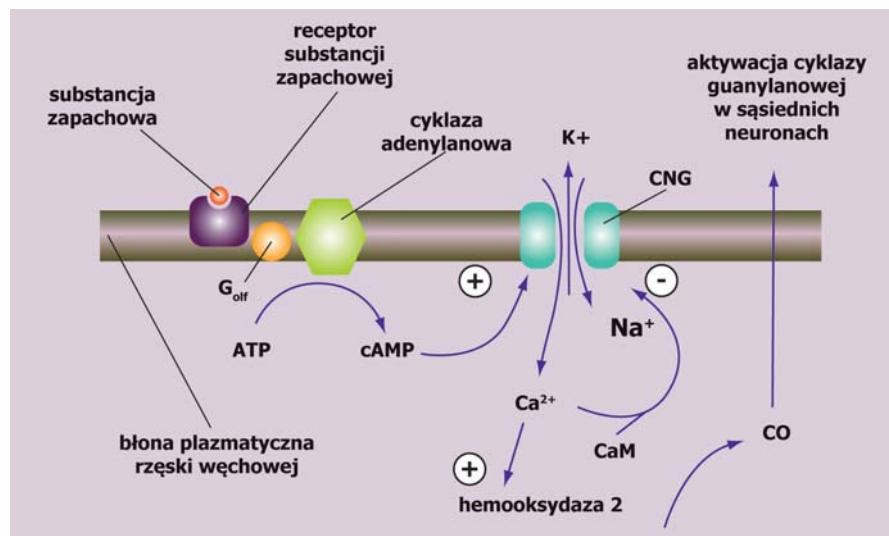
Narząd nosowo-lemieszowy, który znajduje się u podstawy jamy nosa i wysyła aksony do dodatkowej opuszki węchowej a dalej do ciała migdałowatego. Narząd nosowo-lemieszowy uczestniczy w komunikacji związanej z zachowaniami związanymi z płcią, dokonując rejestracji sygnałów przesyłanych przez feromony. U większości ludzi narząd ten znajduje się w zaniku, jednak pewne bodźce chemiczne odbierane przez tę strukturę mogą być w przypadku człowieka odbierane przez komórki głównego epitelium węchowego.

Innym rodzajem zmysłu powonienia, występującym u niektórych ssaków (m.in. u szczurów, psów), jest narząd septalny Masera, nazywany przez niektórych fizjologów zwierząt „mini-

-nosem”. Pozwala on na szybką ocenę zapachów przesyłanych przez niektóre „zwykłe” związki zapachowe związane z czynnikami środowiskowymi oraz z jakością pobieranego pokarmu. W literaturze można czasami spotkać się z poglądem, iż narząd ten reaguje głównie na substancje znajdujące się w różnego rodzaju płynach.

Kolejnym organem węchowym jest zwój Gruenberga, istotny przykładowo u psów. Jego funkcja polega na odbieraniu feromonów alarmowych, jak też percepcji niektórych związków chemicznych, na które reagują neurony podstawowego narządu węchu; uczestniczy głównie w behawiorze związanym z sytuacjami stresowymi lub zagrożeniem. U psów jest on związany z rozpoznawaniem sygnałów alarmowych inicjujących ucieczkę. Stwierdzenie „pies czuje strach” nabiera w tym kontekście bardzo dosłownego znaczenia. Zarówno zwój Gruenberga, jak i narząd Masera nie występują u człowieka.

Górna część jamy nosowej posiada nabłonek, w którym zlokalizowane są dwubiegunowe neurony



Rys. 1. Mechanizm działania receptorów węchu

receptorowe zmysłu powonienia. Od pojedynczego bieguna neuronu receptorowego odchodzi dendryt zakończony na powierzchni warstwy nabłonkowej tzw. kolbką węchową, posiadającą zwykle 6–12 rzęsek węchowych, otoczonych śluzem wydzielanym przez tzw. komórki podporowe, towarzyszące węchowym neuronom dwubiegunowym. Rola śluzu w odbiorze bodźca chemicznego polega na rozpuszczaniu cząsteczek substancji zapachowych, które dostały się do jamy nosowej. Śluz ten ponadto zawiera białka wiążące cząsteczki substancji zapachowych. Receptory węchowe znajdujące się w rzęskach zanurzonych w warstwie śluzu są sprzężone z białkami z grupy G, nazywanymi białkami  $G_{olf}$ .

W odpowiedzi na połączenie się związku zapachowego z receptorem wzrasta poziom wtórnego przekaźnika cAMP (cyklicznego adenylozomonofosforanu) przy udziale cyklazy adenylanowej zlokalizowanej w błonie plazmatycznej rzęski (Rys. 1). Kolejnym etapem przekazywania sygnału jest otwarcie kanałów jonowych bramkowanych cyklicznym nukleotydem. Następuje przepływ jonów  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  i w rezultacie depolaryzacja rozprzestrzenia się elektrotonicznie po komórce dwubiegunowej. Potencjał czynnościowy wyzwolony na wstęgu aksonalnym neuronu charakteryzuje się zdolnością kodowania przez amplitudę informacji

o stężeniu cząsteczek chemicznego bodźca węchowego.

Czułość zmysłu powonienia względem oszacowania stężeń wdychanych związków zapachowych charakteryzuje się u większości gatunków stosunkowo niewielkim zakresem obejmującym zwykle około dziesięciokrotne różnice stężeń. Maksymalna amplituda potencjałów czynnościowych możliwych do wygenerowania przez wstęgu aksonalny na ogół jest osiągana już przy zmianie polaryzacji komórki wywołanej otwarciem ok. 4% kanałów jonowych neuronu receptorowego.

Przy długiej ekspozycji na zapach, jak też dużym stężeniu substancji zapachowej odebranych przez neuron dwubiegunowy możliwe jest rozprzestrzenienie się pobudzenia od jednej komórki receptorowej na sąsiednie komórki, bez pośrednictwa związku zapachowego. Polega to na napływie znacznych ilości jonów wapniowych do komórki, która odebrała dużą „dawkę” bodźca zapachowego. Kationy  $Ca^{2+}$  posiadają zdolność aktywowania enzymu zwanego hemooksydazą 2, uczestniczącego w syntezie tlenku węgla (II) – związku, który ze względu na łatwość dyfuzji jest wykorzystywany często przez układ nerwowy jako neuroprzekaźnik biorący udział w tzw. transmisji objętościowej. Docierając do sąsiednich komórek, CO aktywuje cyklazę guanylową

będącą cząsteczką sygnałową do otwarcia kanałów jonowych w tych komórkach. Zjawisko to nie prowadzi do dezorientacji komórek receptorowych odbierających zapach, ponieważ sąsiadujące ze sobą neurony receptorowe węchu rozpoznają tę samą substancję zapachową.

Aksony komórek dwubiegunowych są pozbawione otoczki mielinowej i tworzą pierwszy nerw czaszkowy, przesyłający sygnały do mózgu. Zakończenia tych aksonów posiadają połączenia synaptyczne z dendrytami komórek mitralnych i pędzelkowatych w kłębuszkach węchowych opuszki węchowej. Neurony pędzelkowate określa się symbolem T, mitralne zaś jako M. Łączne oznaczenie tej grupy neuronów jest przedstawiane jako M/T. Kłębuszki węchowe stanowią jednostki funkcjonalne, w początkowych etapach analizy informacji zapachowej są one okrągłymi strukturami o średnicy wynoszącej ok. 150  $\mu m$ . Odbierają sygnały w ten sposób, że pojedynczy kłębuszek zbiera informacje z ok. 25 000 węchowych neuronów receptorowych reagujących na identyczną kompozycję zapachów. Informacja z aksonów dwubiegunowych komórek węchowych skupia się w pojedynczym kłębuszku na dendrytach 75 komórek pędzelkowatych i mitralnych. Ważną funkcją sieci neuronowych kłębuszków węchowych jest wzmacnianie sygnałów z neuronów receptorowych przed przesłaniem ich do dalszego przetwarzania. Między sąsiadującymi kłębuszkami występuje zjawisko hamowania obocznego, które umożliwia odróżnianie podobnych bodźców węchowych.

W zjawisku tym istotną rolę odgrywają znajdujące się w opuszce węchowej tzw. komórki okołokłębuszkowe – interneurony o krótkich aksonach pełniące rolę neuronów hamujących. Wykorzystują one chemiczne przekazywanie dopaminergiczne. Istotne są także komórki ziarniste wykorzystujące jako neuroprzekaźnik hamujący kwas  $\gamma$ -aminomasłowy (GABA). W pobudzaniu komórek ziarnistych jest wykorzystane zjawisko

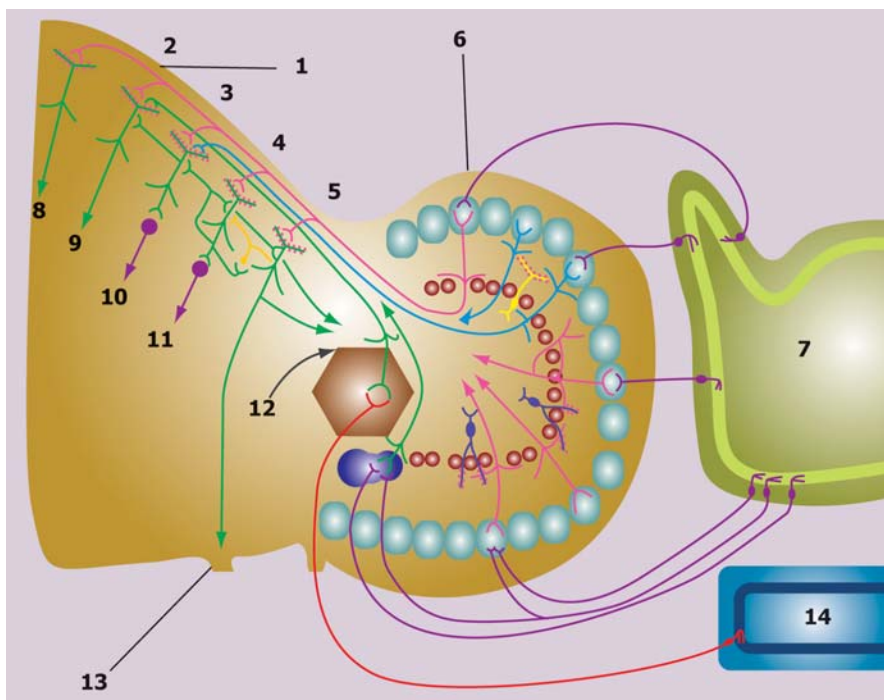


propagacji zwrotnej potencjałów czynnościowych na połączeniach dendrytyczno-dendrytycznych z komórkami M i T. Komórki M/T posiadają wyjścia tworzące pasmo węchowe, przesyłające sygnał do wyższych struktur nerwowych. Należy tu zwrócić uwagę na zwrotne odgałęzienia biegnące od aksonów komórek mitralnych do dendrytów komórek ziarnistych. Istotny jest również modulacyjny wpływ przekazywania chemicznego wykorzystującego serotoninę, norepinefrynę i neuroprzekazniki peptydowe, pochodzącego od aksonów odśrodkowych, a docierającego do dendrytów komórek ziarnistych. Bardzo uproszczony schemat wyżej omówionej sieci neuronowej przedstawiłem na **Rys. 2**.

Wiązka aksonów tworząca pasmo węchowe posiada zakończenia w korze węchowej. Co ciekawe, kora węchowa u ssaków ma bezpośrednie połączenie z narządem węchu, nie przebiega ono przez wzgórze, tak jak to ma miejsce w przypadku kanałów przesyłających inne modalności zmysłowe.

Kora węchowa u ssaków jest ewolucyjnie starsza od innych obszarów kory. Posiada trzy zamiast sześciu warstw komórek tworzących korę nową; wyjątkiem jest tzw. kora śródwęchowa, którą tworzy sześć warstw komórek. Trójwarstwowe struktury kory węchowej, pod względem pewnych właściwości anatomicznych i funkcjonalnych, odpowiadają najwyższym strukturom OUN występującym u zwierząt kręgowych znacznie starszych i słabiej zaawansowanych pod względem ewolucyjnym niż ssaki. Dla włókien pasma węchowego strukturą docelową jest jądro węchowe przednie, którego niektóre aksony współtworzą szlaki neuronalne w spoidle przednim.

Ważną strukturą węchową jest również guzek węchowy (inaczej istota dziurkowana przednia) posiadający neurony projekcyjne komunikujące się ze strukturami zawartymi w tylnej części podwzgórz. Inny fragment podwzgórz – jego część przyśrodkowa – odbiera sygnały z jądra przyśrodkowego



Rys. 2. Kora węchowa

1 – kora węchowa; 2 – ciało migdałowate; 3 guzek węchowy –; 4 – kora gruszkowata; 5 – przednie jądro węchowe; 6 – opuszka węchowa; 7 – główny nabłonek węchowy; 8 – hipokamp; 9 – środkowa część podwzgórz; 10 – tylna część podwzgórz; 11 – przyśrodkowe jądro grzbietowe; 12 – pień mózgu; 13 – prekommissura; 14 – główny nabłonek węchowy

ciała migdałowatego, struktury mózgu uczestniczącej w zapamiętywaniu przykrych doznań i negatywnych stanów emocjonalnych.

**Wymienione połączenia z podwzgórzem są użyteczne w generowaniu zależnej od bodźców węchowych odpowiedzi emocjonalnej i behawioralnej w zakresie zachowań seksualnych i pobierania pokarmu. Istotnym aspektem funkcjonalnym tych mechanizmów jest m.in. unikanie przez zwierzę szkodliwych pokarmów dzięki wydzielanej przez nie woń. W mechanizmach uczenia się związanych z zapamiętywaniem bodźców węchowych biorą udział połączenia kory śródwęchowej z hipokampem. Ma to znaczenie w tworzeniu się wspomnień współtworzących długotrwałą pamięć epizodyczną pamięć dotyczącą zdarzeń z przeszłości organizmu, które mogą być u człowieka przywoływane świadomie.**

Bardzo ważną częścią kory węchowej, obejmującą świadome rozpoznawanie i różnicowanie bodźców węchowych, jest obszerna część kory węchowej zwana korą gruszkowatą. Posiada ona wyjścia akso-

nalne, których połączenia synaptyczne współtworzą sieć neuronową struktury wzgórza, zwanej przyśrodkowym jądrem grzbietowym.

Jak wspomniałem, korze gruszkowatej przypisuje się istotną rolę w tworzeniu subiektywnych wrażeń węchowych. Mózg jest jednak organem, który trudno zdekomponować bez poważnych negatywnych konsekwencji dla procesów psychicznych i funkcji behawioralnych. Dlatego też do powstania pełnego świadomego doznania węchowego, związanego z doświadczaniem jego aspektów estetycznych, ważny jest opisany powyżej szlak neuronalny wiodący od kory gruszkowatej poprzez wspomniane grzbietowe jądro przyśrodkowe wzgórz do **zakrętów oczodołowych płata czołowego mózgu** – struktury uczestniczącej u człowieka w najbardziej zaawansowanych procesach mentalnych i wyższych funkcjach psychicznych (**Rys. 3 i 4**).

Warto zaznaczyć, że metody obrazowania mózgu, takie jak funkcjonalny rezonans magnetyczny fMRI, ujawniły, że gdy bodźce węchowe wywołują przyjemne doznania, wzrasta aktywność kory oczodoł-

wej, szczególnie tej związanej z prawą półkulą mózgu. Gdy odbieramy zdecydowanie negatywne i nieprzyjemne wrażenia indukowane zapachem, wzrasta aktywność w obrębie jąder migdałowatych i wysepki płata ciemieniowego, co ma prawdopodobnie również związek z przestrzennym lokalizowaniem źródła nieprzyjemnej woni.

Do znanych zaburzeń węchu należą: **anosmia**, czyli brak zdolności odczuwania wrażeń węchowych; **dysosmia** – zmiany ogólne percepcji węchowej (niektóre zwykle zapachy są odbierane jako od-

rażające lub dochodzi do utraty zdolności rozróżniania pewnych zapachów); **hyposmia**, polegająca na zmniejszonej wrażliwości węchowej, i będąca jej przeciwieństwem **hyperosmia**, w której występuje nadwrażliwość na substancje zapachowe.

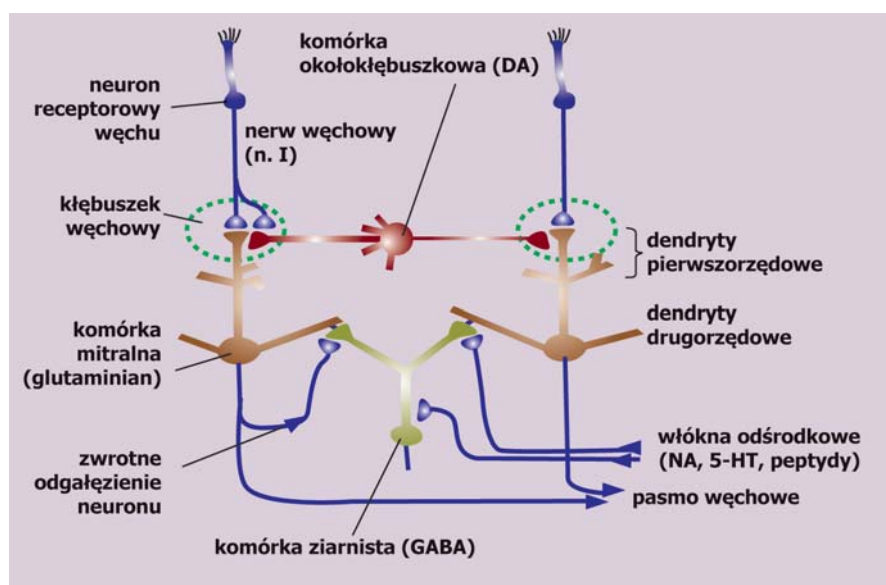
Ważną formą pierwszego z wyżej omówionych zaburzeń jest tzw. anosmia wrodzona, związana z mutacjami w genie SCN9A kodującym białko tworzące jonowy kanał sodowy Nav1.7 w błonach komórek receptorowych węchu. Anosmia wrodzona współwystępuje z wro-

dzoną analgezą, czyli brakiem zdolności odczuwania bólu. Wiąże się to z tym, iż wspomniane wyżej kanały jonowe występują również w receptorach związanych z zakończeniami nerwowymi odpowiedzialnymi za odczuwanie bólu.

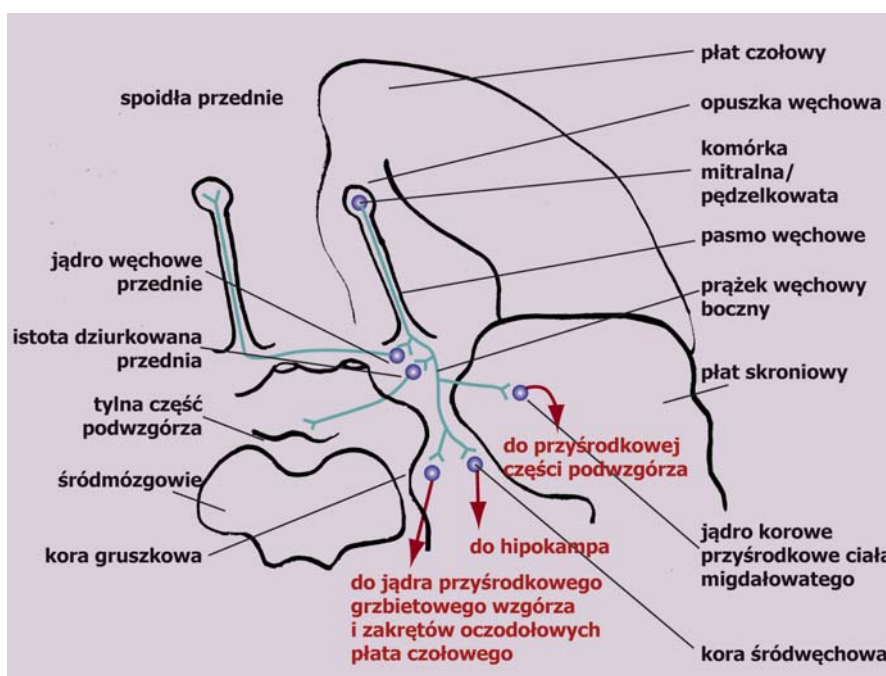
Wracając do świata wrażeń węchowych, zaznaczę, że węch u człowieka oprócz roli mechanizmu zwiększającego wartość dostosowawczą organizmu odgrywał od zawsze ważną rolę w naszej kulturze. Człowiek, mimo że jest istotą mikrosmatyczną (czującą niewiele zapachów), przywiązywał wagę do otaczania się wonnościami. Działo się tak, odkąd pojawiła się na Ziemi ludzkość. Jej poszczególni osobnicy, jedni słabiej, inni mocniej, czuli zapach kwiatów i ziół, których aromatu nie mogli zatrzymać na dłużej inaczej niż poprzez zasuszenie ich. Dłużej swą woń zachowywała żywica z drzew iglastych czy gałązki jałowca i jego jagody. Wrzucane do ognia uatrakcyjniały życie. Jednocześnie wykorzystywano je do uwzniośniania obrzędów mających charakter religijny.

Przez długie lata w XX wieku problem zapachu był znany głównie od strony budowy chemicznej związków zapachowych (Rys. 5). Działanie narządu węchu było dość słabo opisywane przez jawną, szeroko udostępnioną naukę – dlatego też muszę ponownie podkreślić doniosłą rolę wspomnianej na wstępie Nagrody Nobla z fizjologii i medycyny z 2004 roku.

Jako ciekawostkę podam fakt, iż w 2007 roku japoński badacz Mayu Yamamoto i jego zespół badawczy otrzymali nagrodę Ig Nobla (anty-Nobel) – humorystyczny odpowiednik Nagrody Nobla przyznawany za osiągnięcia naukowe, których nie udaje się powtórzyć lub których lepiej nie powtarzać ani publikować. Mayu Yamamoto otrzymał tę nagrodę za publikację z 2006 roku, w której opisał możliwość izolowania waniliny zamiast z kosztownego storczyka, jakim jest wanilia, z krowiego kału. Podczas ceremonii wręczenia nagrody w jednej z lodziarni w Cambridge pojawiła się w menu pozycja Yum-A-Moto Vanilla Twist, lody zawierające wa-



Rys. 3. Uproszczony schemat obwodów neuronalnych opuszki węchowej



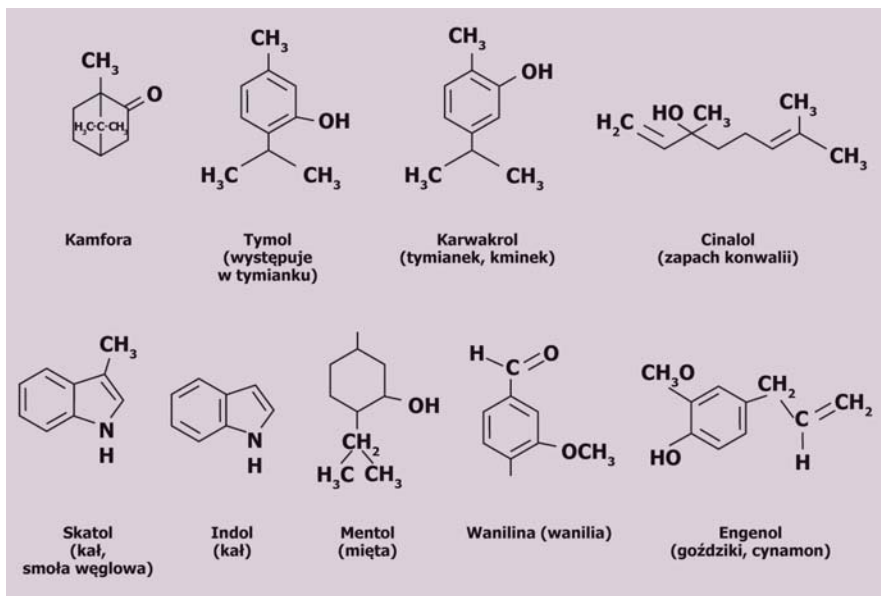
Rys. 4. Połączenia kory węchowej. Widok od spodu mózgu



nilinę uzyskaną z krowich odchodów (!). Ilu chętnych je spożyło, źródła nie podają.

Zależności pomiędzy strukturą związków zapachowych, neuronalną reprezentacją wrażenia węchowego i perceptem zwykle nie mają ściśle deterministycznego charakteru, mogą być związane z nabytym doświadczeniem oraz innymi czynnikami. Zdolność odbioru bodźca węchowego i dalsze etapy przetwarzania informacji węchowej podlegają modulacji zależnie od stanu fizjologicznego organizmu i zachowania zwierzęcia. Reakcja na zapach może ulegać modulacji podczas uczenia się zwierzęcia, któremu towarzyszą bodźce węchowe. Zjawiska te mają znaczenie podczas poszukiwania i pobierania pokarmu oraz zachowań seksualnych. Modyfikacje percepcji substancji zapachowych na poziomie opuszki węchowej zachodzą pod wpływem dochodzących do tej struktury projekcji z neuronów cholinergicznym przodomózgowie oraz z neuronów serotoninergicznych i noradrenergicznych zlokalizowanych w pniu mózgu. Dopaminergiczne neurony pnia mózgu wysyłają projekcję do guzka węchowego.

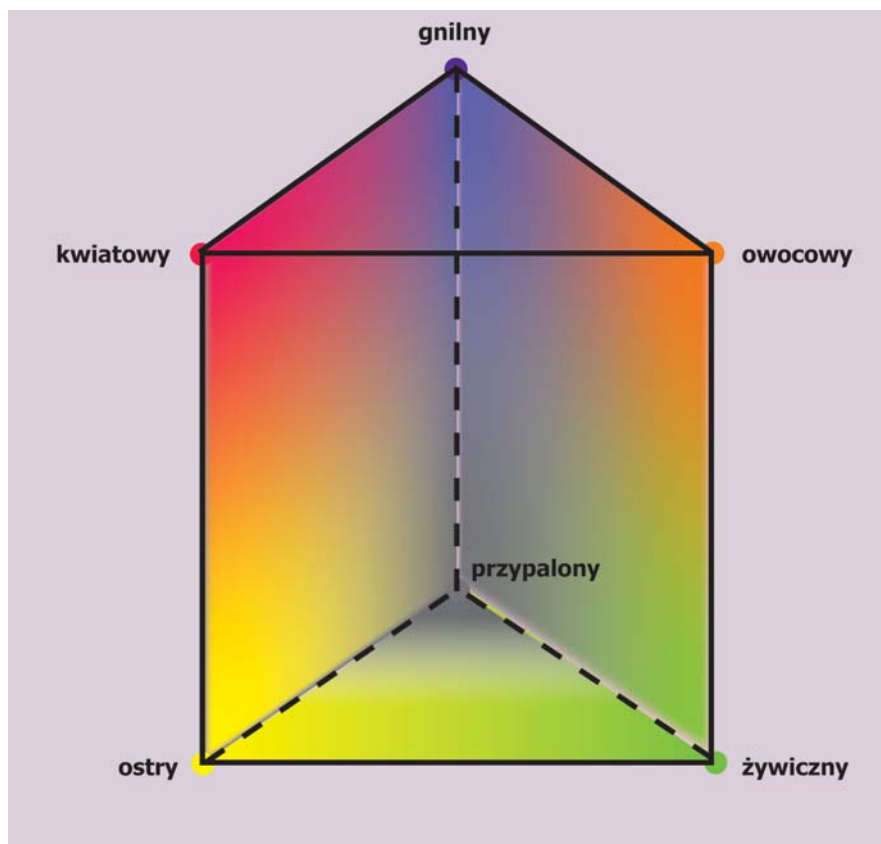
Struktura doznania zapachowego nie może być sprowadzona do prostych zmiennych, jak to ma miejsce w przypadku zależności barwy od długości fali świetlnej. Porównanie dwóch wrażeń węchowych w sposób ilościowy jest zagadnieniem złożonym i trudnym. Same substancje zapachowe można opisać wieloma parametrami, takimi jak masa cząsteczkowa, polarność, długość łańcucha węglowego w przypadku związków organicznych. **Fizyczne przestrzenie zapachów**, w których fizykochemiczne różnice pomiędzy dwoma substancjami są opisane długościami euklidesowymi, mają znaczenie dla przewidywania zapachowych, organoleptycznych cech różnych związków chemicznych.



Rys. 5. Przykładowe związki zapachowe

Innymi rodzajami przestrzeni zapachu są psychologiczne przestrzenie zapachów, w tym szczególnie znana przestrzeń Henniga opracowana w 1916 roku, opracowano również jej rozwinięcia oparte na bardziej zaawansowanych metodach matematycznej analizy danych uzyskanych z badań psychofi-

zjologicznych (Rys. 6), oraz **neuralne przestrzenie wrażeń węchowych**. Przy ich wykorzystaniu możliwe jest przedstawienie matematycznie, jak powstają reprezentacje doznań węchowych w strukturach nerwowych. Podstawowymi danymi są tu wyniki pomiarów z neuronów w sieci neuronowej mózgu, jak



Rys. 6. Przestrzeń wrażeń węchowych człowieka – przestrzeń Henniga

też aktywności receptorów i neuronów nabłonka węchowego.

Podobieństwo dwóch subiektywnych, jakościowych perceptów węchowych przekłada się na bliskie sąsiedztwo ich reprezentacji w przestrzeniach neuronalnych. Istotne jest odkrycie, że u podłoża pewnych wrodzonych zachowań indukowanych przez bodźce węchowe leży „okablowanie” aksonalne utworzone podczas rozwoju mózgu, a nie w wyniku uczenia się organizmu. Dla przetwarzania danych węchowych ważne jest pośrednictwo małych grup neuronów i mechanizm kodowania informacji znany szerzej pod angielskim terminem *sparse coding*, a nie tylko wzorce aktywności dużych populacji neuronalnych wykorzystujących kodowanie kombinatoryczne.

Należy tu stwierdzić, że natura wrażeń znanych z introspekcji, nie tylko węchowych, tak naprawdę nie poddaje się do końca opisowi za pomocą pojęć matematycznych i logicznych. Nie można ich też określić słowem *symboliczne*, zdecydowanie nie są dziełem kultury człowieka, choć mogą być pod jej wpływem w pewnym zakresie modyfikowane lub wzbogacane.

**N**auka, jaką jest matematyka, mimo że z jednej strony obejmuje reguły faktycznie wpisane w przyrodę, jest przede wszystkim tylko narzędziem ludzkiego umysłu, które pozwala uchylić nieco drzwi do wielu tajemnic natury. Jednak mówiąc o zjawiskach takich jak istota subiektywnie odbieranego zapachu konwalii lub miłość (chodzi tu bardziej o doświadczenia stan emocjonalny, a nie rzeczywistą więź między osobami), możemy zauważyć, że mimo iż zachodzą one w jak najbardziej fizycznej rzeczywistości i stanowią w pewien sposób jej element, to tak na-

prawdę nie są w pełni matematycznie definiowalne. Co więcej, wielu stanów naszego umysłu nie można opisać nawet kategoriami struktury.

**B**adania nad zmysłem powonienia mogą być źródłem istotnych informacji dotyczących fizycznej natury istoty naszej świadomości. Zapach nie jest obiektywną cechą związków chemicznych, można o nim mówić jedynie wtedy, gdy rozpatrujemy daną substancję w kontekście percepcji przez układ nerwowy (!). Co ciekawe, nasze nastroje, myśli i uczucia zależą od zjawisk zachodzących w synapsach przenoszących i modulujących sygnał, również przez cząsteczki chemiczne. Biochemia percepcji zapachu na poziomie receptorów dwubiegunowych komórek węchowych różni się wprawdzie znacznie od chemicznej neurotransmisji między interneuronami asocjacyjnymi (choćby tym, iż pojedynczy, sprzężony z białkiem G receptor dwubiegunowego neuronu węchowego może się łączyć z różną siłą z wieloma cząsteczkami zapachowymi o zbliżonej budowie molekularnej; własności tej nie posiadają sprzężone z białkiem G synaptyczne receptory metabotropowe). Warto jednak zauważyć, że znajdujące się w jamie nosowej struktury odpowiedzialne za percepcję zapachu nie są bezpośrednio zaangażowane w świadome doznania węchowe (wiedza ta jest oparta na wynikach stymulacji elektrofizjologicznej *in vivo* wyższych struktur węchowych; niemniej długotrwała utrata powonienia przez zniszczenie komórek nabłonka węchowego, np. w wyniku nieleczonego zapalenia zatok, jest naprawdę jednym z bardziej niemiłych doświadczeń, które może przydarzyć się człowiekowi).

W ciągu ostatniego ćwierćwiecza, odkąd procesy neurokognitywne stały się pełnoprawnym podmiotem jawnej nauki, dominowały badania koncentrujące się głównie na układzie wzrokowym, który u człowieka jest związany nie tylko z procedurami umożliwiającymi zatrzymanie przez kierowcę samochodu na widok czerwonego światła na skrzyżowaniu ulic, ale również, przykładowo, z całym bogactwem umiejętności posługiwania się symbolami oraz zdolnościami do uprawiania sztuk pięknych. Neurobiologia dotycząca świadomości wzrokowej jest jednak zbyt przepastną dziedziną wiedzy, aby mogła udzielić możliwie prostej odpowiedzi (tak jak to czyni np. fizyka) na pytanie o istotę „duszy”, którą tworzą jakościowe stany subiektywne. Dlatego badania nad „znacznie prostszą” i starszą ewolucyjnie percepcją chemicznych bodźców związanych z węchem mogą przynieść wiele nowych odkryć i zaskakujących odpowiedzi na pytanie o fizyczną naturę naszych wrażeń.

Być może w stosunkowo niedalekiej przyszłości zaczniemy postrzegać świat doznań węchowych nie tylko jako czysto neurobiologiczny problem oraz jako źródło natchnienia dla poetów i filozofów, ale również z perspektywy znaczenia ewolucyjnego. Być może uda się stworzyć teorię łączącą omawiane wcześniej neuronalne przestrzenie zapachu z mechanizmami adaptacyjnymi żywych organizmów, którymi zajmuje się ekologia i biologia ewolucyjna.

mgr Michał Strefnel

### Ciekawe informacje na temat węchu można znaleźć w Internecie na stronach:

- <http://www.is.umk.pl/~duch/Wyklady/Kog1/12-5-inne.htm>
- [http://pl.wikibooks.org/wiki/Uci%C4%85%C5%Bcliwo%C5%9B%C4%87\\_zapachowa/W%C4%99ch\\_cz%C5%82owieka/Elementy\\_fizjologii\\_narz%C4%85du\\_w%C4%99chu](http://pl.wikibooks.org/wiki/Uci%C4%85%C5%Bcliwo%C5%9B%C4%87_zapachowa/W%C4%99ch_cz%C5%82owieka/Elementy_fizjologii_narz%C4%85du_w%C4%99chu)
- <http://www.phmd.pl/fulltxthtml.php?ICID=834265>



# Rośliny nie tylko z doniczki

**Kwiaty cięte czy doniczkowe piękności urzekają nas barwą, kształtem i zapachem. Czy kupując je w kwaciarni, zastanawiamy się, skąd pochodzą? Wydaje się, że odpowiedź jest oczywista. Wyhodowano je w gruncie lub szklarni z nasion albo w wyniku rozmnażania wegetatywnego poprzez podział rośliny matecznej. Ale czy to jest jedyny sposób? Dzięki rozwojowi nauki możliwe jest rozmnażanie roślin w kulturach *in vitro*.**

Alina Trejgell, Marlena Zielińska

**T**erminem kultury *in vitro* można określić hodowlę fragmentów roślin (organów lub ich części, tkanek, a nawet pojedynczych komórek) w warunkach aseptycznych. Mikrorozmnażanie roślin w szklanych naczyniach możliwe jest dzięki doświadczeniom Haberlandta (1902), który został uznany za twórcę podstaw roślinnych kultur *in vitro*. W Polsce rozwój tej metody hodowli roślin zawdzięczamy Jerzemu Czosnowskiemu.

Wyhodować rośliny w sposób tradycyjny może każdy z nas, potrzebne nam są proste narzędzia do przygotowania podłoża i zapewnienia odpowiedniego nawodnienia, ale hodowla możliwa jest jedynie w sezonie wegetacyjnym, a więc ściśle związana jest z warunkami klimatycznymi. Opracowane przez biotechnologów metody mikrorozmnażania pozwoliły na prowadzenie hodowli roślin niezależnie od pór roku i uzyskanie dużej ilości sadzonek w relatywnie krótkim czasie z niewielkiej ilości materiału wyjściowego. Jednak ten sposób rozmnażania roślin, czy to na skalę laboratoryjną, czy przemysłową,

wymaga przeszkolonego personelu oraz specjalnych urządzeń do izolacji materiału i przenoszenia go na pożywki, zapewniających zachowanie sterylności (Fot. 1). Ponadto hodowla prowadzona jest w pomieszczeniach o ściśle określonych warunkach świetlnych i kontrolowanej temperaturze (Fot. 2).

Hodowla roślin w kulturach *in vitro* wykorzystuje nieograniczone zdolności regeneracji i różnicowania wielu żywych komórek roślinnych, określanymi mianem totipotencji.

Właściwość ta pozwala na odtworzenie w kulturze *in vitro* kompletnego organizmu roślinnego, np. z małych odcinków liści, pędów, korzeni zwanych eksplantatami (Fot. 3A–B), a nawet w skrajnych przypadkach z pojedynczych komórek. W tradycyjnej hodowli wykorzystuje się najczęściej sadzonki pędowe (fragment pędu), a u bylin całe organy służące do rozmnażania wegetatywnego, tj. bulwy, kłącza i cebule. Jedynie w przypadku kilku gatunków do rozmnażania wegetatywnego może posłużyć izolowany liść, np. begonii (Fot. 3C).

Tworzenie pędów lub korzeni na fragmentach organów jest uzależnione od składu pożywki regeneracyjnej, a przede wszystkim od rodza-

ju zastosowanych w niej hormonów roślinnych: auksyn i cytokinin, oraz proporcji pomiędzy nimi. Najczęściej stosowanymi auksynami są: kwas indoliloctowy (IAA), naftalenoctowy (NAA) i butyloctowy (IBA), natomiast cytokininami: benzylaminopuryna, kinetyna i zeaty-

*Hodowla roślin w kulturach *in vitro* wykorzystuje nieograniczone zdolności regeneracji i różnicowania wielu żywych komórek roślinnych, określanymi mianem totipotencji.*

na. Przewaga cytokinin nad auksynami prowadzi do formowania pędów w obrębie kalusa tworzącego się w miejscu izolacji organu. Rzadziej pędy powstają wprost z komórek eksplantatów zastosowanych do regeneracji. Z kolei gdy w pożywce przeważają auksyny nad cytokininami, obserwuje się formowanie korzeni w obrębie kalusa lub bezpośrednio na eksplantatach (Rys. 1).

Rośliny uzyskane na drodze regeneracji najczęściej są identyczne z rośliną, z której pobrano eksplantaty, i powinny się rozwijać jak rośliny uzyskane metodami klasycznymi. Jednak w czasie regeneracji, w obecności regulatorów wzrostu, a zwłaszcza



Fot. 1. Izolacja materiału przy komorach laminarnych (fot. A. Trejgell)



Fot. 2. Pomieszczenie do hodowli w kulturze *in vitro* (fot. A. Trejgell)



Fot. 3. Regeneracja pędów: z fragmentu liścia *Drosera capensis* (A) i z fragmentu hypocotyła *Carlina onopordifolia* (B) w kulturze *in vitro* oraz liścia *Begonia hybrida* (C), fot. A. Trejgell

cza cytokinin, w dzielących się komórkach tworzących kalus może dojść do zmian w materiale genetycznym. Zjawisko to nosi nazwę zmienności somaklonalnej i związane jest z powstawaniem mutacji punktowych czy aberracji chromosomowych, co w konsekwencji prowadzi do powstania nowych cech wcześniej nieobserwowanych u danego gatunku. Mogą one być korzystne dla hodowców, np. odporność na patogeny czy ciekawe cechy morfologiczne, takie jak zmieniony pokrój rośliny czy barwa kwiatów. Niekiedy mogą jednak być niekorzystne czy nawet letalne. Przykładem uzyskania w ten sposób nowych odmian, w wyniku długotrwałej hodowli w kulturze *in vitro*, mogą być odmiany tulipanów: „Blue Parrot” i „Prominence”. Tulipany papuzie odmiany „Blue Parrot” miały zmienioną barwę z purpurowofioletowej na czerwonopurpurową, a karbowanie działek okwiatu było nietypowe dla tej odmiany. Z kolei tulipany odmiany „Prominence” cechowały się zmianą kształtu oraz ciekawym wzorem utworzonym z białych smug na czerwonym, typowym dla gatunku, kolorze działek okwiatu.

Zmian w DNA powstałych w wyniku zmienności somaklonalnej nie można przewidzieć ani kontrolować ich przebiegu, a selekcja następuje na podstawie poszukiwania pożądanых cech fenotypowych. Stosując techniki inżynierii genetycznej, można natomiast w sposób zaplanowany dokonać zmiany jednego lub kilku genów, doprowadzając do powstania oczekiwanej przez nas cechy. W ten sposób powstały niebiesko kwitnące róże i goździki, o których od lat marzyło wielu hodowców i kolekcjonerów. Kwiaty niebieskie powstają zazwyczaj w wyniku

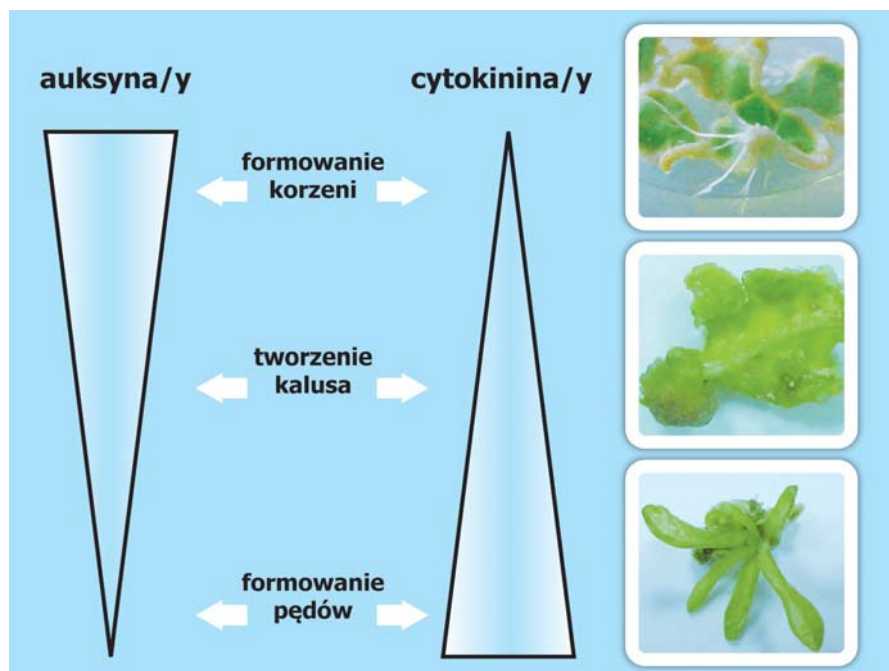
nagromadzenia antocyjanów syntetyzowanych na bazie delfinidyny i wymagają odpowiednio pH wakuoli w granicach 6–7. Jednak u róż brak jest pochodnych delfinidyny, natomiast w płatkach korony akumulowane są pochodne pelargonidyny i cyjanidyny dające odpowiednio kolor pomarańczowoczerwony lub różowy. W celu zmiany koloru kwiatów wprowadzono dwa geny: kodujący enzym hydroksylazę flawonolową (ze szlaku syntezy antocyjanów pochodzących od delfinidyny) z bratka (*Viola tricolor*) i wyciszone endogenne geny kodujące reduktazę dihydroflawonolową w celu obniżenia zawartości cyjanidyny.

Wprowadzenie genu oraz jego właściwa ekspresja czy wyciszenie pewnej grupy genów w komórce to dopiero pierwszy etap uzyskania nowej odmiany o zmodyfikowanej

morfologii. Kolejnym etapem jest zregenerowanie kompletnej rośliny z komórki/komórek o zmienionym genomie, a następnie uzyskanie odpowiedniej ilości roślin, do czego niezbędne jest wykorzystanie mikro-rozmnażania w kulturach *in vitro*.

Mikro-rozmnażanie w warunkach *in vitro* przebiega w kilku etapach: (I) inicjacja, (II) namnażanie pędów, (III) ukorzenianie pędów i (IV) aklimatyzacja do warunków *in vivo*.

Pierwszy etap rozpoczyna się od wyboru rośliny „matecznej” o pożądanых cechach biologicznych i dobrej kondycji zdrowotnej. Pobrane fragmenty organów lub nasiona poddawane są powierzchniowej sterylizacji, a po odkażeniu wykładane na syntetyczne podłoża zapewniające optymalny wzrost. Następuje wówczas pobudzenie rozwoju pąka wierzchołkowego lub pąków bocznych, jeżeli



Rys. 1. Kierunek organogenezy w zależności od proporcji auksyn i cytokinin (zmodyfikowano wg Gaspar i in., 2003), fot. A. Trejgell





Fot. 4. Gatunki uzyskane na drodze mikrorozmnażania: *Gerbera jamesonii* w kulturze *in vitro* (A) w hodowli doniczkowej (B) oraz *Petunia hybrida* w kulturze *in vitro* (C) w hodowli doniczkowej (D), fot. A. Trejgell

pobrany materiał roślinny zawiera merystemy, albo formowanie pąków przybyszowych, jeżeli fragmenty organów są pozbawione merystemów. W kolejnym etapie przeprowadza się serię pasażów na pożywki zawierające odpowiednio dobrane regulatory wzrostu w celu rozmnażania pędów. W kulturach pąków bocznych obecność cytokinin w podłożu w stężeniu

przewyższającym auksyny hamuje dominację wierzchołkową, co powoduje rozwój pąków pachwinowych i tworzenie nowych pędów (Rys. 2).

Po otrzymaniu zaplanowanej liczby pędów przenosi się je na pożywki ukorzeniające, pozbawione regulatorów wzrostu lub w przypadku pędów trudno ukorzeniających się, zawierające auksyny (Rys. 2). Ukorzone

mikrosadzonki przenosi się na podłoża glebowe i aklimatyzuje. Adaptacja do warunków hodowli doniczkowej czy gruntowej roślin uzyskanych na drodze mikrorozmnażania jest bardzo istotna, ponieważ w warunkach *in vitro* panują odmienne warunki hodowli, przede wszystkim jest duża wilgotność powietrza i podczas przeniesienia regeneratów do warun-



## EKSPERYMENTY SĄ SUPER!

Sekrety chemii, biologii, fizyki...

### Niezwykłe pożyteczna lektura dla uczniów szkół podstawowych

ma szansę zmienić ich nastawienie do zdobywania wiedzy. 50 pozornie prościutkich doświadczeń łatwo zawnadnie wyobraźnią większości dzieci w oryginalny sposób łącząc naukę i zabawę. Eksperymenty te pozwalają zrozumieć różne właściwości przyrody i kierują naturalną ciekawość najmłodszych na naukowe poznanie świata.

Każdy z dziesięciu rozdziałów pierwszej części książki pozwala poznać kolejny zestaw sekretów chemii, biologii, fizyki... Np. „Ziemia i wszechświat” pokazuje jak w domowych warunkach imitować powstawanie chmur i mgły, ugotować jajko wykorzystując promienie słoneczne, dostrzec nieskończoną różnorodność płatków śniegu albo sprawdzić, jak zmienia się barwa światła przenikającego przez wodną zawiesinę mleka.

Drugi rozdział „Ciało człowieka” podpowiada, jak łatwo oszukać nasze poczucie temperatury albo zmążyć smaku. Pomoże także zrozumieć proces oddychania, przekonać się o istnieniu żółtej plamki w oku, czy wykazać ułomność naszego zmysłu powonienia.

„Elektryczność” pozwala zapoznać się z ładunkami elektrostatycznymi, elektromagnesami, szeregowym i równoległym łączeniem odbiorników energii, zasadą działania żarówki czy przewodnictwem roztworów soli kuchennej.

W „Przyrządach pomiarowych” znajdują się proste recepty, jak zbudować mikroskop z kropli wody, klasyczny elektroskop, domowy sejsmograf albo barometr, a nawet prądziadka dzisiejszych zegarków – zegar wodny.

Większość tych doświadczeń wymaga dyskretnego nadzoru dorosłych. Zabawy z prądem elektrycznym, ogniem, wrzątkiem, różnymi substancjami chemicznymi i ostrymi narzędziami mogą być niebezpieczne. Ponadto warto zapobiegać sytuacjom, w których drobne błędy uniemożliwią osiągnięcie zamierzonego wyniku i zniechęcą dziecko do dalszej zabawy.

Wszystkim, którzy złapią poznawczego bakcyła, książka oferuje w drugiej części bardzo przystępnie przedstawione naukowe podstawy omawianych tematów. Znajdziemy tu krótką historię rozwoju życia na Ziemi, powstawanie skał i minerałów, obieg wody i węgla w przyrodzie, zmiany stanu skupienia materii, anatomie człowieka i działanie poszczególnych narządów, mechanizmy zjawisk naturalnych, takich jak lawiny, wybuchy wulkanów, albo tornada i mnóstwo innych bardzo ciekawych wiadomości.

G. Kałuża





ków *ex vitro* może dojść do zaburzeń w ich gospodarce wodnej.

W ciągu ostatnich kilku dziesięcioleci rozmnażanie roślin w kulturze *in vitro* stało się powszechne. Jest to metoda bardzo wydajna, szybka i ekonomiczna. Możliwość praktycznego wykorzystania roślin uzyskanych w kulturach *in vitro* zależy od tego, czy powielają one cechy roślin matczyńskich oraz czy są zdolne do kwitnienia i zawiązywania owoców. Dużą stabilność genetyczną zapewniają kultury pąków bocznych i dlatego są z powodzeniem stosowane do masowego rozmnażania wielu gatunków roślin ozdobnych i sadowniczych, np. gerber (Fot. 4A–B), petunii (Fot. 4C–D), lilii, anturium, storczyków, fikusów, różaneczników, truskawek, malin, wiśni i jabłoni.

Ponadto mikrorozmnażanie w kulturach *in vitro* wykorzystywane jest jako jedna ze strategii aktywnej ochrony gatunkowej *ex situ*. W przypadku gatunków zagrożonych wyginięciem, przy drastycznie zmniejszającej się liczbie ich stanowisk, regeneracja w kulturach *in vitro* jest jednym ze sposobów zabezpieczenia puli genowej tych gatunków.

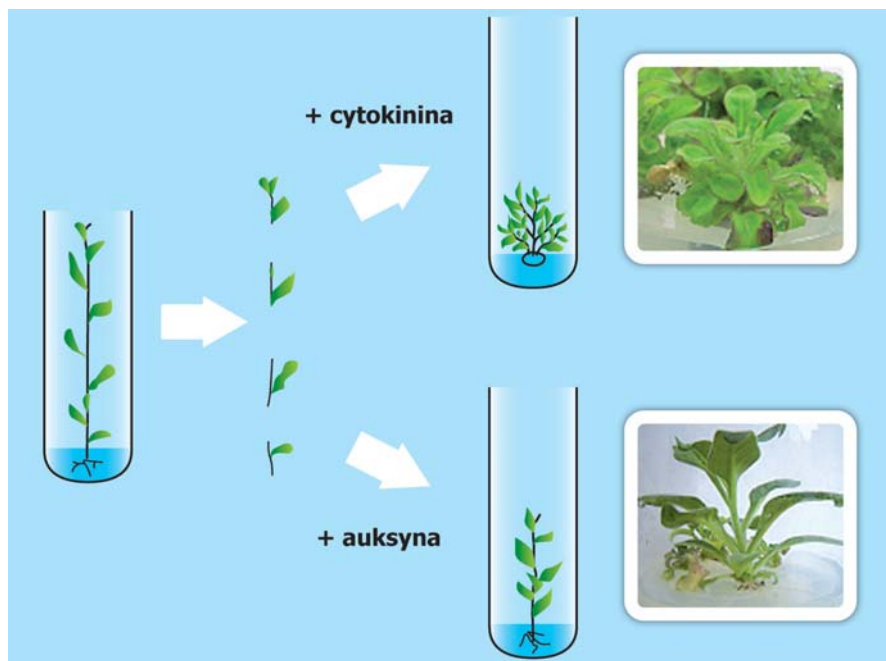
W Polsce opracowano metody regeneracji i wegetatywnego mnożenia dla wielu gatunków roślin okrytonasiennych, np. z rodzin *Liliaceae*, *Orchideaceae*, *Gentianaceae*, *Droseraceae*, *Asteraceae* (Fot. 5), a także paprotników, np. *Osmunda regalia* czy *Asplenium adnigrum*.

**Alina Trejgell**

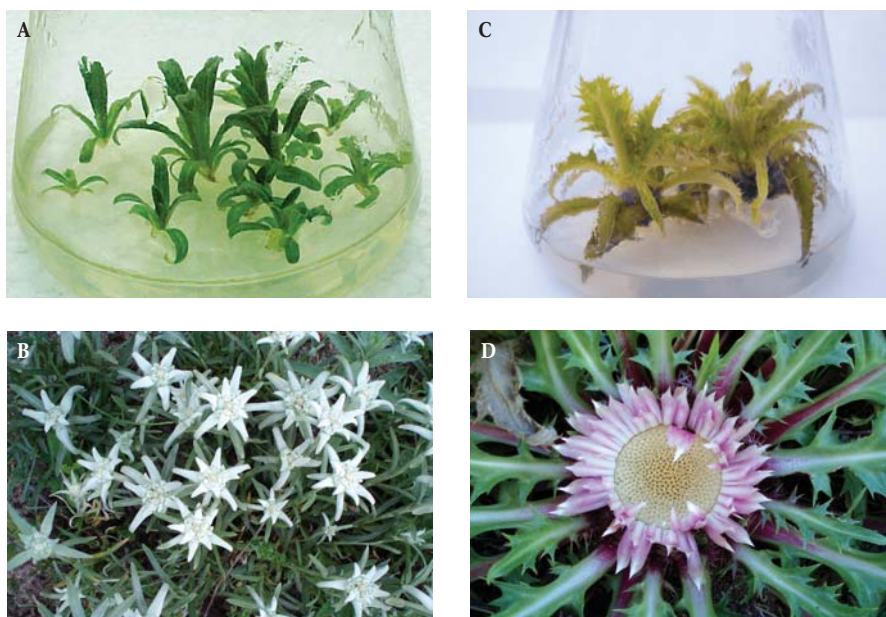
Katedra Fizjologii Roślin i Biotechnologii, UMK, Toruń

**Marlena Zielińska**

Pracownia Dydaktyki, Wydział BiNoZ, UMK, Toruń



Rys. 2. Schemat procesów rozwojowych w kulturze pąków bocznych w zależności od użytych regulatorów wzrostu w pożywce, fot. A. Trejgell



Fot. 5. Gatunki chronione: *Leontopodium alpinum* w kulturze *in vitro* (A) i hodowli gruntowej (B) oraz *Carlina acaulis* w kulturze *in vitro* (C) i hodowli gruntowej (D), fot. A. Trejgell

**Piśmiennictwo:**

- Bach A., Pawłowska B., *Biotechnologia roślin*, pod red. nauk. S. Malepszego, Warszawa, PWN 2009, s. 21–40.
- Gaspar T., Kevers C., Faivre-Rampant O., Crèvecoeur M., Penel C., Greppin H., Dommès J., *Changing concepts in plant hormone action*, Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 39, 2003, s. 85–106.
- Podwyszyńska M., *Somaclonal variation in micropropagated tulips based on phenotype observation*, Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 13, 2005, s. 109–122.
- Rybczyński J.J., Mikuła A., *Biotechnologia w zachowaniu różnorodności flory Polski [w:] Ogólnopolska konferencja i warsztaty. Rzadkie, ginące i reliktowe gatunki roślin i grzybów*, Kraków 2006.
- Sobczykiewicz D., *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, High-Tech and Micropropagation, Ed. Bajaj YPS 18, 1992, II Springer-Verlag, Berlin, s. 339–353.
- Tanaka Y., Brugliera F., Chandler S., *Recent Progress of Flower Colour Modification by Biotechnology*, International Journal of Molecular Sciences 10, 2009, s. 5350–5369.
- Trejgell A., Tretyn A., *Wydajność mikrorozmnażania w kulturach in vitro wybranych gatunków chronionych z rodziny Asteraceae*, Biotechnologia 90 (3), 2010, s. 202–209.
- Winkelmann T., Geier T., Preil W., *Commercial in vitro plant production in Germany*, Plant Cell Tiss. Organ. Cult. 86, 2006, s. 319–327.



Ciepłe i jednak dosyć mokre lato sprzyja kwiatom w ogrodach i na balkonach. Trudno oprzeć się ich urodzie. Nie można zaprzeczyć, że poza pięknem, które wnoszą w nasze życie, stanowią również element edukacji przyrodniczej. Dziś, w czasach biologii molekularnej, są, niestety, trochę w niełasce. Wprowadzając w naszym czasopiśmie nowy dział, chcemy zwrócić Państwa uwagę na rośliny, które mogą być obiektem ciekawych obserwacji biologicznych, równocześnie upiększając otaczający nas świat.

## Nasturcja (*Tropaeolum sp.*)

**M**oim zdaniem to jedna z najpiękniejszych i bardzo niedocenianych roślin, które możemy uprawiać nie tylko w ogrodach, ale również na balkonach. Co więcej, to roślina, która młodemu badaczowi oferuje ogromne możliwości zrealizowania ciekawej pracy badawczej, np. na olimpiadę biologiczną, ale po kolei...

Nasze ogrodowe nasturcje są przypuszczalnie efektem wielokrotnego krzyżowania roślin z gatunków *T. minus*, *T. moritzianum*, *T. peltophorum* i *T. peregrinum*. Ich protopląści w naturze występują w Ameryce Południowej (w Andach od Boliwii po północną Kolumbię). Przypuszczalnie to, że mamy do czynienia z mieszańcem międzygatunkowym, tłumaczy mnogość form nasturcji. Obok miniaturowych, dorastających zaledwie do 30 cm znane są giganty potrafiące wspinać się na 3-metrowe płoty. Nasturcje swoją urodę zawdzięczają nie tylko kwiatom, ale również okrągłym liściom przypominającym nieco liście grzybieni. Powszechnie uważa się, że jest to roślina łatwa w uprawie, ale żeby była naprawdę efektowna, trzeba spełnić wiele warunków.

- Nasturcje obficie kwitną, ale tylko na stanowiskach słonecznych lub w półcieniu. Uprawiane w cieniu wytwarzają piękne liście, ale kwiatów tyle, co kot napłakał.
- Posadzone w zbyt bogatej ziemi „rosną w liście”. Oznacza to, że słabo kwitną.
- Słabo kwitną, gdy są przenawożone.
- Lubią gleby średnio żyzne, przepuszczalne i niezbyt wilgotne, ale nie tolerują przesuszenia.
- Kochają je mszyce! Wiem z doświadczenia, że inwazji mszyc na balkonie zapobiega wciśnięcie do ziemi, w której rosną nasturcje, pałeczek owadobójczych zawierających imidachloropryd, np. pałeczek owadobójczo-nawozowych Provado®/Combi Pin 02 PR (Bayer). Z praktyki wiem, że 3 pałeczki wciśnięte do wypełnionej ziemią 60-centymetrowej skrzynki balkonowej chronią nasturcje przed mszycami (i nie tylko), równocześnie nie powodując ich przenawożenia.

**Wszyscy wiemy, jak wielkim smakołykiem dla mszyc są nasturcje. Jednak o tym, że przyciągają mszyczniki – owady, których larwy atakują larwy mszyc – wie już niewielu.**

Dlatego nasturcje bywają sadzone w międzyrzędziach w uprawach innych roślin, np. dyni.

Nasturcje są nie tylko piękne, ale również pożyteczne. Ich liście i kwiaty są jadalne, a z uwagi na swój lekko pieprzowy smak bywają używane dla zaostrenia smaku potrawy. Kwiaty mogą być używane w całości lub posiekane, np. w sałatkach. Niedojrzałe nasiona można przetwarzać do postaci przypominającej kapary.



Fot. 1. Nasturcje na balkonie

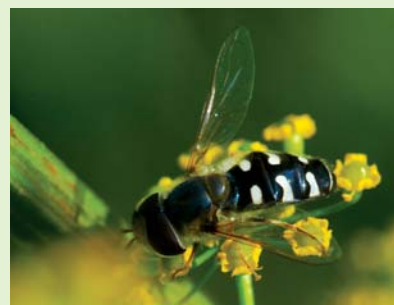
**O tym, jak wykorzystać nasturcje w kuchni, przeczytacie Państwo na stronie: <http://cyklamen.blox.pl/2010/06/Nasturcja-w-kuchni-i-nie-tylko.html>.**

Medycyna ludowa, i nie tylko, docenia zalety nasturcji. Przykładowo, w swojej ojczyźnie okłady ze świeżego zieleń nasturcji stosowane są na rany i czyraki. Nie jest to jedyne medyczne zastosowanie tej niezwyklej rośliny. **Wiele informacji na temat przygotowania różnych leczniczych preparatów z nasturcji znajdziecie Państwo na stronie: <http://rozanski.li/?p=242>.**

Dla młodego badacza nasturcja stwarza szansę przeprowadzenia ciekawych obserwacji. Już powyższy tekst podsuwa uważnemu czytelnikowi wiele pytań, np. który ze składników nawozów hamuje kwitnienie nasturcji? Czy nasturcje zawierają substancje wabiące mszyczniki, a może to nie one, tylko same mszyce wabią mszyczniki? Czy każda nasturcja zawiera składniki o działaniu bakteriostatycznym lub bakterioobójczym? Jest pole do popisu i wystarczy trochę ruszyć głową.

**Mszycznik (*Syrphus*)** to muchówka z rodziny bzygów.

W Polsce występuje ok. 40 gatunków tych owadów. Są pożyteczne, gdyż ich larwy żywią się mszycami. Pospolitym gatunkiem jest mszycówka brzęk (*Syrphus pyrastris*), której zielonawe czerwie żyją na drzewach w koloniach mszyc. Dorosłe osobniki żerują na roślinach baldaszkowych, np. koprze, w przydrożnych rowach, i tam też możemy je łatwo spotkać.



Fot. 2. Bzyg brzęk (*Scaeva pyrastris* L.)

# Myśliwi w pancerzykach w grochy



Fot. 1. Biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata*) na łowach

**K**toż nie zna biedronki! Tylko czy na pewno ją, a może raczej je, znamy? Czy wiecie, że w Polsce żyje ok. 80, a na całym świecie ponad 5 tys. owadów należących do rodziny **biedronkowatych** (*Coccinellidae*)? Te zwykle z pozoru owady są wszędzie. Uważamy je za bardzo przydatne, bo żywią się mszycami, a dzięki temu, że są bardzo płodne, w ciągu roku mogą dać nawet 4 pokolenia. Bywają one wykorzystywane do ich biologicznego zwalczania. Są tym skuteczniejsze, że na mszycę polują nie tylko owady dorosłe, ale również larwy biedronek. To o tyle ciekawe, że w przyrodzie raczej wyjątkowo spotyka się owady, których forma larwalna bytuje w tym samym co imago środowisku i/lub odżywia się tym samym pokarmem. Co więcej, ponieważ zimują dorosłe biedronki, to np. wiosną, na łące możemy spotkać równocześnie żerujące dojrzałe płciowo chrząszcze i ich larwy.



Fot. 2. Larwa biedronki

W Polsce najpospolitsza jest biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata*) zwana potocznie bożą krówką. Można spotkać ją wszędzie tam, gdzie są mszyce. Niestety począwszy od 2006 roku coraz większym zagrożeniem dla naszych rodzimych biedronek są ich azjatyckie kuzynki z gatunku *Harmonia axyridis* (nazywane czasem arlekinami). Wielkością owad ten zbliżony jest do naszej rodzimej biedronki siedmiokropki (*Coccinella septempunctata*), lecz jego ubarwienie jest bardzo zmienne. Kolor pancerza może być pomarańczowy, czerwony, a nawet czarny. Na tym tle występują nawet 23 czarne, brunatne, pomarańczowe lub czerwone kropki o różnej wielkości. Można spotkać również osob-

niki bez kropek. Niestety *H. axyridis* spożywa nie tylko mszyce, tarcznięki i wełnowce, ale także inne stawonogi, w tym jaja i larwy innych biedronek. Nie gardzi również pokarmem roślinnym, np. pyłkiem kwiatowym, nektarem i dojrzałymi owocami. Ku zgrozie właścicieli winnic lubi wygryzać dziury w dojrzałych owocach.

W USA już na początku XX wieku *H. axyridis* stosowana była do zwalczania mszyc. Niestety okazała się nie tylko skutecznym zabójcą szkodników, ale także gatunkiem bardzo ekspansywnym, który rozprzestrzenił się w Stanach Zjednoczonych oraz zasiedlił Amerykę Południową i południowy skraj Afryki. W 1982 roku użyto jej również do walki z mszycami w Europie Zachodniej, skąd zapewne przywędrowała do Polski.

W naszym kraju tego nieproszonego gościa po raz pierwszy zaobserwowano w roku 2006 w Poznaniu. Po 6 latach można ją spotkać praktycznie na terenie całego naszego kraju. Przykładowo pod koniec ubiegłego roku ogromne ilości *H. axyridis* pojawiły się na Górnym Śląsku.

*H. axyridis* stanowi również pewne zagrożenie dla człowieka. Podobnie jak inne biedronki także ona, gdy jest przestraszona, wydziela przez stawy udowo-goleńniowe żółtą ciecz (hemolimfę) zawierającą metoksypirazyiny [(2,5-dimetyl-3-metoksypirazyina (DMMP), 2-izopropyl-3-metoksypirazyina (IPMP), 2-sec-butył-3-metoksypirazyina i 2-izobutył-3-metoksypirazyina), które odpowiadają za przykry zapach, jaki wydzielają biedronki. Co gorsza, nawet niewielka jego ilość potrafi paskudnie zepsuć wino. To ostatnie nie jest wcale takie mało prawdopodobne, biorąc pod uwagę fakt, że szczególnie „pachnąca” *H. axyridis* lubi nie tylko wygryzać dziury w winogronach, ale także się w nich chować.

Ponadto *H. axyridis* może ugryźć, a czasem, na szczęście dosyć rzadko, spowodować uczulenie. Zdecydowanie biedronka biedronce nierówna!



Fot. 3. Azjatycka biedronka z gatunku *H. axyridis*



# Eksplodujące termity

Na podstawie:

## **Explosive backpacks in old termite Workers**

Sobotnik J., Bourguignon T., Hanus R., Demianová Z., Pytelková J., Mareš M., Foltynová P., Preisler J., Cvačka J., Krasulová J., Roisin Y.

„Science” 337 (6093), 436, 27 lipca 2012

Od wielu lat trwa spór o zachowania altruistyczne zwierząt. Być może przejawiają je występujące w Gwinei Francuskiej termity z gatunku *Neocapritermes taracua*. Podobnie jak inne termity *Neocapritermes taracua* tworzą kolonie, których bronią przed agresorami. Nie byłoby w tym nic niezwykłego, gdyby nie to, że jedną z form obrony jest broń chemiczna stosowana w samobójczych atakach przez starych robotników. Z wiekiem w znajdujących się na odwłoku robotnika kieszonek gromadzą się kryształy błękitnego białka zawierającego miedź, wydzielanego przez znajdujące się tu gruczoły. Samo błękitne białko nie jest groźne, póki nie połączy się z wydzieliną gruczołów ślinowych. Dzieje się tak w sytuacji, gdy zagrożona jest kolonia. Wtedy do akcji przystępują stare samce, których ciało eksploduje (**autotyza**), czego konsekwencją jest połączenie błękitnych kryształów z wydzieliną gruczołów ślinowych oraz powstanie kropelek bardzo toksycznego płynu, rozrzuconego na wszystkie strony przez ginącego robotnika-samobójcę. Najskuteczniejszymi chemikami-samobójcami są najstarsi robotnicy, a więc ci, którzy najstabilniej zdobywają pokarm. Co ciekawe, z wiekiem robotnik jest nosicielem coraz większego, potencjalnie toksycznego ładunku oraz wzrasta jego skłonność do samobójczego zachowania.

Termin **autotyza** (ang. *autothysis*) został wprowadzony w 1974 roku przez Eleonorę i Ulricha Maschwitzów dla opisu zachowania mrówek z gatunku *Camponotus saundersi*, polegającego na autoeksplozji owada broniącego kolonii.

O skuteczności autotyzy wykorzystywanej do obrony kolonii przez blokowanie lepka lub toksyczną wydzieliną korytarzy, w których pojawił się agresor, świadczy jej występowanie u gatunków termitów nieposiadających żołnierzy, np. z rodzajów *Grigiotermes* i *Ruptitermes*.

<red>

# Częste mycie skraca życie?

Na podstawie:

## **Compartmentalized Control of Skin Immunity by Resident Commensals**

Naik S., Bouladoux N., Wilhelm C., Molloy M.J., Salcedo R., Kastenmuller W., Deming C., Quinones M., Koo L., Conlan S., Spencer S., Hall J.A., Dzutsev A., Kong H., Campbell D.J., Trinchieri G., Segre J.A., Belkaid Y.

„Science”, 26 lipca 2012 [Epub]

Okazuje się, że tytułowe hasło leniwych brudasów może kryć w sobie odrobinę prawdy! Publikacje naukowe, a nawet reklamy, np. jogurtów, przyzwyczyły nas do tego, że bakterie zamieszkujące nasz przewód pokarmowy lub trafiające do niego wraz z pokarmem wpływają na naszą odporność. Jednak informacja, że również mikroorganizmy żyjące na naszej skórze mogą mieć znaczenie dla funkcjonowania naszego układu odpornościowego, może wydawać się dosyć zaskakująca. Okazuje się, że tak właśnie jest. Co prawda eksperymentalnie potwierdzono to w przypadku myszy, ale wszak mysz to też ssak.

Naukowcy badali dwa genetycznie identyczne szczepy myszy. Pierwszy z nich hodowano w standardowych warunkach, a drugi, tzw. szczep „germ-free”, był pozbawiony wszelkich mikroorganizmów, ponieważ hodowano go przez wiele pokoleń w jałowych warunkach. Badania nad zdolnością wytwarzania czynników zapalnych przez związane ze skórą limfocyty T wykazały, że w przypadku „normalnych” myszy, na których skórze występują saprofityczne mikroby, reakcja limfocytów T była wyraźnie silniejsza niż w przypadku sterylnych myszy szczepu „germ-free”. Ponadto, gdy pierwszym z nich podawano antybiotyki, eliminując florę bakteryjną układu pokarmowego, nie zaobserwowano zmian w aktywności limfocytów T. Oznacza to, że jedynie saprofityczne mikroby skóry, a nie jelitowe, mogą zwiększać naszą odporność na patogeny skóry. Czy znaczy to, że nie należy się myć? Oczywiście nie, ponieważ mikroorganizmy zasiedlające naszą skórę przyzwyczajone są do częstych ablucji, natomiast w świetle wyników wyżej opisanych badań nie wydaje się uzasadnione stosowanie na skórę preparatów bakteriobójczych. No chyba że w przypadku zranień. Co więcej, nie wykluczałbym możliwości, że wkrótce pojawią się kosmetyki, za pomocą których będzie można zasiedlić naszą skórę korzystnymi bakteriami. Może nawet pięknie pachnącymi GMO?

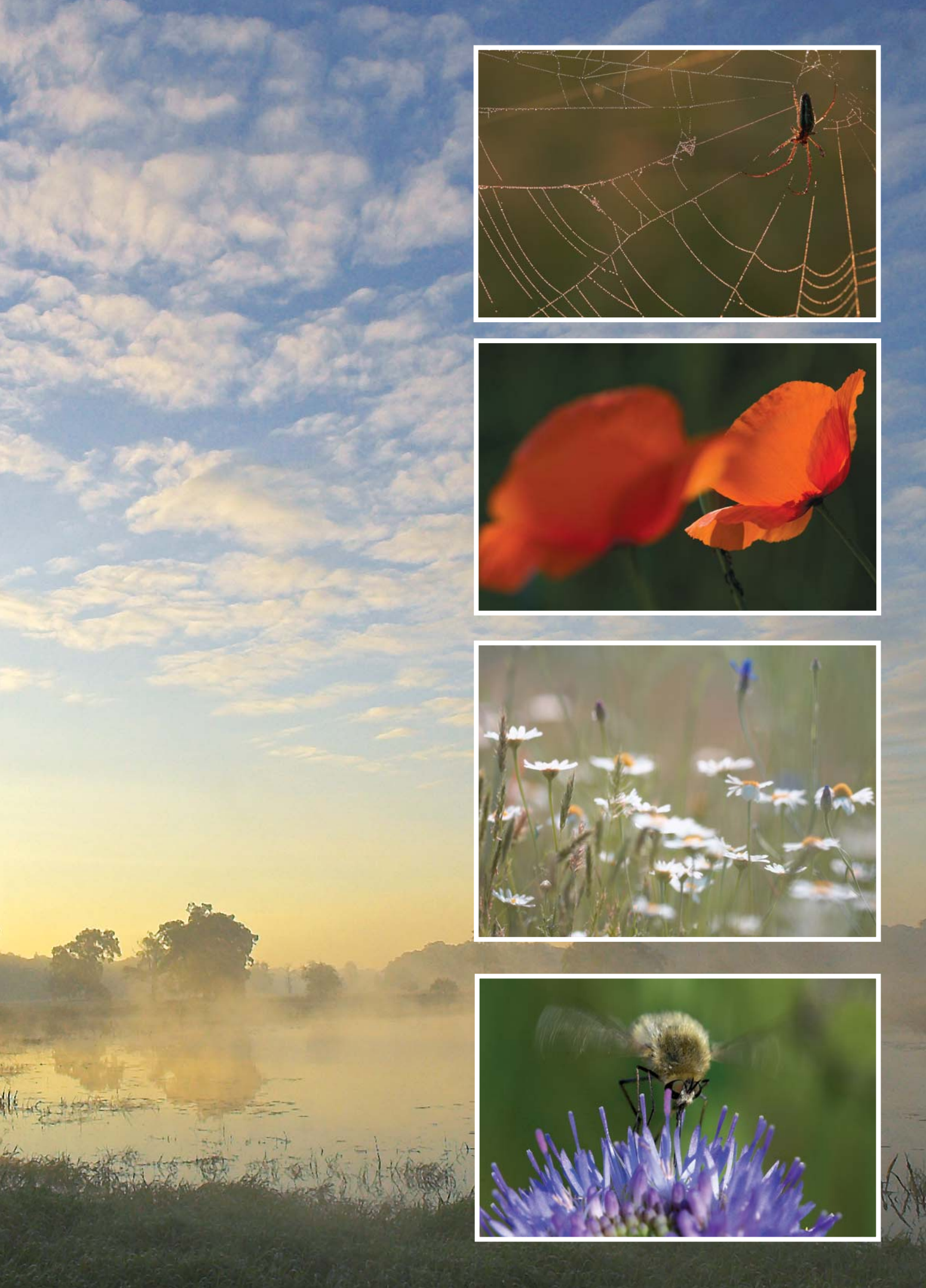
<red>





# Łęgi nad Wartą





# Stawonogi

## - bezkręgowce o wielu twarzach

**Scenariusz lekcji biologii w szkole ponadgimnazjalnej (zakres rozszerzony) obejmujący zagadnienia związane z klasyfikacją i budową zewnętrzną stawonogów.**

Anna Michalik

### 1. Cele edukacyjne:

- uczeń opisuje budowę zewnętrzną stawonogów;
- uczeń definiuje terminy: *segmentacja heteronomiczna*, *tagma*, *szkielet zewnętrzny*;
- uczeń wskazuje charakterystyczne cechy budowy zewnętrznej wspólne dla całego typu stawonogów;
- uczeń omawia różnice w budowie zewnętrznej między pajęczakami, skorupiakami, wijami i owadami;
- uczeń przedstawia aktualną klasyfikację stawonogów;
- uczeń charakteryzuje wygląd zewnętrzny stawonogów;
- uczeń określa tendencje ewolucyjne w budowie skrzydeł owadów.

### 2. Metody:

- pogadanka;
- metoda aktywizująca: linia czasu;
- praca z materiałem ilustracyjnym;
- obserwacje;
- przygotowywanie preparatów mikroskopowych;
- elementy wykładu;
- praca z tekstem;
- praca w grupach (praca równym frontem).

### 3. Środki dydaktyczne

Hodowla skorupiaków planktonowych (oczlik, rozwieltka); hodowla świerszczy (lub patyczaków); preparaty makroskopowe raka rzecznoego, przedstawiciela pajęczaków, wijów; zasuszone i rozpię-

te okazy owadów: ważki, chrząszcza, muchy, osy, plansze dydaktyczne i schematy przedstawiające budowę zewnętrzną stawonogów, lupy, mikroskop, przyrządy do sporządzenia mokrego preparatu mikroskopowego, karta pracy (kartę pracy otrzymuje każdy uczeń, jest ona formą notatki z lekcji), krzyżówka.

### 4. Tok zajęć

#### a) Wprowadzenie

Na początku lekcji uczniowie rozwiązują przygotowaną przez nauczyciela krzyżówkę z hasłem STAWONOGI. Krzyżówka sprawdza opanowanie przez uczniów wiadomości i umiejętności dotyczących pierścienic i mięczaków, a hasło krzyżówki informuje uczniów o zagadnieniu, które będzie tematem bieżącej lekcji.

Po podaniu tematu lekcji nauczyciel wprowadza uczniów miniwykładem w niezwykły świat stawonogów, przedstawia współczesne poglądy na klasyfikację tej grupy bezkręgowców, zwracając uwagę na olbrzymią różnorodność stawonogów.

#### b) Część główna lekcji

##### 1. Filogeneza stawonogów – metoda aktywizująca: linia czasu

Nauczyciel przedstawia uczniom najważniejsze wydarzenia dotyczące filogenezy i pochodzenia stawonogów. Uczniowie rysują w zeszytach linię czasu i na podstawie wypowiedzi nauczyciela zaznaczają na niej poszczególne etapy ewolucji stawonogów. Następnie nauczyciel sprawdza poprawność wykonanego zadania.

##### 2. Cechy wspólne stawonogów – praca z materiałem ilustracyjnym

Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy. Każda grupa otrzymuje schematy przedstawiające budowę zewnętrzną stawonogów: raka rzecznoego, pająka, karaczana, wiją; arkusz papieru i pisaki oraz karty pracy. Zadaniem każdej grupy jest przeanalizowanie budowy zewnętrznej stawonogów i wypisanie wspólnych cech tej grupy bezkręgowców. Nauczyciel wyznacza czas potrzebny na wykonanie zadania, np. 5 minut. Nadzoruje pracę uczniów, udzielając potrzebnych wskazówek. Po upływie wyznaczonego czasu przedstawiciele grup prezentują wyniki swojej pracy. Uczniowie wykonują zadanie 1. z karty pracy.

##### 3. Szkielet zewnętrzny stawonogów – praca z tekstem

Nauczyciel rozdaje uczniom tekst dotyczący szkieletu zewnętrznego stawonogów. Na podstawie tekstu uczniowie wskazują dwie wady i dwie zalety takiego szkieletu (zadanie 2. z karty pracy).

##### 4. Budowa zewnętrzna stawonogów – obserwacje, sporządzanie preparatów mikroskopowych

Uczniowie pozostają w wyznaczonych wcześniej grupach. Nauczyciel wyjaśnia, że pomimo cech wspólnych dla całego typu stawonogi jest to bardzo różnorodna grupa bezkręgowców. Nawiązuje do tematu lekcji: stawonogi – bezkręgowce o wielu twarzach i zaznacza, że poszczególne podtypy znacznie różnią się wyglądem zewnętrznym. Każda grupa otrzymuje hodowlę skorupiaków planktonowych, hodowlę owadów oraz makroskopowe okazy wijów, pajęczaków i skorupiaków. Wykorzystując przygotowane okazy oraz otrzymane wcześniej schematy uczniowie wykonują zadanie 3. z karty pracy. Przed przystąpieniem do pracy nauczyciel zwraca uwagę na etyczne zachowanie w stosunku do obserwowanych zwierząt i przypomina zasady BHP.

Po upływie wyznaczonego czasu wybrani przez nauczyciela uczniowie omawiają budowę zewnętrzną



wybranej grupy stawonogów. Nauczyciel ocenia pracę uczniów.

### 5. Lot owadów – pogadanka, obserwacja

Nauczyciel inicjuje pogadankę na temat zdolności owadów do aktywnego lotu, następnie uczniowie obserwują okazy owadów uskrzydłych i określają tendencje ewo-

lucyjne w budowie skrzydeł owadów (zadanie 4. z karty pracy).

### Podsumowanie

W celu sprawdzenia opanowania przez uczniów wiadomości i umiejętności zdobytych na lekcji nauczyciel zadaje im pytania kontrolne.

1. Na jakie podtypy dzielony jest typ stawonogów?

2. Ile par czułek mają owady?
3. Ile par odnóży lokomocyjnych posiadają pajęczaki?
4. Czy wszystkie owady wykształciły zdolność lotu?
5. Z jakich tagm składa się ciało skorupiaków?
6. Jaką funkcję pełni szkielet zewnętrzny stawonoga?

Materiały pomocnicze:

### Załącznik 1. Karta pracy

#### Zadanie 1.

Na podstawie analizy schematów przedstawiających budowę zewnętrzną skorupiaka, wija, owada i pajęczaka wypisz cechy wspólne w budowie zewnętrznej dla wszystkich stawonogów:

- a) .....
- b) .....
- c) .....
- d) .....

#### Zadanie 2.

Na podstawie analizy otrzymanego tekstu wskaż dwie zalety i dwie wady szkieletu zewnętrznego stawonogów.

ZALETY:

- a) .....
- b) .....

WADY:

- a) .....
- b) .....

#### Zadanie 3.

Porównaj przedstawicieli różnych gromad stawonogów: owadów, wijów, pajęczaków i skorupiaków. W tym celu sporządź mokry preparat mikroskopowy ze skorupiaków planktonowych (na szkiełko podstawowe nanieś pipetą kroplę wody z hodowli i przykryj szkiełkiem nakrywkowym) lub przyjrzyj się im pod lupą, obserwuj żywe okazy owadów oraz trwałe preparaty raka, wijów i pajęczaków. W swoim porównaniu zwróć uwagę na podział ciała na tagmy, liczbę odnóży lokomocyjnych, odnóży gębowych i czułek, obecność lub brak skrzydeł.

	Owady	Wije	Pajęczaki	Skorupiaki
Liczba tagm budujących ciało				
Liczba odnóży lokomocyjnych				
Liczba odnóży gębowych				
Liczba czułek				
Obecność skrzydeł				

**Zadanie 4.**

a) Obejrzyj skrzydła ważki, muchy, chrząszcza, motyla i osy. Zwróć uwagę na liczbę skrzydeł, podobieństwo między skrzydłami I i II pary, liczbę żyłek. Zaprojektuj tabelę, w której zanotujesz wyniki swoich obserwacji.

b) Które z tych owadów są prymitywne, a które wyspecjalizowane?

.....  
 .....  
 .....

c) Określ tendencje ewolucyjne w budowie skrzydeł owadów.

.....  
 .....  
 .....

### Załącznik 2. Metoda aktywizująca – linia czasu

Metoda ta polega na wizualnym przedstawieniu wydarzeń w porządku chronologicznym. Pozwala uczniom uporządkować informacje i ułatwia ich chronologiczne zapamiętanie. Uczniowie otrzymują paski papieru, na których rysują linie (lub rysują linię czasu w zeszytach), następnie w odpowiednich miejscach umieszczają omawiane wydarzenia.

### Załącznik 3. Szkielet zewnętrzny stawonogów – tekst

Ciało stawonogów pokryte jest grubym chitynowym oskórkiem tworzącym szkielet zewnętrzny. Oskórek u wszystkich stawonogów ma złożoną budowę, jest wytworem nabłonka. Zazwyczaj składa się z zewnętrznej epikutykuli, która stanowi mechaniczną i chemiczną barierę dla szkodliwych czynników środowiska zewnętrznego, zabezpiecza przed drobnoustrojami, parowaniem i promieniowaniem, oraz wewnętrznej prokutykuli, w której zakotwiczone są mięśnie motoryczne. Może ona służyć także jako rezerwuuar metabolitów w okresie linienia czy głodowania. Oskórek stawonogów nie ogranicza ruchów, ponieważ jest zbudowany z płytek połączonych ze sobą ruchomo. Oskórek ogranicza wzrost stawonogów, jest więc okresowo zrzucany w procesie zwanym linieniem i odtwarzany. Linienie jest sterowane hormonalnie i wymaga dużych nakładów energii metabolicznej.

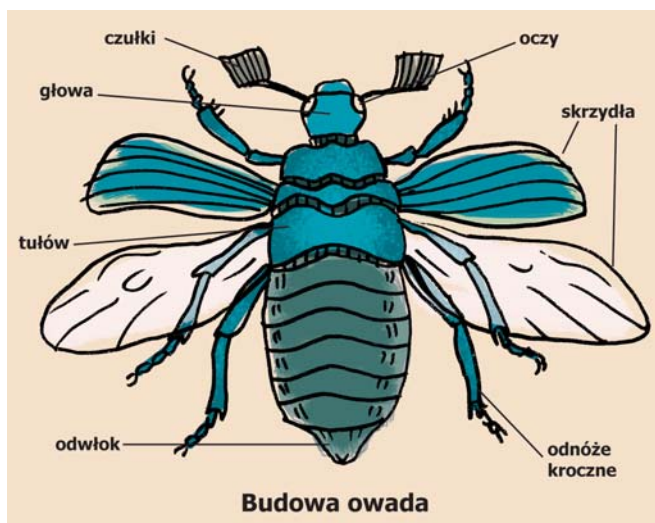
Tekst przygotowany na podstawie: C. Jura, *Bezkręgowce*, PWN, Warszawa 1996.





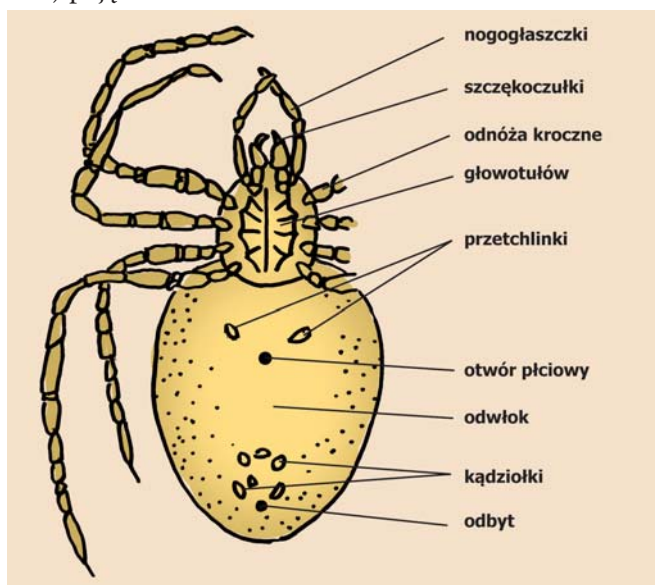
## Załącznik 6. Schematy stawonogów

a) owady



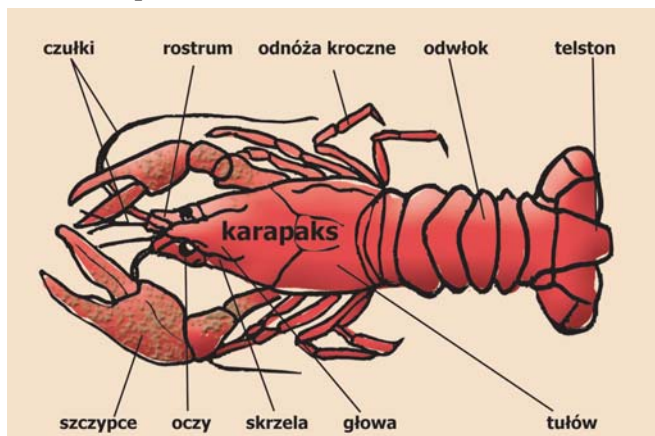
Źródło: www.biologia.opracowania.pl.

b) pajęczaki



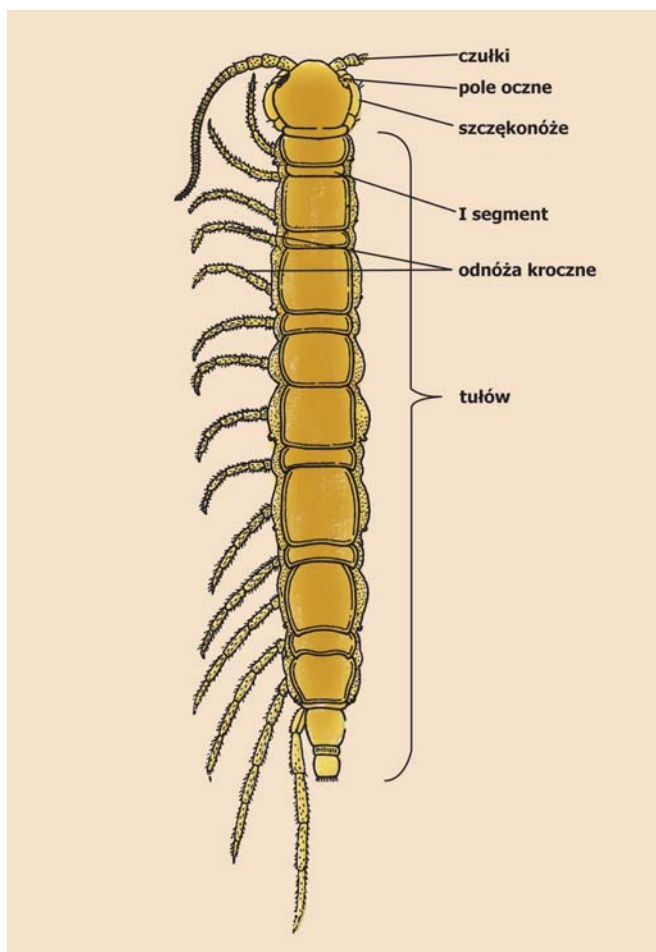
Źródło: forum.linum.pl.

c) skorupiaki



Źródło: mikrojezioro.met.pl.

d) wije



## Załącznik 7. Systematyka stawonogów wg Bruski & Bruski 2003

**Typ: stawonogi**

Podtyp: trylobity

Podtyp: szczękoczułkoksztatne

Gromada: szczękoczułkowce

Podgromada: staroraki

Podgromada: pajęczaki

Gromada: kikutnice

Podtyp: wije

Podtyp: skorupiaki

Podtyp: sześcionogi (Hexapoda)

Gromada: skrytoszczękie

Gromada: owady

**dr Anna Michalik**

Zakład Biologii Rozwoju i Morfologii Bezkręgowców,  
Instytut Zoologii, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi,  
Uniwersytet Jagielloński



# Bierzemy pod lupę cyfryzację szkół

Polska szkoła przechodzi obecnie proces dynamicznych i wielkich zmian. Nowa jest nie tylko podstawa programowa, ale też specyfika nauczania. Lekcje coraz mniej przypominają te sprzed 20 lat, a kredę i tablicę zastępują ich elektroniczne odpowiedniki. Inni są też uczniowie, którzy nie znają świata bez internetu i gier komputerowych. Zmieniają się ich potrzeby, dlatego nauczanie nieustannie ewoluuje i dopasowuje się do współczesnych norm. Nowoczesne materiały dydaktyczne i lekcje to już nie wykłady, ale interaktywne zajęcia łączące edukację z zabawą i angażujące kilka zmysłów jednocześnie. Nauczyciele także nie pozostają obojętni na zmiany i choć cały czas kluczowe jest przekazywanie uczniom wiedzy, to nowy staje się sposób jej „podawania”.

Od lat współpracujemy blisko z nauczycielami w Polsce i czerpiemy z międzynarodowych doświadczeń naszego wydawnictwa w Europie. Edukacja jest nam bliska, dlatego nieustannie się jej przyglądamy i bierzemy ją pod lupę. Jakie są kierunki nadchodzących zmian w szkolnictwie? Jakie są potencjalne szanse i zagrożenia cyfryzacji w szkołach? Jakie są potrzeby współczesnych uczniów? Mamy nadzieję, że przygotowane przez nas materiały przybliżą odpowiedzi na te pytania.

Zespół Ekspertów Wydawnictwa Klett

## Raport z sondażu Sprzęt komputerowy w szkołach nie oznacza ich cyfryzacji

Jak wynika z sondażu przeprowadzonego w kwietniu przez Wydawnictwo Klett, większość szkół, w których pracują ankietowani nauczyciele, wyposażona jest w komputery stacjonarne (92,5%), laptopy (72,1%), rzutniki multimedialne (88,4%) i tablice interaktywne (64,4%). Niestety nowoczesne technologie nie są powszechnie wykorzystywane na lekcjach. W wielu szkołach nadal jest ich za mało, aby mogli z nich korzystać wszyscy nauczyciele. Co więcej, brakuje także materiałów i oprogramowania, bez których sam sprzęt komputerowy jest niemalże bezużyteczny. Unowocześniając szkoły, czasem zapomina się, że prawdziwa cyfryzacja to coś więcej niż tylko komputeryzacja.

Ewa Frąckowiak

Wydawnictwo Klett, drugi pod względem wielkości wydawca w Europie, postanowiło wziąć pod lupę cyfryzację polskich szkół i narzędzia, z których korzystają nauczyciele w szkołach. Wraz z naukowcami z Uniwersytetu Łódzkiego wydawnictwo przeprowadziło w kwietniu sondaż w postaci ankiety elektronicznej – wzięło w nim udział 1288 nauczycieli różnych przedmiotów i z rozmaitych poziomów oraz typów szkół z całej Polski.

### Polskie szkoły dobrze wyposażone?

Większość szkół, w których pracują ankietowani nauczyciele, jest

wyposażona w podstawowe urządzenia elektroniczne, takie jak komputery stacjonarne, laptopy i rzutniki multimedialne. W ponad 64% tych placówek pedagodzy mogą także korzystać z tablic interaktywnych (choć na pewno nie możemy tych wyników odnieść do całego kraju). Jednak do najnowszych technologii, takich jak tablety i platformy e-learningowe, mają dostęp jedynie nieliczni z badanych nauczycieli. Choć platformy są w wyposażeniu prawie co piątej szkoły ponadgimnazjalnej, w której pracują ankietowani pedagodzy, to w szkołach niższych szczebli dostęp do nich zadeklarowało nieco mniej nauczycieli. Rzadkością są także systemy do automatycznych odpowiedzi (inaczej: *clickery*, *student response*

*systems* lub *personal response systems*). Patrząc na te wyniki, można sądzić, że stopień cyfryzacji polskich szkół jest jednak całkiem wysoki, ale czy rzeczywiście tak jest? Odpowiedź mogą dać kolejne dane.

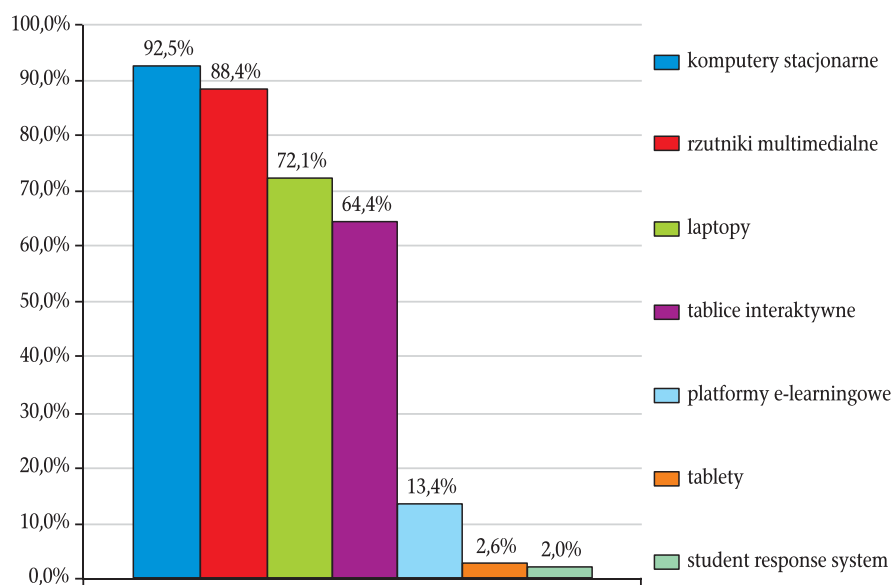
### Sprzęt jest, ale nie jest dostępny

Mimo dostępności wielu narzędzi technologicznych w szkołach nie wszyscy nauczyciele z nich korzystają. Przykładowo, choć ankietowani nauczyciele zadeklarowali, że w ponad 88% szkół, w których pracują, dostępne są rzutniki multimedialne, a w 72% laptopy, korzysta z nich odpowiednio jedynie 68,2% i 62,5% badanych. Wśród najpopularniejszych urządzeń wykorzystywanych w nauczaniu dominują te dostępne na rynku już od dłuższego

Zdaniem Roberta Kuca fakt, że nauczyciele nie korzystają z nowoczesnych technologii na masową skalę, wynika jeszcze z jednego problemu: Czasem jest też tak, że pomimo iż w szkole znajduje się sprzęt, taki jak komputery stacjonarne, laptopy i tablice interaktywne, to brakuje do niego odpowiedniego oprogramowania, z którego mogliby korzystać nauczyciele wszystkich przedmiotów. Stają się więc wtedy niemal bezużyteczne. Należy zdawać sobie sprawę z tego, że wyposażenie szkół w komputery nie załatwi problemu ich cyfryzacji. Do wdrożenia tego procesu konieczne jest przede wszystkim zapewnienie odpowiednich treści, a więc np. dobrze przygotowanych podręczników interaktywnych, materiałów na platformy e-learningowe. Muszą one być tak zaprojektowane, aby uczyć w odpowiedni sposób i przekazywać wiedzę, której potrzebują młodzi ludzie. Tymczasem dbałości o treści brakuje m.in. w projekcie „Cyfrowej szkoły” – koncentruje się on głównie na zapewnieniu sprzętu, a ten bez tzw. contentu nie będzie spełniał swojej roli.

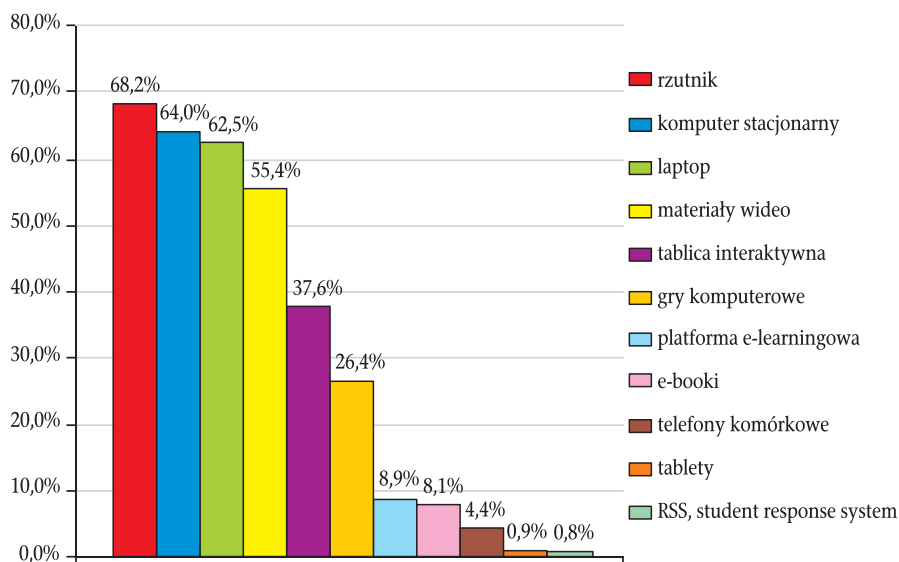
czasu, do których nauczyciele mieli możliwość się przyzwyczaić. Poza tablicami interaktywnymi i grami komputerowymi najnowocześniejsze narzędzia wykorzystywane są przez niewielką liczbę nauczycieli – **niecałe 9%** badanych korzysta z platform e-learningowych, nieco **ponad 8%** z e-booków, a jeszcze mniej w nauczaniu wykorzystuje telefony komórkowe, tablety i systemy do automatycznych odpowiedzi.

Wydawnictwo Klett wzięło pod lupę także częstotliwość wykorzystywania nowoczesnych narzędzi w nauczaniu. Prawie **40%** ankietowanych nauczycieli zadeklarowało, że robi to często, a **37%** przynajmniej od czasu do czasu, ale mało który przyznał, że korzysta z nich na każdej lekcji (jedynie **6,8%**). Z sondażu wynika także, że nowe technologie są wykorzystywane szczególnie często w szkołach podstawowych. Okazuje się jednak, że nawet badani nauczyciele informatyki nie wykorzystują nowoczesnych technologii na każdej lekcji – zadeklarowało to jedynie **5,7%** z nich (a więc nawet poniżej średniej dla wszystkich ankietowanych nauczycieli). Czy to oznacza, że nauczyciele boją się nowych technologii? Niekoniecznie. Problem może leżeć gdzie indziej. *Choć większość nauczycieli deklarowała, że szkoły, w których pracują, wyposażone są w rozmaite sprzęty, to niestety nie zawsze oznacza to, że cała kadra pedagogiczna ma do nich dostęp* – wyjaśnia Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett. Potwierdzają to słowa jednej z nauczycielek, która wzięła udział w sondażu: *W szkole, w której pracuję, są rzutniki, tablice multimedialne i komputery stacjonarne. Nie znaczy to jednak, że mogę korzystać z nich na lekcji języka obcego. Tablice są tylko w dwóch salach, a nauczycieli jest więcej niż klas, stąd prawie nigdy nie udaje mi się korzystać z tablicy, e-booków, ćwiczeń i gier on-line, mimo że bardzo chciałabym i z moich doświadczeń wynika, że to właśnie takie lekcje najbardziej interesują uczniów. Podobnie jest z komputerami – owszem, są, ale w sali informatycznej, która służy właśnie do lekcji informatyki, a nie do nauczania języka obcego.*



**Wykres 1.** Urządzenia i narzędzia będące w wyposażeniu szkół, w których pracują ankietowani nauczyciele

Źródło: sondaż przeprowadzony wśród nauczycieli przez Wydawnictwo Klett we współpracy z naukowcami z UŁ



**Wykres 2.** Narzędzia, z których korzystają ankietowani nauczyciele w pracy z uczniami

Źródło: sondaż przeprowadzony wśród nauczycieli przez Wydawnictwo Klett we współpracy z naukowcami z UŁ



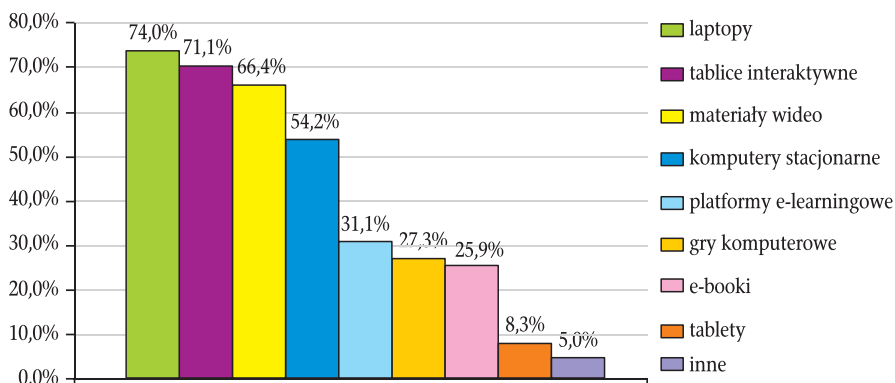
## Nauczyciele nie lubią nowinek?

Ankietowani nauczyciele zdają się doceniać narzędzia, które są im w miarę dobrze znane. Zdaniem badanych nauczycieli najbardziej przydatne w pracy z uczniami są laptopy (według 74% ankietowanych), tablice interaktywne (71,1%) i materiały wideo (66,4%). Najbardziej powszechnie występujący w szkołach sprzęt, a więc komputer stacjonarny, zajął dopiero czwartą pozycję, choć i tak jego użyteczność docenia ponad połowa nauczycieli, którzy wzięli udział w sondażu. **Co trzeci** ankietowany uznał za przydatne platformy e-learningowe. Niemal tyle samo osób pozytywnie ocenia wykorzystanie gier komputerowych w nauczaniu, a **co czwarty** pytany nauczyciel uważa za przydatne książki elektroniczne. O wiele mniejszym uznaniem cieszą się tablety. Wśród innych narzędzi wymienianych przez część ankietowanych znalazły się kamery, odtwarzacze CD i DVD oraz telewizory.

## Nauczyciele potrzebują szkoleń

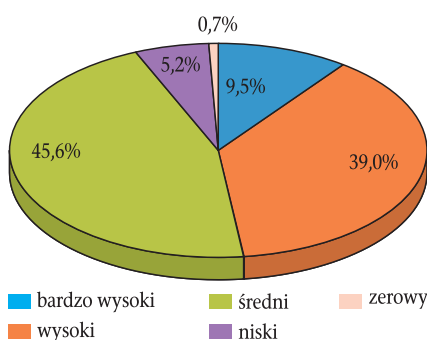
Mimo coraz powszechniej wykorzystywanych nowoczesnych narzędzi nauczyciele, którzy wzięli udział w sondażu, nie uważają się za ekspertów w tej dziedzinie. Najwięcej, bo 45%, stanowiły osoby, które określiły swój poziom ich obsługi jako średni. Odsetek ten jest podobny zarówno w małych, jak i w dużych miastach. Najlepiej ocenili się oczywiście **nauczyciele informatyki**, ale także większość pytanych **matematyków** uznała, że w tym zakresie radzi sobie dobrze. Jeśli porównamy umiejętności ankietowanych nauczycieli ze względu na poziom szkoły, w której pracują, to najbardziej pewni swoich umiejętności są **nauczyciele szkół podstawowych** – wysoki i bardzo wysoki poziom zadeklarowało **ponad 52%** z nich.

Średni poziom obsługi nowoczesnych narzędzi wśród tak dużej liczby ankietowanych nauczycieli oznacza, że istnieje duża potrzeba doszkalania pedagogów w tym zakresie. Niestety niemal 40% badanych stwierdziło, że ma średni dostęp do szkoleń z zakresu wykorzy-



Wykres 3. Użyteczność narzędzi wykorzystywanych w nauczaniu zdaniem ankietowanych nauczycieli

Źródło: sondaż przeprowadzony wśród nauczycieli przez Wydawnictwo Klett we współpracy z naukowcami z UŁ



Wykres 4. Jak ankietowani nauczyciele oceniają swój poziom obsługi nowoczesnych narzędzi wykorzystywanych w nauczaniu

Źródło: sondaż przeprowadzony wśród nauczycieli przez Wydawnictwo Klett we współpracy z naukowcami z UŁ

stywania nowoczesnych technologii w pracy z uczniami, a 25% zadeklarowało nawet, że jest on mały lub zerowy (zdecydowanie mniej, bo 36% ankietowanych, uznało dostęp do takich szkoleń za dobry lub bardzo dobry). Aby cyfryzacja szkół była w pełni możliwa, konieczne jest położenie większego nacisku na kształcenie zarówno przyszłych, jak i obecnych nauczycieli w zakresie korzystania z nowoczesnych technologii. Konieczne jest stworzenie odpowiedniego programu szkoleniowego, który ułatwi im posługiwanie się nimi w pracy. Jestem pewien, że nauczyciele chętnie skorzystają z możliwości doszkalania się w tym zakresie, jeśli tylko będzie im ona dana. Na nic zda się wyposażanie szkół w nowoczesne sprzęty, jeśli kadra pedagogiczna nie będzie odpowiednio przygotowana, aby z nich korzystać – komentuje Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett.

Robert Kuc zwraca także uwagę na inne problemy związane z cy-

fryzacją polskich szkół. Jego zdaniem choć sam proces się rozwija, to konieczne jest stworzenie odpowiedniego planu jego wdrażania oraz ogromnych nakładów finansowych, ponieważ samo wyposażenie szkół w sprzęt nie wystarczy. W procesie cyfryzacji szkół trzeba pomyśleć o wielu aspektach, nie tylko o zapewnieniu sprzętu komputerowego. Aby wszystko odpowiednio funkcjonowało, trzeba zapewnić dobrze rozwinięty system szkoleń dla nauczycieli, odpowiednio przygotowane oprogramowanie do nauki, zagwarantować wystarczającą moc sieci internetowej i wytrzymałe serwery, a także zatrudnić osoby, które będą zajmować się takimi technicznymi sprawami w każdej szkole. Przykładowo, należy zastanowić się, czy sieć i serwery wytrzymają, jeśli nagle w tym samym momencie wszyscy uczniowie złączą korzystając z komputerów. Niestety mam wrażenie, że twórcy „Cyfrowej szkoły” pominieli wiele istotnych kwestii przy tworzeniu projektu cyfryzacji szkół i „aspekt operacyjny” nie został odpowiednio przemyślany – podsumowuje redaktor naczelny.

## Nauczyciele o nowych technologiach

Trudno sobie wyobrazić pracę współczesnej szkoły bez wykorzystywania nowych technologii w nauczaniu. Komputery, laptopy i rzutniki multimedialne już od lat są używane podczas zajęć i to nie tylko z zakresu informatyki. Tablice interaktywne, platformy e-learningowe, tablety i e-booki to nowinki technologiczne, które w ostatnich

kliki latach pojawiły się w szkołach. Wszystkie te pomoce znacząco wpływają na podniesienie atrakcyjności zajęć i efektywności nauczania. Dają możliwości planowania niepowtarzalnych zajęć dostosowanych do indywidualnych potrzeb i możliwości uczniów. Wydawałoby się zatem, że są to doskonałe pomoce dydaktyczne. A jednak, jak pokazują badania przeprowadzone wśród nauczycieli, tylko znikomym odsetkiem pedagogów systematycznie wykorzystuje nowe technologie na każdej lekcji. Jedną z najważniejszych przyczyn tej sytuacji jest przeciętny poziom wiedzy, a szczególnie umiejętności nauczycieli w zakresie stosowania w dydaktyce nowych technologii. Dostęp do szkoleń i kursów doskonalących w tym zakresie jest niewystarczający, często są to szkolenia drogie, prowadzone przez informatyków, ale nie dydaktyków praktyków. Kolejną przeszkodą jest z pewnością nakład czasu, który jest konieczny do przygotowania dobrej i ciekawej lekcji z wykorzystaniem multimedii. Obawy nauczycieli związane z możliwością popełnienia błędu czy nieporadzenia sobie z problemem technicznym w obecności uczniów też nie zachęcają do stosowania rozwiązań nowych lub mniej znanych. Na-

uczyciele wybierają zatem takie metody i sposoby nauczania, które są sprawdzone, pewne i dają poczucie bezpieczeństwa na lekcji. Należy także zwrócić uwagę na to, że przy projektowaniu lekcji i doborze środków dydaktycznych trzeba wziąć pod uwagę nie tylko modę i nowinki technologiczne, ale także style uczenia się i nauczania, potrzeby oraz możliwości uczniów.

Myślę, że aktualne jest hasło „bezpieczeństwo tkwi w różnorodności”. Gwarancją dobrej i wartościowej lekcji jest jej dogłębne przemyślenie i zastosowanie takich rozwiązań, które nie tylko przyczynią się do trwałości wiedzy i umiejętności, ale także zaciekawią ucznia, który wcale nie jest łatwym i bezkrytycznym odbiorcą pracy nauczyciela.

**Ewa Frąckowiak**

Dyplomowana nauczycielka biologii i przyrody  
Ekspert Wydawnictwa Klett

W wielu szkołach znajdują się nowoczesne pomoce dydaktyczne. Nie oznacza to jednak, że każda pracownia jest w nie wyposażona i każdy nauczyciel ma do nich dostęp. Często zdarza się tak, że tylko jedna sala lekcyjna posiada np. tablicę interaktywną, a inna telewizor i odtwarzacz DVD lub wideo.

Komputery znajdują się najczęściej w pracowni komputerowej i czasem w bibliotece. Nauczyciel, który chciałby skorzystać z tego sprzętu, musi zamienić się z kolegą lub koleżanką z pracy na salę. Nie jest to łatwe, bo nie zawsze taka zamiana pasuje drugiej osobie.

Inną sprawą jest wyposażenie szkoły w programy. Jeżeli np. tablicę interaktywną dostanie do swojej pracowni germanista, to przechodzi on także szkolenie, ale dostaje programy dostosowane tylko do nauki języka niemieckiego. Nauczyciele innych przedmiotów muszą sami przygotowywać pomoce i programy. Uważam, że wielką pomyłką jest szkolenie całej rady pedagogicznej, np. 30 czy 40 osób naraz w ciągu zaledwie kilku godzin, bo taki kurs nie przygotowuje ich do pracy z tablicą interaktywną. Nauczyciel, który chce się szkolić czy poznawać nowe technologie, bardzo często musi za takie kursy płacić. Tego typu szkolenia odbywają się po południu lub w dni wolne od pracy, a czasem nawet w wakacje. Trzeba więc mieć dużo chęci, aby pracować z nowoczesnymi technologiami.

**Ewa Szelecka**

Nauczycielka matematyki  
Ekspert Wydawnictwa Klett

## „Cyfrowa szkoła” okiem wydawcy

**Propozycja rozporządzenia MEN w sprawie cyfryzacji została skrytykowana przez wiele środowisk. Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett, drugiego co do wielkości wydawcy edukacyjnego w Europie, komentuje projekt i mówi o doświadczeniach w cyfryzacji szkół w innych krajach, wpływie propozycji ministerstwa na rynek wydawniczy i braku przygotowania technicznego szkół.**

**Robert Kuc**

Choć taki program jak „Cyfrowa szkoła” jest niezbędny, aby zwiększyć nowoczesność polskich szkół i dostosować edukację do potrzeb młodych ludzi, to rzeczywiście obecny projekt zawiera trochę niedociągnięć. Zakłada on m. in., że szkoły, chcąc wdrażać program, muszą się na to przygotować infrastrukturalnie (m. in. zmodernizować szkolną sieć elektryczną i sale lekcyjne, zapewnić szkole dostęp do internetu, zbudować lub

rozbudować szkolną sieć bezprzewodową). Te zmiany to warunek konieczny uczestniczenia w programie (wkład własny), a ich sfinansowanie spoczywa na organach prowadzących szkoły. Taka konieczność przygotowania technicznego szkół sprawia, że wiele z nich nie jest gotowych w tym momencie na proces cyfryzacji.

Myśląc o przeszkodach, jakie może napotkać proces cyfryzacji, obawiałbym się, czy urzędnikom wystarczy wiary i pomysłowości. Dziś się widzimy, że np. w Wielkopolsce lepiej wyposażone w sprzęt kompu-



*Od wydawców katalońskich wiem, że tamtejszy, bardzo ambitny program cyfryzacji upadł z powodu zbyt małej przepustowości sieci: kiedy rano wszyscy próbowali się zalogować do systemu, następowało dramatyczne przeciążenie. W rezultacie nie można było w ogóle rozpocząć zajęć. Z kolei koledzy ze Słowenii, gdzie pilotaż przeprowadzono na początek w kilku szkołach, zwracali mi uwagę, że od strony technicznej pamiętać trzeba nie tylko o wyposażeniu każdego ucznia w przenośny komputer lub tablet. Niezmiernie ważne są także szczegóły, takie jak odpowiednia ilość ładowarek czy gniazdek elektrycznych w każdej klasie. Trzeba pamiętać też o zapasowych komputerach, zwłaszcza jeżeli uczniowie mają zabierać swój sprzęt do domu.*

terowy są szkoły niejednego miasteczka powiatowego niż wojewódzkiego Poznania. Innym problemem mogą też być kwestie finansowe, niektóre gminy mogą mieć problemy ze zdobyciem pieniędzy na modernizację szkół. Tu z pewnością będzie potrzebne wsparcie budżetów lokalnych przez rząd.

### Nauczyciele a cyfryzacja

Zupełnie inną kwestią jest poziom kompetencji nauczycieli w dziedzinie IT i ich podejście do nowinek technologicznych w nauczaniu. Zapowiadając program pilotażowy w zakresie cyfryzacji szkół, zarówno minister Boni, jak i minister Szumilas mówili, że odrębnym elementem całego tego procesu będzie szkolenie nauczycieli. Zdają oni sobie sprawę z tego, że współczesne uczelnie pedagogiczne takich umiejętności nie dają, a starsze pokolenie może na dodatek podchodzić do tematu z pewną rezerwą. **Dlatego zanim placówki oświatowe zostaną wyposażone w sprzęt i oprogramowanie, potrzebny jest przemyślany program szkoleniowy.** Jestem pewien, że nauczyciele odbiorą go jako szansę dla siebie i się w niego zaangażują. Konstruując plan cyfryzacji, trzeba na pierwszym miejscu umieścić szkolenia nauczycieli.

### W cyfryzacji szkół wyprzedza nas Słowenia

Na przykładach krajów europejskich, takich jak Hiszpania, Portugalia, Holandia czy dwumilionowa Słowenia, można stwierdzić, że proces cyfryzacji szkół wymaga dużego wysiłku i nakładów finansowych. Jednak konsekwentnie realizowany może dać bardzo pozytywne efekty,

również w nauczaniu najmłodszych. W Słowenii, a konkretnie w dwóch szkołach podstawowych stołecznej Lublany, rozpoczęto kilka miesięcy temu program pilotażowy platformy edukacyjnej dla najmłodszych uczniów. Program zakłada, że uczniowie otrzymują w szkole drukowane zeszyty ćwiczeń (w Słowenii podręczniki kupuje od wydawcy, a następnie przez trzy lata udostępnia uczniom tzw. Fundusz Szkolny). Z papierowych ćwiczeń nie zrezygnowano, bo przecież najmłodszy muszą rozwijać zdolności manualne: pisać, wycinać, kolorować i naklejać. Jednak podręczniki zastąpiono platformą edukacyjną, do której uczniowie mają dostęp w czasie lekcji (znowu za sprawą Funduszu Szkolnego), ale także w domu – jeżeli rodzice wykupią dodatkowy abonament na ćwiczenia rozwijające i utrwalające.

Korzystanie z platformy edukacyjnej traktowanej jako „podręcznik on-line” dla wszystkich uczniów spowodowało, że w ramach komputeryzacji placówek pomyślano o tablicy interaktywnej do każdej sali lekcyjnej oraz o tablecie dla każdego ucznia. Dzieci mają tablety na ławkach i dzięki nim poruszają się

w świecie nauki kreowanym przez dwie pszczołki o imionach Lili oraz Bine. Natomiast biorąc aktywny udział w lekcji (notabene prowadzonej przez dwie nauczycielki: jedna koncentruje się na asystowaniu pojedynczym uczniom w korzystaniu z platformy, druga prowadzi zajęcia na forum całej klasy), uczniowie podchodzą do tablicy interaktywnej (whiteboard) umieszczonej z przodu sali i wykonują ćwiczenia, mówiąc, a równocześnie rysując i stawiając znaki na tablicy.

Wizytowałem taką lekcję w zaledwie trzecim miesiącu trwania eksperymentu, ale nauczycielki mogły już powiedzieć, że uczniów w zasadzie nie trzeba było oswajać ze sprzętem, a ilość trudności technicznych napotykanych przez dzieci była minimalna. Z kolei one same chwaliły sobie szkolenie, które przeszły, zanim rozpoczęły pracę z nowoczesnymi technologiami, oraz fakt, że mogą pracować w duecie.

### Jak „Cyfrowa szkoła” wpłynie na rynek wydawniczy?

Reasumując: wyposażenie szkół w odpowiedniej jakości sprzęt i dopasowanie go do przemyślanego procesu informatyzacji nauczania na danym etapie edukacyjnym to nieodłączne aspekty tego zagadnienia. Życzę nam wszystkim, aby twórcy polskiego programu pilotażowego pamiętali zarówno o odpowiednich do wieku ucznia technologiach informacyjnych, sprzęcie komputerowym, jak i o oprogramowaniu edukacyjnym: e-podręcznikach i platformach edukacyjnych.

**Robert Kuc**

Redaktor naczelny Wydawnictwa Klett

*Jako wydawca chciałbym zwrócić jeszcze uwagę na konieczność stworzenia takich regulacji prawnych, by wszystkie wydawnictwa, które czują się na siłach, mogły opracować i zaoferować szkołom odpowiednie oprogramowanie edukacyjne – podręczniki elektroniczne i materiały uzupełniające. Nie wolno nam popełnić błędu Norwegów. Tamtejszy rząd stworzył system monopolu państwowego w dziedzinie podręczników elektronicznych i w praktyce wyrugował wydawców edukacyjnych. Dziś pojawiają się w Norwegii głosy, że warto byłoby wycofać się z tego kosztownego eksperymentu, póki jeszcze wydawnictwa nie przestały istnieć. Nie wchodźmy na tę drogę choćby z powodów czysto finansowych. Budżet Norwegii mógł sobie na taki błąd pozwolić, budżet naszego państwa z pewnością nie.*

# Wprowadzenie e-podręczników może okazać się klapą

**Stworzenie i wprowadzenie do szkół e-podręczników to jedno z głównych założeń programu „Cyfrowa szkoła”. Prace nad nimi mają kosztować 45 mln zł. Redaktor naczelny Wydawnictwa Klett bierze pod lupę tę inicjatywę i mówi o potencjalnych zagrożeniach związanych z jej realizacją.**

Robert Kuc

**E**-booki oraz urządzenia do ich wyświetlania mają wiele zalet. Na czytnikach można przechowywać setki, a nawet tysiące tytułów i sięgać po nie, czyli odtwarzać w trybie off-line, w dowolnym momencie. Ponieważ czytnik można kupić już za około 500 zł, a e-booki są przeważnie tańsze od książek papierowych, wydawałoby się, że popularność formatu elektronicznego będzie ogromna, przynajmniej wśród młodszego pokolenia. Tymczasem szacuje się, że polski rynek e-booków w roku 2011 stanowił około 0,5% całego rynku wydawniczego (w USA – 10%), a czytelnicy mogli wybierać spośród zaledwie około 5000 oryginalnych tytułów w języku polskim, z czego mniej niż połowę stanowiły publikacje w formacie EPUB. Dla porównania warto dodać, że papierowych nowości wydawniczych jest w Polsce każdego roku około 30 000. Jestem jednak przekonany, że popularność e-książek będzie wzrastać lawinowo.

Pomimo powszechnej ekscytacji tabletami, których w roku 2011 sprzedano w Polsce 90 000, a na rok 2012 prognozuje się sprzedaż 270 000, moim cichym faworytem jest technologia kolorowego e-papieru. Pod koniec roku 2011 w USA rozpoczęto sprzedaż czytnika Jetbook Color firmy Ectaco z dotykowym wyświetlaczem w technologii kolorowego e-papieru. Kolorowy (jak tablety, ale w odróżnieniu od nich nie męczy wzroku) e-papier to według mnie początek rewolucji, która zdynamizuje sprzedaż e-booków i e-gazet. Co więcej, Jetbook został skonstruowany jako narzę-

*Mówiąc o e-podręcznikach, nie należy mylić procesu komputeryzacji (wyposażenia w sprzęt o odpowiednich parametrach technicznych i użytkowych) z cyfryzacją procesu nauczania. Trzeba też unikać zachłystywania się techniką i umniejszania roli merytorycznej zawartości e-podręczników. W końcu technologie informacyjno-komunikacyjne nie są sztuką dla sztuki, ale narzędziem służącym nauczaniu. Odnoszę wrażenie, że rola wydawców edukacyjnych została w planach ministerialnych niedoceniona, a drugim skutkiem ubocznym procesu cyfryzacji polskiej szkoły może się okazać obniżenie merytorycznego poziomu materiałów dydaktycznych.*

dzie dla edukacji, wyposażono go więc w liczne aplikacje wspierające proces uczenia się i nauczania.

W ten sposób pozwolę sobie przejść do tematu e-podręczników. Wprawdzie Ministerstwo Edukacji Narodowej nie zdefiniowało jeszcze dokładnie formatu i funkcjonalności takich podręczników, ale już od końca marca 2012 roku wraz z Ministerstwem Administracji i Cyfryzacji prowadzi pilotaż programu „Cyfrowa szkoła”, którego częścią jest cyfrowy podręcznik rozumiany jako materiały edukacyjne dostępne na platformie internetowej. Prace nad e-podręcznikami dla prawie całego systemu szkolnego w Polsce zostały zaplanowane na okres od kwietnia 2012 roku do czerwca 2015 roku. **Niestety, moim zdaniem kwota, która ma zostać przeznaczona na ten cel, a mianowicie 45 mln zł (w tym niecałe 7 mln zł z budżetu państwa), to stanowczo za mało, by projekt ten mógł spełnić pokładane w nim nadzieje związane z dokonaniem „przełomu cywilizacyjnego” w edukacji.**

Proces cyfryzacji oraz związanej z nim komputeryzacji ruszył i moim zdaniem nic go nie zatrzyma. Ważne, aby nie przyniósł on niepożądanych skutków ubocznych. Jednym z nich może okazać się wpływ sprzętu komputerowego na zdrowie, a zwłaszcza na wzrok uczniów.

Na etapie pilotażu projektu „Cyfrowa szkoła” uczestniczące w nim jednostki oświatowe określają zapotrzebowanie na sprzęt, który będzie dla nich zakupiony częściowo także za pieniądze z budżetów władz lokalnych. **Obawiam się, że przy wspomnianym braku definicji samych e-podręczników sprzęt ten może nie spełniać wymagań, jakie postawi przed nim rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnej.** Przede wszystkim jednak wyposażenie szkół w laptopy i (rzadziej) tablety spowoduje narażenie uczniów na problemy ze wzrokiem. Zdecydowanie bezpieczniejsze dla młodych ludzi, którzy będą pewnie korzystać ze sprzętu komputerowego wiele godzin dziennie, byłoby urządzenia stosujące technologię e-papieru. To prawda, że wspomniany wcześniej Jetbook Color kosztuje około 400 dolarów i daje gorszą kolorystykę obrazu niż laptop. Jednak po pierwsze urządzenia tego rodzaju wkrótce stanowią jak każda nowinka techniczna, a po drugie technologia będzie doskonała (wystarczy porównać iPada 1 z iPadem 3 pod względem jakości wyświetlacza). Co do kosztów zaś – przeprowadzany na masową skalę projekt rządowy daje możliwość obniżania cen sprzętu dzięki przetargom.

Robert Kuc

Redaktor naczelny Wydawnictwa Klett



# Biologią można zaciekawić każdego

**Biologia z natury swych treści jest ciekawa i wywołuje dobre emocje, które są elementem uczenia się i chodzenia do szkoły. Niektórych jednak irytuje i mówią, że jest nudna. Jak zaciekawić uczniów tematem, zadaniem? Jak ich zaskoczyć, wywołać zdziwienie, skoncentrować, zaintrygować, podnieść stan myślenia i aktywności? Ciekawość to pierwszy próg do zainteresowań mocnego motywatora uczenia się.**

Julian Piotr Sawiński

## 1. Biologia jest atrakcyjna

Biologia jest atrakcyjna – mówią biolodzy i wielu tych, którzy interesują się zjawiskami życia na Ziemi. Na początku swej zawodowej kariery nauczyciela biologii i geografii trudno mi było zrozumieć różny uczniowski zapach do biologii. Myślałem, że skoro tak wiele o niej wiem i tak wiele rozumiem, sporo umiem i pokazuję im swoje zainteresowania i zamiłowanie do biologii oraz serce, to wszyscy, a przynajmniej przeważająca większość uczniów, powinni się zainteresować biologią, a może nawet nią zachwycić. W praktyce było inaczej. Potem zrozumiałem, że przecież nie każdy może lub powinien być biologiem.

Biologiczne treści kształcenia proponowane uczniom w gimnazjum faktycznie wydają się atrakcyjne. Sprzyjają rozbudzaniu i podtrzymywaniu ludzkiej ciekawości i rozwojowi biologicznych czy przyrodniczych zainteresowań oraz zamiłowań (pasji). Chodzi jednak o to, aby to sami uczniowie uznali dane treści kształcenia za atrakcyjne dla nich. Wiele biologicznych tematów zawiera treści dotyczące rozrodu i rozwoju różnych organizmów oraz przyrodnicze osobliwości. Te seksualne tematy były i są ciekawe dla gimnazjalistów. Można nimi dość łatwo zaintrygować uczniów.

Badawczy charakter biologicznej edukacji także ma znaczenie. Budzi niepokój, zaciekawienie i zainteresowania, ale czy taka edukacja jest atrakcyjna dla większości uczniów gimnazjum i liceum? Czy jest atrakcją dla uczniów? Dla wielu jest źródłem dobrych emocji, wrażeń, ciekawych spostrzeżeń, a może także spełnia ich oczekiwania. Myśląc jednak o lepszej szkole, warto zapytać: *Czy szkolna edukacja może być atrakcyjna?*<sup>1</sup> Problem ma zasadnicze znaczenie dla efektów szkolnego uczenia się oraz jakości i skuteczności edukacji. Biologia szkolna, tj. przede wszystkim lekcje i biologiczne (ekologiczne) zajęcia pozalekcyjne, jak wcześniej wspomniane, budzi u wielu uczniów spore zaciekawienie i aktywność, ale mimo to efekty uczenia się biologii są różne.

## 2. Biologiczne treści sprzyjają zachęcaniu

Biologiczne uczenie się i nauczanie wymaga, jak każde inne, skutecznego motywowania uczniów do wysiłku i pracy. Nauczyciele podczas różnych rozmów i konsultacji często pytają o różne problemy oraz strategie i techniki motywowania uczniów do uczenia się i pracy nad sobą. Jest ono jednym z ważniejszych aktualnych problemów nauczycieli biologii i przyrody. Warto więc pytać: *Jak lepiej motywować do uczenia się biologii?* oraz oczywiście poszukiwać nowych twórczych rozwiązań i skutecznych sposobów

motywowania. Warto motywować też samych nauczycieli, szczególnie do szkolnych innowacji, bo to one zmieniają edukację i szkołę.

Motywowanie do lepszej pracy, wysiłku czy podjęcia i opracowania ciekawej innowacji i zabiegania o wysoką skuteczność biologicznej edukacji jest ważne dla samych uczniów. Nauczyciele pragnący osiągać wysoką skuteczność edukacji pytają o strategie i techniki zachęcania, zaciekawienia, koncentrowania uwagi, mobilizowania do pracy itp. Pytaniem ważnym jest też, czy i jak zaciekawić oraz zaintrygować uczniów, którzy nie deklarują zainteresowania biologią.

Bardzo ważnym problemem jest myślenie i budowanie edukacji ciekawej, fascynującej, porywającej dla uczących się, tak by naprawdę budziła ciekawość i chęć poznawania, myślenia, kombinowania i uczenia się. Trzeba w tym temacie odpowiedzieć sobie na poniższe pytania:

- Co zrobić, żeby uczniowie chcieli uczyć się biologii?
- Jak ciekawie i motywująco zorganizować uczenie się biologicznych treści?
- Jak zaciekawić tematem lekcji i rozwijać zainteresowania biologiczne uczniów?
- Jak skutecznie zachęcić do szkolnego uczenia się biologii i pracy nad sobą?

## 3. Biologiczna wiedza o ludzkim mózgu

Biologia człowieka determinuje nasze zachowanie, które w dużej mierze zależy od kondycji i funkcjonowania naszego mózgu. On jest w nas najważniejszy – to przecież wiadomo, ale czy wiadomo, na czym polega uczenie się? Jeśli to wiadomo, to szkoła powinna znacznie więcej uwagi poświęcać poznawaniu wiedzy z neurobiologii i antropologii oraz nabywaniu umiejętności wywierania wpływu na mózg. To mózg widzi, słyszy, kojarzy, myśli, zapamiętuje itp. Zachowanie się ucznia także zależy od funkcjonowania jego mózgu. Edukacja kieruje się: *W stronę neurodydaktyki*<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> J.P. Sawiński, Czy szkolna edukacja może być atrakcyjna?, „Problemy Opiekuńczo-Wychowawcze” 2012, nr 4, s. 37–40.

<sup>2</sup> J.P. Sawiński, W stronę neurodydaktyki, Edunews. pl z 14.03.2012.

Warto to rozważyć i się do niej przygotować!

Bardzo intrygującym zagadnieniem jest zaciekawianie ludzi czymś, np. tematem, zadaniem czy wykonaniem projektu. Można w tym celu zaintrygować czymś uczniów. Jak to może mieć znaczenie dla nauczycieli i ich motywowania uczniów? Oto ukazał się intrygujący artykuł dr Marzeny Żylińskiej o równie intrygującym tytule: **Zaintrygować uczniów**<sup>3</sup>. Autorka napisała w nim: (...) *Ich mózgi to nie maszyny, które włączają się po wciśnięciu odpowiedniego guzika. Co zrobić, by chciały pracować? Jak uruchomić ich potencjał? Jak skierować uwagę na wybrane zagadnienia? Dzięki neurobiologom wiadomo, że aby człowiek mógł się uczyć, jego neurony muszą uwolnić mieszaninę neuroprzekaźników i neuropeptydów. Wtedy mózg wprowadzony zostaje w stan gotowości do nauki. Bez owych substancji chemicznych nauka nie jest możliwa.*

Bardzo ważnym, ciekawym i dość nowym zadaniem nauczycieli jest zrozumienie funkcjonowania ludzkiego mózgu i podstaw neurobiologii oraz korzystającej z osiągnięć neurodydaktyki, lepsze organizowanie uczenia się biologii i przyrody oraz skuteczne motywowanie uczniów do nauki.

#### 4. Bardzo ważna jest ciekawość

Biologia budzi ciekawość, która jest naturalną cechą ludzi i innych naczelnych. Budzi dobre emocje i pozwala przeżyć niejedną przygodę. Zachęcanie do uczenia się, pracy, wysiłku jest ważne i potrzebne. Warto rozumieć, jak to zrobić skutecznie. *Oczekiwanie niektórych nauczycieli – napisała Marzena Żylińska – że już po podaniu tematu uczniowie będą gotowi do nauki, jest przejawem braku wiedzy na temat przebiegu procesów uczenia się.* Ludzkiego mózgu nie można zmusić do nauki, ale można i należy go do niej zachęcać, tworząc stymulujące środowisko. O takie stymulujące warunki w klasie przecież chodzi.

Budzenie ciekawości dotyczy uczniów opornych i zniechęco-



Skupienie, obserwacja, myślenie – eksperymentowanie. Oto, czego potrzebuje edukacja! (fot. A. Paczkowski)

nych. To dziwne, że będąc nastolatkiem, można być czymś znudonym. Nie należy narzucać uczniom czy popychać ich do uczenia się, a raczej inteligentnie stymulować, inicjować i aktywizować ich uwagę we właściwym kierunku. Każdy z nas, nauczycieli, zastanawiał się nad **istotą, sensem i przebiegiem uczenia się** jako zmiany zasobów wiedzy, nabywania osobistych doświadczeń oraz doskonalenia się. Mówiąc uczniom o uczeniu się, warto wskazywać sedno i znaczenie samodzielnego dochodzenia do wiedzy i biologicznych umiejętności oraz potrzebę zbliżenia się do wysokiej sprawności, a może i doskonałości. Różne są uczniowskie i nauczycielskie problemy związane z uczeniem się. Ważne wśród nich są te, które inspirują i motywują do czegoś, czynniki wpływające na powstawanie, rozwijanie się czy pogłębianie motywów ludzkiego działania oraz to, co nas wzmacnia, zachęca, stymuluje do działania, czyli **co nas uskrzydla**. Tymczasem prawdą jest to, że aby zajmować się tymi problemami, trzeba odpowiedzieć sobie na te pytania, a szczególnie na te, które dotyczą sposobów uczenia się, doskonalenia i pracy nad swoim rozwojem. Ponadto trzeba rozmawiać z uczniami: **O radości uczenia i pracy nad sobą**<sup>4</sup>.

Bezcenne jest wywoływanie **u ucznia radości uczenia się biologii**, które skutkuje dobrymi wynikami. Warto rozumieć, jakie warunki uczenia się w szkole i domu

sprzyjają odczuwaniu radości uczenia się. Z wielu edukacyjnych względów jest pożądane, aby uwarżliwiać nauczycieli na to, że ważnym zadaniem każdego współczesnego nauczyciela i wychowawcy jest zrozumienie negatywnych skutków rygorystyki i stosowania przymusu w uczeniu, wychowaniu czy motywowaniu do wysiłku. Spontaniczne i kreatywne myślenie jest dziś w cenie.

#### 5. Burzyć dydaktyczne schematy

Bardzo dobrze pamiętam wiele swoich lekcji biologii. Często zaczynały się dla uczniów intrygująco. Chodziło o wywołanie zdziwienia. Zaczynałem je od podania tematu – problemu. Pytałem, jakie oczekiwania co do tego tematu mają uczniowie. Zwykle nic lub niewiele mówią, ale jeśli np. w temacie *Budowa i życie pająków* oczekują czegoś innego, niż przewiduje standard tematu, to reaguję na ich oczekiwania. Przecież skonkretyzowane oczekiwanie wzmacnia pozytywne nastawienie i budzi zaciekawienie zagadnieniem. To one koncentrują zmysły, uwagę i myśli.

Biologiczne kompetencje kluczowe uczniów są dziś uznane za najważniejszą ideę i priorytetowy cel współczesnej edukacji. Są to te ważne, złożone umiejętności, które mają osobisty aspekt oraz umożliwiają uczniom sprawne funkcjonowanie w zmieniającym się dynamicznie świecie. Stały się one szczególnie ważne w związku z postępującą globalizacją, demokracją życia i rozwojem nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK). Nowe i trudne wyzwania wymagają od nas, nauczycieli biologii i przyrody, akcentowania spraw humanistycznych i kompetencyjnych w edukacji, czyli:

- akcentowania w edukacji uczenia się – tu biologii;
- promowania samodzielności ucznia i znaczenia ludzkich dążeń do samorealizacji;
- wyniesienia na piedestał osobistego rozwoju człowieka;

<sup>3</sup> M. Żylińska, *Zaintrygować uczniów*, Edunews. pl z 24.05.2012.

<sup>4</sup> J.P. Sawiński, *O radości uczenia i pracy nad sobą*, „Dyrektor Szkoły” 2008, nr 2, s. 50–51.



- ukazywania sensu bycia aktywnym w grupie, we wspólnocie;
- potrzeby wykorzystywania TIK w edukacji;
- podkreślania ważności społecznych relacji między uczniami i szacunku dla ludzi.

Trzeba dziś burzyć proponowane przez dotychczasową dydaktykę (sam jestem i czuję się dydaktykiem biologii) dydaktyczne schematy, np. dotyczące struktury lekcji biologii i przyrody. W celu kształtowania kluczowych kompetencji uczniów oczekuje się od nauczycieli, aby zmienili nawet strukturę lekcji biologii. Przykładowo dr Andrzej Laskowski w artykule pt. *Dziwienie się i pytanie. Zaniedbany w edukacji obszar aktywności poznawczej dzieci*<sup>5</sup> uznał, że lekcja powinna zawierać następujące etapy: **zaangażowanie, badanie, przekształcanie, prezentacja i refleksja**. Autor także przypomina, że: (...) *wszystko to zakłada, że każdy uczeń musi być podmiotem aktywnym, ciągle zajęтым i badającym rzeczywistość. Intensywna aktywność dziecka przejawiająca się w formie zabawy, nauki i pracy musi powodować rozwój jego uczuć poznawczych – ciekawości poznawczej, zainteresowań oraz uczuć wartościujących, odnoszących się do samego siebie jako podmiotu działania i uczestnika społecznych kontaktów*. Warto ten problem przemyśleć i rozwiązać!

## 6. Bardzo dobry nauczyciel

Bardzo dobry nauczyciel, czyli ten lepszy od dobrego, dobrze rozumie, że poznawcze zainteresowanie i zamiłowanie do czegoś, silne, rozwinięte i względnie trwałe jest najmocniejszą motywacją. Uczniów faktycznie, głęboko zainteresowanych tematem, zagadnieniem czy przedmiotem nauczania w zasadzie już nie trzeba motywować, bo są zmotywowani do wysiłku i pracy. Decydenci oświatowi powinni zrozumieć, że w uczeniu się treści poszczególnych przedmiotów najważniejszy jest rozwój zainteresowań. Krótko mówiąc: **Po pierwsze: rozwój zainteresowań**<sup>6</sup>.

Faktycznie, jak wskazuje dr Marzena Żylińska<sup>7</sup>: *Jedną z najpotężniejszych sił, jakie nami kierują, jest ciekawość. Wszyscy chcemy zrozumieć otaczający nas świat i reagujemy zaciekawieniem na nowości, niezrozumiałe, zaskakujące i niewyjaśnione zjawiska. Dlaczego dzisiejsza szkoła nie chce wykorzystać tych niezwykle efektywnych mechanizmów, w które wszystkich ludzi wyposażyla natura? Dlaczego przyjęto, że od ciekawości skuteczniejsza będzie kontrola?*

Bystry obserwator łatwo dostrzeże, że w tych słowach jest głęboki sens i przesłanie do nauczycieli, iż zaciekawienie czy zainteresowanie biologią nie wzrośnie wśród młodzieży, jeśli nadal w edukacji **kontrola będzie ważniejsza od ciekawości**. To ona, nieprzeciętnie ważna cecha, wywołuje dobre, pozytywne emocje i uczucia, które podnoszą mózgowie napięcie zwane motywacją. Ma to zastosowanie także w pracy z młodzieżą, bo cierpliwość, wyrozumiałość i życzliwość warto łączyć z konsekwencją i stawianiem wysokich wymagań. To sekret i **sedno dydaktycznej sztuki**. Nie ma przecież dobrej (bardzo dobrej) edukacji (szkoły, nauczyciela) bez wysokich wymagań. Zadaniem podstawowym nauczycieli jest zaciekawienie tematem lekcji (zadaniem) oraz zrozumienie negatywnych skutków nadmiaru kontroli w uczeniu się i motywowaniu uczniów do uczenia się biologii czy przyrody.

## 7. Być nauczycielem ciekawym i zadziwiającym

Barierą dla postępu obecnej edukacji jest kurczowe trzymanie się prymatu wiadomości nad kompetencjami, co jaskrawo widać w zadaniach maturalnych. Odpowiedzią otoczenia na to jest wręcz totalna jej krytyka w mediach, która z drugiej strony sprzyja myśleniu o zmianach programowych i skuteczności edukacji oraz o zasadniczej zmianie jej filozofii. Wysokich wyników nie uzyska się bez wysokiej aktywności uczących się. Zaintrygowanie

uczniów było przez mnie stosowane od dawna. Ono dobrze podnosi aktywność. Można to zrobić różnie, ale mówiąc uczniom i patrząc im prosto w oczy, obserwuje się ich reakcje i gesty.

Postaci zaciekawiania i zadziwiania uczniów są różne. Służą temu przede wszystkim:

- stawianie otwartych pytań (np. co się stanie, gdy mucha wpadnie w sieć pająka?);
- zaskakiwanie uczniów nowymi, niesamowitymi informacjami (np. urodziła się dziewczynka, która nie miała jednej półkuli mózgu);
- nagłe przerwanie toku lekcji, podejście uczniów do okna, bo na szkolnym boisku jest stado krukowatych;
- zaczynanie lekcji „od środka”, łąjąc utarte dydaktyczne schematy jednostki metodycznej (np. nie podając tematu na początku lekcji, zaczyna się ją od obserwacji anatomicznej budowy muchy lub rozwiązywania tematycznej krzyżówki – logogryfu).

Błędem obecnej edukacji jest koncentrowanie się w dalszym ciągu na zdobywaniu i sprawdzaniu wiedzy zamiast na budzeniu i rozwijaniu myślenia uczniów oraz ich motywacji, a biologia daje ku temu ogromne szanse. Trzeba budować edukację, szkołę jako „akademię myślenia”. W tym zakresie, tj. w dobrym kierunku, działa np. **Stowarzyszenie Twórcze i Edukacyjne Wyspa**. Marian Chwastniewski, jego założyciel, od lat współpracuje z nauczycielami, którzy chcą rozwijać u swoich uczniów myślenie. Cel ambitny i wspaniały. Właśnie uczenie myślenia, a nie suchych faktów powinno być jednym z najważniejszych celów współczesnej edukacji. Założenia i zadania piękne, tylko wspierać.

## 8. By skutecznie zaintrygować uczniów

Beznadziejne nauczanie wywołuje złe, negatywne emocje. Dotychczasowy styl nauczania biolo-

<sup>5</sup> A. Laskowski, *Dziwienie się i pytanie. Zaniedbany w edukacji obszar aktywności poznawczej dzieci (część I)*, „Informator Oświatowy” 2012, nr 2, s. 14–17.

<sup>6</sup> J.P. Sawiński, *Po pierwsze: rozwój zainteresowań*, Edunews. pl z 8.02.2010.

<sup>7</sup> M. Żylińska, *Zaintrygować uczniów*, dz. cyt.

gii, w szczególności w szkołach ponadgimnazjalnych, sprzyja im i rodzi rozmaite emocje i opinie oraz ostrą, często uzasadnioną krytykę szkoły. Biologiczna edukacja wykorzystuje różnorodne strategie, metody pracy i formy organizacyjne nauczania oraz techniki wywierania wpływu na uczniów, które budzą różne emocje. Sugeruje też zastosowanie techniki zaintrygowania uczniów. Sam termin *zaintrygowanie kogoś czymś* pachnie intrygą, ale to po prostu znaczy tyle, co:

- pobudzić czyjąś ciekawość;
- zainteresować kogoś samym sobą;
- zaciekawić tematem, wydarzeniem, problemem...;
- pokrzyżować komuś zamiary;
- zaskoczyć kogoś czymś, np. informacją lub sposobem działania<sup>8</sup> – oraz oczywiście wywołać silne emocje, mózgowie napięcie potrzebne do skupienia się.

Biologiczna edukacja wykorzystuje różnorodne zadania i działania. Nauczycielskie słowa, gesty, zadania, przykłady... wywołują u uczniów różne emocje i skutek. Warto rozważyć, w jaki sposób mocniej oddziaływać na uczniowski skupienie, koncentrację uwagi i nastawienie do pracy. Zaintrygowanie nie jest pojęciem jednoznaczny, bo kojarzy się nie tylko z intrygą, ale także z podstępem, którego synonimem jest: *knowanie, matactwo, machinacja, intrygowanie*. *Uniwersalny słownik języka polskiego* wskazuje, że można *snuć intrygę, snuć sieć intryg*<sup>9</sup>. Natomiast sam termin *intryga* znaczy tyle, co:

- chytre, podstępne działanie, zwykle przez wzajemne skłócanie jakichś osób, zmierzające do osiągnięcia jakiegoś celu;
- w utworach fabularnych, zwykle w dramacie, intryga oznacza: zbieg okoliczności lub umyślne działanie postaci, wywołujące konflikt i prowadzące do zmiany kierunku akcji<sup>10</sup>.

Biologia szkolna (wówczas przyroda) jako jedna z pierwszych już 100 lat temu stosowała elemen-

ty problemowego nauczania i uczenia się, co zwykle niesie bardzo **emocjonujące wrażenia**. Ważnym i aktualnym wyzwaniem dla każdego ucznia i nauczyciela są zadania problemowe, czyli takie, w którym nie ma jednej dobrej odpowiedzi i trzeba najpierw pokonać wiele trudności, aby dojść do celu. Warto przypomnieć sobie zasady problemowego uczenia się, bo one są ustawicznie ważne i skuteczne.

## 9. Bogactwo fantastycznych emocji i spostrzeżeń

*Bogactwem człowieka jest wyobraźnia i fantazja. Miały one większe znaczenie w moim życiu niż wiedza* – powiedział Albert Einstein. A może podobnie jest z obecnymi uczniami? Fantazjowanie dzieci jest znane i wykorzystywane raczej w przedszkolu. Czy jednak uczniowie wyższych klas nie mają prawa wyzwać wyobraźni i fantazjować? To **budzi żywe zaciekawienie**, które jest pierwszym krokiem do skupienia uwagi i ważnym progiem w rozwoju zainteresowania poznawczego. To właśnie ono jest najmocniejszym motywatorem naszego poznawania, uczenia się i umacniania pozytywnej motywacji. Jedną z potężnych sił, jakie nami – i innymi naczelnymi – kierują, jest ciekawość. Wydaje się, że młodzi ludzie ze swej biologicznej natury pragną i chcą wiedzieć oraz wykonywać różne czynności i przeżywać pozytywne emocje z nimi związane. Choć wiadomo, że nie wszyscy są w stanie zrozumieć złożone układy, współzależności, biologiczne procesy czy zjawiska.

Brak pozytywnej motywacji lub jej niski poziom jest prawdziwą bolączką obecnej edukacji. Obserwują to nawet nauczyciele klas młodszych. Wydaje się, że receptą na niską motywację uczniów może być nasza umiejętność zaciekawiania tematem, zaintrygowania, zafascynowania uczniów zadaniem czy lekcją, aby wywołać prawdziwe zdziwienie. To z pewnością umacnia zainteresowanie poznawcze,

które bywa mocne, względnie trwałe i dopiero rozwinięte ma motywujące znaczenie. Zaczyna się pojawiać, a potem rozwijać od ciekawości. Jeśli nie wszyscy, to z pewnością znaczna większość chce zrozumieć otaczający nas świat przyrody i ludzi oraz reaguje zaciekawieniem na nowości, innowacje, niezrozumiałe, zaskakujące i niewyjaśnione zjawiska.

W naszym zawodzie bez porównania ważniejsza niż omawianie, wykładanie materiału nauczania jest **umiejętność zaciekawiania i zdziwiania** uczniów. Dobrze jest rozumieć, że punktem wyjścia lekcji, podjęcia zadania jest właśnie zaciekawienie i zdziwienie się. Zdaniem reformatorów edukacji powinna być przede wszystkim reforma systemu sprawdzania i oceniania szkolnych osiągnięć uczniów, bo to on mocno determinuje styl pracy nauczycieli i szkoły. Czas wyrzucić z tego systemu zadania testowe oparte na systemie zero-jedynkowego klucza. Na tę potrzebę wskazała także dr Marzena Żylińska w ciekawym artykule pt. *Zapętłona szkoła*<sup>11</sup>. Podkreśliła w nim, że trzeba się zastanowić, czego uczą się uczniowie, rozwiązując latami zadania, które wymagają zaznaczenia jednej poprawnej odpowiedzi. Oczywiście uczą się rozwiązywać takie właśnie testy, nie zaś potrzebnego myślenia racjonalnego, kreatywnego i alternatywnego. Warto rozumieć pozytywną, wielką siłę ludzkich zainteresowań w motywowaniu uczniów do uczenia się i pracy nad sobą.

**Na koniec wnioszek:** jeśli faktycznie to właśnie ludzka ciekawość poznawcza i zdziwienie się motywują i pobudzają do kierunkowej aktywności, to naszą ważną, kluczową i wymaganą kompetencją powinno być **skuteczne wywoływanie i podtrzymywanie uczniowskiego zaciekawiania i poznawczej aktywności**.

dr Julian Piotr Sawiński

Nauczyciel biologii, konsultant CEN w Koszalinie

<sup>8</sup> T. Karpowicz, *Słownik ortograficzny języka polskiego*, Wydawnictwo „Muza”, Warszawa 2006.

<sup>9</sup> *Uniwersalny słownik języka polskiego*, pod red. S. Dubisza, PWN, Warszawa 2012.

<sup>10</sup> www.wikislownik.pl

<sup>11</sup> M. Żylińska, *Zapętłona szkoła*, Edunews.pl z 20.03.2012.



Dekada dla rozwoju zrównoważonego

# Użytek ekologiczny

## jako forma zachowania różnorodności krajobrazów rolniczych

Stanisław Makara

*Cenny nie zawsze znaczący  
opłaczalny.*

### Wartość polskiej przyrody zawarta w krajobrazie rolniczym

Człowiek od zarania swoich dziejów użytkował i zmieniał przyrodę. We wczesnym okresie swego rozwoju pozostawione przez niego ślady działalności zacierają się sama przyroda w ramach obiegu materii. Rolnik uprawiający ziemię pełnił jednocześnie funkcję gospodarza ziemi, którą uprawiał. Wraz z rozwojem rolnictwa i postępującym zaludnieniem Ziemi zmieniały się sposoby wykorzystania zasobów przyrody, także ziemi. Rozwój cywilizacyjny spowodował, że działalność człowieka stała się coraz bardziej destrukcyjna, a mechanizmy renaturyzacji tkwiące w ekosystemach nie pozwalały na cofnięcie niekorzystnych zmian. Rolnicy dokonywali również zmian w środowisku, które miały na celu poprawę warunków uprawy roślin (melioracje, osuszanie). Wiele tego typu zabiegów wpływało ujemnie na przyrodę.

Rozwój społeczeństwa wiąże się od wieków ze zmianami w krajobrazie. Najmniej zmienione pozostają tereny na obszarach rolniczych. W Polsce, podobnie jak w Europie, połowa zasobów przyrody jest powiązana z krajobrazem rolniczym. W porównaniu z krajami Europy Zachodniej polski krajobraz rolniczy charakteryzuje się wielką różnorodnością. Szczególnie północno-wschodnią część kraju cechuje bogactwo walorów przyrodniczych dzięki rolnictwu współpracującemu z siłami przyrody. Krajobraz rolniczy Polski to mozaika niezbyt dużych pól z uprawami róż-

nych gatunków roślin, poprzecinanych miedzami, zadrzewieniami śródpolnymi i z innymi elementami krajobrazu, takimi jak:

- drogi polne;
- zarośnięte rowy przydrożne;
- oczka wodne, strumienie;
- pojedyncze krzewy i drzewa;
- parki, lasy;
- ugory;
- półnaturalne łąki.

Różnorodność biotopów obszarów rolniczych sprzyja utrzymaniu różnorodności gatunków zwierząt żyjących na tych terenach. W Europie 150 gatunków ptaków związanych jest w różnym stopniu z krajobrazem rolniczym. Zmiany w krajobrazie rolniczym wiążą się ze spadkiem liczebności wielu gatunków zwierząt. W ciągu ostatnich 30 lat zmalała liczebność co najmniej 24 pospolitych gatunków ptaków związanych z biotopami rolniczymi. W Wielkiej Brytanii o ponad połowę zmniejszyła się populacja skowronków i trznadli, aż o 95% – wróbla mazurka, a o 86% – kuropatwy. Również w Polsce coraz rzadziej spotykamy wiele gatunków ptaków, chociażby wróbla mazurka, które kiedyś były pospolite. Polska ma szansę na uratowanie wielu gatunków flory i fauny przed wyginięciem. Jedną z takich możliwości są użytki ekologiczne wprowadzone jako forma prawnej ochrony obszarów cennych pod względem przyrodniczym w ustawie o ochronie przyrody z 16 października 1991 r. Nowelizacja tej ustawy, wprowadzona 7 grudnia 2000 r. (Dz. U. z 2001 r. nr 3, poz. 21), zmieniła nieco definicję użytku ekologicznego, która obecnie brzmi: **Użytkami ekologicznymi są zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów, mających znaczenie dla zachowania unikatowych**

**zasobów genowych i typów środowisk, jak: naturalne zbiorniki wodne, śródpolne i śródleśne „oczka wodne”, kępy drzew i krzewów, bagna, torfowiska, wydmy, płaty nie użytkowanej roślinności, starorzecza, wychodnie skalne, skarpy, kamieńce oraz stanowiska rzadkich lub chronionych gatunków roślin i zwierząt, w tym miejsca ich sezonowego przebywania lub rozrodu.**

Możliwość tworzenia użytków ekologicznych na terenie gmin pozwala samorządom lokalnym działać w myśl jednej z najbardziej rozpoznawalnych zasad związanych ze zrównoważonym rozwojem: *Myśl globalnie, działaj lokalnie.*

Działania te obejmują m.in. takie etapy:

1. Zasięgnięcie informacji w instytucjach prowadzących rejestr użytków ekologicznych.

Wójt gminy – w ramach porządkowania i uaktualniania informacji o obszarach chronionych na terenie gminy – powinien wystąpić zapytaniem o aktualne informacje na temat użytków ekologicznych (a także innych form ochrony) znajdujących się na terenie gminy do:

- wojewódzkiego konserwatora przyrody;
- starosty;
- nadleśnictwa (administracja Lasów Państwowych może posiadać własny rejestr użytków ekologicznych lub obiektów projektowanych do objęcia tą formą ochrony).

2. Sprawdzenie dokumentacji, w których mogą znajdować się informacje o obiektach typowanych do objęcia ochroną.

W odróżnieniu od innych obszarów chronionych użytki ekologiczne zajmują niewielką powierzchnię

(zazwyczaj od kilku arów do kilku hektarów) oraz obejmują ochroną pozostałości nie tylko środowisk naturalnych (bagienka, małe torfo-

mu wartości. O ile można ocenić wartość różnych produktów przemysłowych lub rolnych, o tyle trudniej ocenić wartość środowiska jako

## Nieużytek rolniczy = użytek ekologiczny

wiska, starorzeczka), ale także pochodzenia antropogenicznego (torfianki, glinianki, ugory, żwirownie).

Równanie to przedstawia przemianę, która doprowadza do przewartościowania określonego środowiska, dokonującą się w duchu filozofii zrównoważonego rozwoju, w myśl zasady: *Cenny nie zawsze znaczy opłacalny*. Nazwa *użytek ekologiczny* oznacza, że obszar tak nazwany jest użyteczny z punktu widzenia ekologa. Tylko ekolog potrafi ocenić wartość środowiska jako zespołu ekosystemów.

### „Edukacja na rzecz zrównoważonego rozwoju”

To odzew na program działań ONZ, który lata 2005–2014 ogłosił Dekadą Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju. Obejmuje ona trzy aspekty: środowiskowy, społeczny i ekonomiczny. Edukacja na rzecz zrównoważonego rozwoju jest takim oddziaływaniem na świadomość (a w konsekwencji na postawy i style życia) ludzi, by społeczeństwo przemysłowe przekształcało się powoli w społeczeństwo zrównoważone, harmonijnie funkcjonujące na wszystkich płaszczyznach, a zwłaszcza kulturowej, gospodarczej, przyrodniczej i społecznej. Powinna ona uwzględniać Deklarację z Rio, której zasada 1 brzmi: *Istoty ludzkie stanowią centrum zainteresowania w procesie trwałego i zrównoważonego rozwoju. Mają prawo do zdrowego i twórczego życia w harmonii z przyrodą*. Deklaracja z Rio stwierdza, że jedyną drogą osiągnięcia wzrostu gospodarczego jest łączenie go z ochroną środowiska. Życie ludzi wiąże się nieustannie z dokonywaniem wyborów, które mają wpływ na środowisko. Dotyczy to nie tylko decyzji pojedynczego człowieka, ale i władz. Ocena skutków wyborów zarówno planowanych, jak i zrealizowanych wiąże się ze stosowaniem określonego syste-

wartości samej w sobie. Kształtowanie umiejętności dokonywania wyborów wiąże się z przedstawieniem właściwej hierarchii wartości. A to wymaga ukazania dwóch typów postaw:

- Postawa prośrodowiskowa – elementy środowiska mają wartość samą w sobie (wartości biocentryczne).
- Postawa egoistyczna – wartość środowiska mierzy się dochodem, jaki można z niego osiągnąć (wartości antropocentryczne).

Kształtowanie postaw prośrodowiskowych jest nadrzędnym celem edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju. Wartości biocentryczne środowiska leżą u podstaw decyzji o utworzeniu użytków ekologicznych i innych form ochrony przyrody.

Nie wiem, czy zwrot, którego użyłem jako motto tego artykułu, ma swojego autora, jeżeli tak, to powinien on być uznany za jednego z patronów zrównoważonego rozwoju. Myśl zawartą w tym zwrocie warto przywoływać wówczas, gdy stajemy przed wyborami, które mają wpływ na środowisko i mają związek z ocenami jego wartości. *Cenny nie zawsze znaczy opłacalny* to stwierdzenie, które przywołuję po to, żeby ukazać jego wagę jako argumentu dla ekologów, którzy zajmują głos w sprawach dotyczących przedsięwzięć prowadzących do przemian w krajobrazie rolniczym. Jako nauczyciel zaangażowany w edukację na rzecz zrównoważonego rozwoju mam to szczęście, że szkoła, w której uczę, znajduje się w gminie należącej do zasłużonych w promocji ekologii. Największe przedsięwzięcie władz gminy w tej dziedzinie zostało wpisane do kroniki w sposób następujący: *Na podstawie Uchwały Rady Gminy Świlcza zbiornik wodny „Trzciana Olszyny”*

wraz z przyległym terenem został uznany za użytek ekologiczny – 30 ha.

Do tej pory atrakcyjny teren wycieczek zwany Olszynkami został przemianowany na *Ścieżka ekologiczna w dolinie rzeki Mrowli na terenie gminy Świlcza*. Tak zatytułowano również folder stanowiący pierwsze źródło informacji o tym chronionym obszarze. Utworzenie ścieżki ekologicznej jako użytku ekologicznego było ukoronowaniem starań władz gminy i samorządu. Teren został przystosowany do prowadzenia zajęć z zakresu edukacji środowiskowej, są tu m.in. ławki, wieże widokowe, kładki. Zasadniczym kryterium oceny skuteczności edukacji środowiskowej jest poziom świadomości ekologicznej społeczeństwa. Jednym ze źródeł celów edukacji środowiskowej powinna być idea zrównoważonego rozwoju. Kształcenie zgodne z tą ideą powinno uwzględniać trzy cele, które sformułowano na konferencji w Tbilisi. Są to:

1. Kształtowanie pełnej świadomości spraw związanych z politycznymi, ekonomicznymi, społecznymi i ekologicznymi relacjami na obszarach miast i wsi.
2. Stworzenie możliwości zdobywania wiedzy, kształtowania postaw, wartości i przekonań, a także umiejętności potrzebnych w ochronie środowiska.
3. Tworzenie wzorców zachowań ludzi, które uwzględniają jakość środowiska.

Decyzje gminy zostały pozytywnie przyjęte przez mieszkańców, którzy traktują ten teren jako miejsce rekreacji i wypoczynku, a dla uczniów ZS w Trzcianie pełni on funkcję zielonej szkoły. Poniżej podaję scenariusz zajęć dla uczniów klasy III gimnazjum, którzy brali udział w projekcie edukacyjnym poświęconym poznawaniu i promocji tego obszaru.

Projekt prowadzony był według zasad, które zawarte były w literaturze. Przypomnę, że wówczas metoda projektu nie była obowiązkowa w szkole i stanowiła innowację pedagogiczną.



# Ścieżka ekologiczna w Trzcianie

## jako forma ochrony przyrody

Temat zajęć: **Ścieżka ekologiczna w Trzcianie jako forma ochrony przyrody.**

Cel nadrzędny: ukazanie użytku ekologicznego jako formy ochrony przyrody.

### Cele szczegółowe:

#### Wiadomości. Uczeń:

- rozumie pojęcie użytku ekologicznego jako formy ochrony przyrody;
- podaje motywy utworzenia ścieżki ekologicznej jako użytku ekologicznego, uzasadnia, że przedsięwzięcie to było podjęte w myśl idei zrównoważonego rozwoju;
- charakteryzuje elementy ścieżki ekologicznej.

#### Umiejętności. Uczeń potrafi:

- prowadzić obserwacje przyrody i odpowiednio je dokumentować;
- zbierać materiały do opracowania przewodnika po ścieżce ekologicznej;
- oceniać wartości przyrody w środowisku ze względu na tkwiące w niej walory oraz propagować je w środowisku.

#### Postawy. Uczeń:

- przestrzega zasad właściwego zachowania się na obszarze będącym użytkiem ekologicznym;
- wykazuje się aktywnością w prowadzeniu badań, współpracuje w grupie;
- przejawia postawę biocentryczną w dyskusjach na temat środowiska i w działaniach praktycznych.

**Metody i formy pracy:** pogadanka wstępna, dyskusja panelowa, wywiad, analiza tekstów.

**Środki dydaktyczne:** foldery, lornetki, aparaty fotograficzne, wywiad z wójtem gminy Świlcza, *Kronika wsi Trzciana* – rękopis, „Nowiny Rzeszowskie” – artykuł: *To dopiero będzie retro.*

**Faza wprowadzająca.** Nauczyciel inicjuje pogadankę, zadając pytania:

- Jakie są formy ochrony w Polsce?
- Do jakich form ochrony przyrody należy utworzona ścieżka ekologiczna?
- Jak należy zachowywać się podczas pobytu na ścieżce ekologicznej jako użytku ekologicznym?
- W jaki sposób można wykorzystać pobyt na ścieżce ekologicznej, by był on pożyteczny dla człowieka? Jak dbać o bezpieczeństwo własne i innych?

#### Faza realizacyjna:

**NAUCZYCIEL.** Nasze zajęcia prowadzimy w ramach edukacji środowiskowej, a przyświeca nam nie tylko Słońce, ale również idea zrównoważonego rozwoju. Przypomnijmy hasło, które ją wyraża. *To, co odziedziczyliśmy po przodkach, przekazamy wnukom.*

Mieszkańcy Trzciany odziedziczyli po przodkach różnorodność krajobrazów. Oprócz typowych dla krajobrazu wiejskiego pól, łąk i pastwisk spotykamy tu wszystkie rodzaje środowisk, które decydują o bogactwie krajobrazu przyrody rolniczego w Polsce, a są nimi: miedze, drogi polne, zarośnięte rowy przydrożne, oczka wodne, strumienie, rzeczki, pojedyncze krzewy i drzewa, zadrzewienia śródpolne, ugory oraz lasy przylegające do pól uprawnych.

W Polsce połowa zasobów przyrody powiązana jest z krajobrazem rolniczym.

To wspaniałe dziedzictwo musimy właściwie zachować i chronić przed przekształceniami, które mogą pozabawić nasz krajobraz tej różnorodności. Okazją do refleksji nad naszą przyrodą jest utworzenie ścieżki ekologicznej. Żeby odtworzyć genezę ścieżki ekologicznej i określić jej rolę, przedstawimy dyskusję panelową. A zatem oddaję głos narratorowi.

**NARRATOR:** Pamięć o naszych przodkach świadczy o szacunku dla nich i dla historii. Tak się składa, że mamy wartościowe źródło wiedzy na temat historii naszej wsi, które pozostawili nam nasi przodkowie. Jest to *Kronika wsi Trzciana* będąca źródłem wiedzy historycznej dla naszego historyka, któremu oddaję głos.

**HISTORYK:** Teren, którym się dziś zajmujemy, to miejsce szczególne, ponieważ stanowiło ono kiedyś kolebkę naszej wsi. Kronikarz tak opisał historię założenia naszej wsi:

*Bardzo dawno temu, jeszcze przed przyjęciem wiary chrześcijańskiej przez naród polski, na obszarze naszej wsi rosły olbrzymie lasy, zaś tam, gdzie dziś biegnie tor kolejowy, po jego północnej stronie znajdowało się wielkie jezioro o bagnistych brzegach obficie porośniętych trzciną. W lasach tych żyły zwierzęta, a potok wpadający do jeziora wabił je do wodopoju, co ułatwiało człowiekowi łowy. Jezioro obfitowało w ryby. Pierwotny człowiek, polując, przywędrował w te strony i stwierdziwszy dogodne warunki do życia, założył tu osadę na bagnistych brzegach jeziora, które porastały trzciny chroniące przed nieproszonymi gośćmi. Bagna zabezpieczyły go przed napadem dzikiego zwierza. Osada ta przyjęła nazwę Trzciana. Z czasem jezioro ulegało zamuleni, tworząc bagno, które z kolei przekształcało się z biegiem lat w wielkie torfowisko. Przez wiele lat wody roztopów wiosennych czy też ulewnych deszczów wpadających do jeziora wyłobiły głęboki wąwóz na stoku góry, unosząc z sobą cząsteczki ziemi, zamulały jezioro, tworząc z czasem pokłady torfu, na których powstawały łąki i pastwiska.*

**NARRATOR:** Żyjący tu ludzie korzystali ze środowiska w różny sposób, powodując zmiany w nim. Obok nas są piękne stawy. Czy wiadomo, jak one powstały?

**HISTORYK:** Tereny te pokrywają torfowiska. Ludzie dawniej wydobywali torf jako opał. Starsi opowiadają,

jak go wydobywano, suszono i sprzedawano. W wykopane potorfowe doły wkraczała woda, tworząc nowe środowisko życia.

**NARRATOR:** Przypomnijcie sobie, co wiecie na temat powstania torfu. Badaniem tych torfowisk zajmowali się uczeni. Torfowiska kryją w sobie wiele tajemnic zarówno dla biologów, jaki i historyków. Ktoś powiedział, że są one archiwami przyrody. Co wiecie na temat badań tych torfowisk?

**HISTORYK:** Podczas badań torfowisk znaleziono toporki i siekiery z IV okresu epoki brązu. Znajdują się one w Muzeum Okręgowym w Rzeszowie. Biologowie również odkrywali tajemnice z przeszłości tych terenów. Otóż w pokładach torfu osadzały się pyłki i zarodniki różnych gatunków roślin, które odkładały się chronologicznie, tworząc różnowiekowe warstwy kryjące historię roślin, które rosły w danym okresie. Profesor Władysław Szafer badał torfowiska w Szwajcarii i stwierdził występowanie pyłków roślin uprawnych datowane na początek neolitu. Zidentyfikowano m.in. pyłek zbóż, co potwierdza, że żyli tu ludzie zajmujący się uprawą roślin. Dowiadujemy się tego z artykułu, który ukazał się kilkanaście lat temu w „Nowinach Rzeszowskich” – artykuł *To dopiero będzie retro*, którego autorem jest znany dziennikarz Franciszek Kotula towarzyszący prof. Szaferowi w badaniach, które określił jako wierzenia dla „badań pyłkowych”. Badania torfowisk są zajęciem bardzo interesującym. Niezwykle treściwie opisał je Franciszek Kotula na łamach „Nowin Rzeszowskich”. Oto fragmenty jego artykułu:

*Asystenci profesora rzucili się do ataku. Po chwili w miękki torf poczęła się wgłębiać rura długości metra, z której – po jej wyciągnięciu – z wylaniającego się słupka czarnej masy torfu co 5 cm pobierało się jej tyżeczkę i troskliwie zawijało w pergaminowy papier.*

*– Panie profesorze, już piasek! – zameldował głośno adiunkt. Piasek, naprawdę? – profesora poderwało. Doskończył do ostatniego wyciągu... Na dnie rzeczywiście leżał piasek. Jak głęboko? – zapytał po chwili wzruszony.*

*– Na końcu szóstego metra – wyjaśnił kierownik wierzenia i podał profesorowi garsteczkę białego piasku. Profesor rozcierał go na dłoni, pieścił się nim wyraźnie. Nagle podniósł się, wyprostował i rzekł twardo: – Proszę panów! Jesteście pierwszymi ludźmi, przed którymi to mówię: w pełnym poczuciu odpowiedzialności. Oto stoimy w korycie Prawisły, która lat temu dziesięć tysięcy, dwa tysiące lat po ustąpieniu lodowca, zmieniła nagle bieg ze wschodniego na północny i pod Zawichostem przerwała się do Morza Bałtyckiego. Zdradzając Morze Czarne, do którego kiedyś uchodziła tam, gdzie dziś doń wpada Dniestr.*

Autor artykułu przedstawia również historię wykopania w pokładach torfu skarbów: toporków, ozdób z bursztynu, ruiny chaty, a w niej pod podłogą kilkanaście srebrnych denarów, kilka fibul rzymskich, zwoje srebrnego drutu. Znaleziska te świadczą, że społeczeństwo mieszkające nad jeziorem było bogate i posiadało wysoką kulturę. Wiek skarbu oceniono na V wiek n.e. Warto również przytoczyć jeszcze jeden fragment artykułu, który z pasją odwołuje się do czytelników słowami: *Na zakończenie należy nam, rzeszo-*

*wianom, błogosławić Prawisłę, że się lat temu 10 000 zdecydowała na przełom przez stare wyżyny, przedtem pozostawiając nam miliony metrów szczęśliwych piasku, czyściutkiego jak tła. A ja... ślę westchnienie wspaniałemu człowiekowi, prof. Władysławowi Szaferowi.*

**NARRATOR:** Wielki uczony Albert Einstein powiedział: *Wyobraźnia jest ważniejsza od wiedzy*. Spróbujcie zatem wyobrazić sobie, jak żyli wasi przodkowie na tych terenach.

Podsumowanie tej fazy zajęć może stanowić myśl wyrażona w zdaniu: *Nasi przodkowie byli zależni od środowiska, które dawało im schronienie i pożywienie. Zapewne kochali przyrodę i dbali o nią. Tworzyli kulturę.*

**NARRATOR:** O tym, w jaki sposób tereny te służyły ludziom w czasach współczesnych, opowie nam rolnik.

**ROLNIK:** Właściciele tych pól, które kryły w sobie pokłady torfu, prowadzili melioracje, które miały służyć osuszeniu tych terenów. Jednak melioracja ujawniła swoją drugą stronę, doprowadziła do degradacji torfów, zaś gospodarowanie na tych terenach stało się nieopłacalne. Z formalnego punktu widzenia tereny te są nieużytkami, czyli gruntami, które nie nadają się do uprawy i jako takie nie przynoszą zysku ani rolnikom będącym ich właścicielami, ani gminie.

**NARRATOR:** Myśląc o rozwoju gminy, należało się zastanowić, jak wykorzystać te zasoby przyrody skupione na 30 ha. Posłuchajcie ekspertów, wsłuchajcie się uważnie w ich wypowiedzi i określcie postawy, jakie zajmują wobec środowiska.

**EKONOMISTA:** Tereny te są nieużytkami, ponieważ są podmokłe. Żeby zmienić je w użytki rolne, należy je przede wszystkim zmeliorować i osuszyć. Wówczas będzie można na nich uprawiać rośliny lub wypasać bydło. Wymaga to jednak poniesienia znacznych wydatków, zaś przychody rolników z uprawy roślin i hodowli zwierząt nie byłyby zbyt wysokie w stosunku do poniesionych kosztów.

**ĘKOLOG:** Melioracje i wydobywanie torfu na szeroką skalę doprowadziły do daleko idących zmian w środowisku. W naszym kraju melioracje polegały na jednostronnym zabiegu – odwadnianiu terenów łąkowych i bagiennych. Pomimo że zabieg ten przynosił czasową poprawę warunków wegetacji, w dalszym okresie zaburzał stosunki wodne i w efekcie doprowadzał do przesuszenia pastwisk i zubożenia gleb.

Pociągnęło to za sobą zubożenie składu florystycznego naturalnych zbiorowisk trawiastych. Są też inne konsekwencje, ale to temat dla specjalistów. Należy zaniechać prowadzenia w taki sposób melioracji, aby łąki mogły stać się elementem krajobrazu o walorach biologicznych i estetycznych.

**NARRATOR:** Spróbujmy się ustosunkować do opinii ekspertów.

**ĘŁOSY DYSKUTANTÓW:** Tereny te mają określoną wartość. Dla ekonomisty wartość mierzy się zyskiem finansowym, zaś dla ekologa najwyższą wartością jest różnorodność form przyrody tych terenów, kształtowana przez siły przyrody.

**NARRATOR:** Spróbujmy ocenić wartość środowiska. W tym celu wykonamy następujące ćwiczenie,



które służy do „wyważenia” walorów środowiska (ścieżki ekologicznej). Do tego celu posłużymy się wagą, na której szalkach położymy walory środowiska. Na jednej szalce położymy monety symbolizujące wartości antropocentryczne, a na drugiej zielone listki symbolizujące wartości biocentryczne.

**Zadanie 1.** Wypiszcie na karteczkach walory środowiska, które jest nam bliskie.

Walory środowiska, które wypisali uczniowie:

1 – rekreacja, 2 – edukacja, 3 – gromadzenie wody, 4 – udział w krążeniu wody, 5 – środowisko życia roślin i zwierząt dziko żyjących, 6 – kolebka wsi, 7 – uprawa roślin, 8 – hodowla zwierząt, 9 – źródło torfu, 10 – zespół ekosystemów.

**Zadanie 2.** Dokonajcie oceny każdego z walorów, następnie na karteczki przyklejcie zielone listki, jeżeli przy ocenie walorów braliście pod uwagę wartości biocentryczne, oraz monety, jeżeli są to wartości antropocentryczne.

**Zadanie 3.** Połóżcie na prawej szalce karteczki z zielonymi listkami, a na lewej – z monetami.

**Zadanie 4.** Jakie wnioski nasuwają się wam z tego ćwiczenia?



Symboliczna waga do „ważenia” walorów środowiska

NARRATOR: Jaką formą ochrony przyrody objęto te tereny?

EKOLOG: Formą tą są użytki ekologiczne. Decyzję o uznaniu danych obszarów za użytki ekologiczne podejmuje wójt i rada gminy.

NARRATOR: A zatem oddamy głos wójtowi, mgr. inż. Wdowikowi, który udzielił wywiadu koleżance Bernadecie.

### Wywiad jako forma zajęć z edukacji ekologicznej.

1. Kto był pomysłodawcą utworzenia ścieżki ekologicznej w Trzcianie?

Pomysł zagospodarowania doliny rzeki Mrowli i stworzenia ścieżki ekologicznej zrodził się w momencie ogłoszenia przez EkoFundusz w Warszawie konkursu na ochronę terenów wodno-błotnych i torfowych.

2. Jakie działania poprzedziły formalne utworzenie ścieżki ekologicznej?

30 listopada 1999 r. zarząd gminy w Świlczy złożył wniosek o dofinansowanie ze środków EkoFunduszu projektu PN „Ochrona torfowisk i terenów wodno-błotnych wzdłuż rzeki Mrowli, gmina Świlcza, woj. podkarpackie” w ramach konkursu dotyczącego ochrony torfowisk. Projekt spotkał się z dużym uznaniem EkoFunduszu. W roku 2000 zarząd fundacji przyznał dofinansowanie na realizację projektu konkursowego w wysokości 716 713 zł. Około 200 000 zł dołożył do tego Narodowy i Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

3. Jak przebiegało zatwierdzenie tego projektu?

Na poszczególne elementy projektu zarząd gminy w Świlczy uzyskał niezbędne opinie i analizy oraz zlecił opracowanie wymaganych projektów zgodnie z obowiązującym prawem w celu uzyskania pozwolenia na ich realizację.

Dla ścieżki ekologicznej dokumentację opracował prof. dr hab. Zygmunt Wnuk z Uniwersytetu Rzeszowskiego, na którą złożyły się:

- badania naukowe oraz dokumentacja fotograficzna proponowanej trasy ścieżki;
- wyznaczenie przystanków w terenie i przedstawienie ich na mapie;
- opracowanie tekstu dla 10 przystanków ścieżki oraz dwóch tablic informacyjnych;
- opracowanie tekstu oraz przygotowanie zdjęć do folderu i zakładki promujących ścieżkę ekologiczną.

4. Czym jest ścieżka ekologiczna?

Obszar, na którym jest wyznaczona ścieżka ekologiczna, zgodnie z Uchwałą nr XII 120/99 Rady Gminy w Świlczy z 30 grudnia 1999 r. został objęty ochroną i zaliczony do użytku ekologicznego o łącznej powierzchni 30,50 ha.

Ścieżka ekologiczna ma około 5 km i składa się z dwóch pętli. Na przejście małej pętli potrzeba 2 godzin (na trasie jest osiem przystanków), a na przejście dużej – około 3 godzin (dziesięć przystanków).

5. Jakie zachowanie jest niedozwolone na terenie ścieżki ekologicznej?

Na terenie użytku ekologicznego jest zakaz:

- polowania, chwytania i zabijania dziko żyjących zwierząt, niszczenia nor i legowisk zwierzęcych, gniazd ptasich i wybierania jaj;
- pozyskiwania, niszczenia lub uszkodzenia drzew i innych roślin;
- wysypywania, zakopywania i wylewania odpadów i innego zanieczyszczania wód i gleby;
- zmiany stosunków wodnych;
- wydobywania torfu i niszczenia gleby;
- palenia ognisk i zakłócania ciszy;
- stosowania środków chemicznych w gospodarce rolnej i zadrzewieniowej;
- ruchu pojazdów.

6. Jak ocenia Pan efekty działań gminy na rzecz lokalnego środowiska?





Asfaltowa droga ułatwia dojście do ścieżki ekologicznej, ale szpeci krajobraz.



Staw w dole potorfowym jest zbiornikiem typu linowo-szczupakowego. Jego powstanie jest wynikiem działalności człowieka (wydobywania torfu).



Głony zwiastują proces eutrofizacji. Obserwacja uzupełniona pogadanką jest okazją do poznania istoty tego zjawiska (użyźniania stawu).



Fosa melioracyjna. Przystanek służący wyjaśnieniu wpływu melioracji na środowisko. Melioro znaczy 'poprawiam'. Ale czy można poprawiać funkcjonowanie przyrody bez szkody dla przyrody.



Łąki i pola pozostawione same sobie, bez ingerencji człowieka ulegają sukcesji ekologicznej.



Ślimaki. Problemem obszarów chronionych jest niekontrolowany wzrost liczebności populacji różnych gatunków.



Zajęcia sportowe na boisku piłkarskim w pobliżu ścieżki ekologicznej.



Trzcina otaczająca staw dawała pierwszym mieszkańcom schronienie. Mieszkańcy uwiecznili ją w nazwie wsi.



Ścieżka ekologiczna jest terenem wycieczek szkolnych. Wycieczkę z uczniami klasy VI rozpoczynamy od poznania planu.





Uczniowie z wychowawczynią, panią mgr Alicją Basznianin.



Trzcina otaczająca staw dawała pierwszym mieszkańcom schronienie. Mieszkańcy uwiecznili ją w nazwie wsi.

Działania gminy Świlcza na rzecz kompleksowego programu ochrony środowiska spotkały się z dużym uznaniem Ministerstwa Środowiska. Gmina Świlcza w ramach VI edycji Konkursu Ministra Środowiska otrzymała 11 grudnia 2002 r. wyróżnienie – tytuł Lidera Polskiej Ekologii. Możemy się również pochwalić wcześniejszymi osiągnięciami, które zostały nagrodzone przez NFOŚiGW. Były to: Nagroda NFOŚiGW za najlepszą realizację zadań zgłoszonych do konkursu na zagospodarowanie odpadów na terenach wiejskich (nagroda to 200 000 zł) oraz wyróżnienie Prezesa Zarządu tegoż funduszu dla Gminy Świlcza w I edycji „Konkursu na najlepiej rozwiązana gospodarkę ściekową na terenach wiejskich w 2000 roku”.

7. Dziękuję za wywiad. Proszę przyjąć wyrazy szacunku i uznania od uczniów naszej szkoły. Jesteśmy dumni, że mamy warunki do edukacji środowiskowej w tak ciekawym i objętym ochroną środowisku.

### Ścieżka ekologiczna jako teren zajęć terenowych

Ścieżka ekologiczna jest miejscem wielu zajęć terenowych z przyrody w szkole podstawowej i biologii w gimnazjum. Realizowane są tu tematy z działów poświęconych ochronie przyrody oraz poznawaniu ekosystemów: stawu i łąki. Prowadzone są też zajęcia o charakterze rekreacyjno-edukacyjnym.

Obecnie rola ścieżki ekologicznej wzrasta. Zgodnie z nową podstawą programową nauczyciele biologii zobowiązani są do organizowania zajęć terenowych. Zajęcia terenowe służą nie tylko poszerzaniu wiedzy uczniów, ale również kształtowaniu postaw proekologicznych. Do najbardziej udanych zajęć zaliczam zajęcia w ramach koła przyrodniczego. Zajęcia pozalekcyjne w terenie to dobra forma zagospodarowania czasu wolnego uczniów. Nieograniczone dzwonekami zajęcia na świeżym powietrzu



Wieża widokowa służy do obserwacji przyrody, dla wielu uczniów jest formą atrakcji.

w kontakcie z przyrodą dają radość i zdrowie zarówno uczniom, jak i nauczycielom. Pozostawiają miłe wspomnienia, które uczniowie dokumentują zdjęciami. Dzieci opracowały fotoreportaż z pierwszych zajęć koła przyrodniczego na ścieżce ekologicznej. Jego fragment przesyłam. W uzupełnieniu dodam, że była ona tematem projektu realizowanego w roku 2002/2003 przez uczniów gimnazjum oraz prac konkursowych. Teren ten kryje w sobie wiele tajemnic, które powinny doczekać się badań. Piękno jego przyrody urzeka, ale to, co kryje się w pokładach torfu, pobudza wyobraźnię. Nauczyciel powinien wykorzystywać walory środowiska w nauczaniu i wychowaniu. Uczeń, który wyniesie miłe wspomnienia z zajęć terenowych, zachowa je na całe życie. A złożą się na nie tylko dokonane obserwacje przyrody, zdobyta wiedza oraz zajęcia sportowe, pogawędki i smak kiełbasy pieczonej w ognisku. Ścieżka ekologiczna to najlepsza droga do poznawania przyrody.

#### Piśmiennictwo:

- Czubaj R., Janiec K., Łabęcka B., *Biologia w gimnazjum. Zajęcia terenowe*, WSiP, Warszawa 2010.
- Kalinowska A., *Ekologia – wybór przyszłości*, Edition Sportkania, Warszawa 1994.
- Kłyś M., Żbikowska-Zdun K., *Biologia dla gimnazjum. Część 3*, Nowa Era, Warszawa 2001.
- Kolbuszowski J., *Ochrona przyrody a kultura*, PWN, Warszawa 1990.
- Kotula F., *Po rzeszowskim pogórzcu błędząc*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 1974.
- Kozłowski S., *Ochrona krajobrazu. Przewodnik ochrony przyrody*, LOP, Warszawa 1980.
- Kulik R., *Jak kształtować postawy proekologiczne. Trening grupowy w edukacji ekologicznej*, Wydawnictwo Naukowe Śląsk, Katowice 2001.
- Lenart W., Kafel K., *Rozwój zrównoważony w edukacji szkolnej*, WSiP, Warszawa 1996.
- Szafer W., *O początkach kultury rolniczej w okolicach Rzeszowa*, Tow. Przyjaciół Nauki i Sztuki, Rzeszów 1958.
- *Uczenie metodą projektów*, pod red. D. B. Gołębnik, WSiP, Warszawa 2002.
- Umiński T., *Ekologia, środowisko, przyroda*, WSiP, Warszawa 1995.
- Włodarczyk S., *Botanika łąkarska*, PWRiL, Warszawa 1980.
- Wnuk Z., Ciosek J., *Ścieżka ekologiczna w dolinie rzeki Mrowli na terenie gminy Świlcza*, przewodnik, folder.
- Zasoby internetu. Portal gminy Świlcza. Portal dotyczący edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju.

Wzorem lat poprzednich zamieszczamy prace zgłoszone na XCI Olimpiadę Biologiczną, które naszym zdaniem wyróżniają się, z pośród wielu, pod względem merytorycznym i/lub oryginalnością przeprowadzonych badań. Prace prezentujemy w formie nie zmienionej, wprowadzając jedynie drobne modyfikacje konieczne z uwagi na wymagania techniczne naszego czasopisma.

## Wpływ podwyższonego stężenia CO<sub>2</sub> na wzrost i przyrost biomasy części nadziemnej oraz na gęstość aparatów szparkowych na Liściach grochu zwyczajnego (*Pisum sativum*)

MATEUSZ WILCZEK

**Opiekun:** Hanna Synowiec-Rudawska

**Szkoła:** I Liceum Ogólnokształcące im. Karola Marcinkowskiego, ul. Bukowa 16, Poznań

### STRESZCZENIE

W przeprowadzonym badaniu odnotowano istotny wpływ podwyższonego stężenia dwutlenku węgla w powietrzu na wzrost siewek grochu zwyczajnego (*Pisum sativum* L.). W doświadczeniu rośliny rozwijające się w wyższym, niż atmosferyczne, stężeniu tego gazu były zdecydowanie wyższe, od roślin z grupy kontrolnej. Przeprowadzone doświadczenia wykazały również, że badane rośliny charakteryzowały się zwiększonym przyrostem biomasy. Zaobserwowano ponadto spadek gęstości aparatów szparkowych u roślin z grupy badawczej.

Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że atmosferyczne stężenie dwutlenku węgla, wynoszące ok. 0,04%, jest czynnikiem ograniczającym proces fotosyntezy. Zmiany gęstości aparatów szparkowych mogą natomiast być sposobem adaptacji roślin do zmieniających się warunków środowiskowych.

### WSTĘP

Celem doświadczenia jest wykazanie wpływu zwiększonego stężenia dwutlenku węgla na wzrost roślin i przyrost ich biomasy, a także na gęstość aparatów szparkowych. Dwutlenek węgla jest gazem odgrywającym ważną rolę w fotosyntezie. W normalnych warunkach intensywność tego procesu wzrasta aż do stężenia CO<sub>2</sub> ok. 0,1% (1000 ppm<sup>1</sup>) [1], jednak dla roślin C<sub>3</sub> najkorzystniejsze mogą być warunki wyższych stężeń CO<sub>2</sub>; nawet 1600 ppm [3]. W doświadczeniu wykorzystano stężenie ok. 0,3% (3000 ppm). Pozwala ono na intensywną fotosyntezę, a jednocześnie jest wystarczająco silnym bodźcem, by wywołać istotne zmiany gęstości aparatów szparkowych; nie przekracza natomiast stężenia 1%, które jest dla roślin toksyczne, ponieważ hamuje fotosyntezę [5] [8].

Dwutlenek węgla używany jest do poprawy wydajności upraw. W celu zwiększenia plonów roślin hodowanych w pomieszczeniach zamkniętych stosu-

je się podwyższone stężenie tego gazu, ok. 800–1000 ppm (w Anglii do 1500 ppm [10]), uzyskując zwiększenie plonów nawet o 40% [1]. W badaniach starano się wykazać, czy wyższe, niż zazwyczaj stosowane w szklarniach, stężenie CO<sub>2</sub> wpłynie korzystnie na rośliny i czy możliwe jest uzyskanie zwiększonej biomasy.

### MATERIAŁY I METODY

Badanie trwające 25 dni zostało przeprowadzone trzykrotnie (1.05–26.05, 29.05–23.06, 14.07–8.08.2011), w każdym przypadku równolegle prowadzone były dwie grupy: kontrolna i badawcza (ta druga z podwyższonym stężeniem CO<sub>2</sub>), po 20 roślin każda.

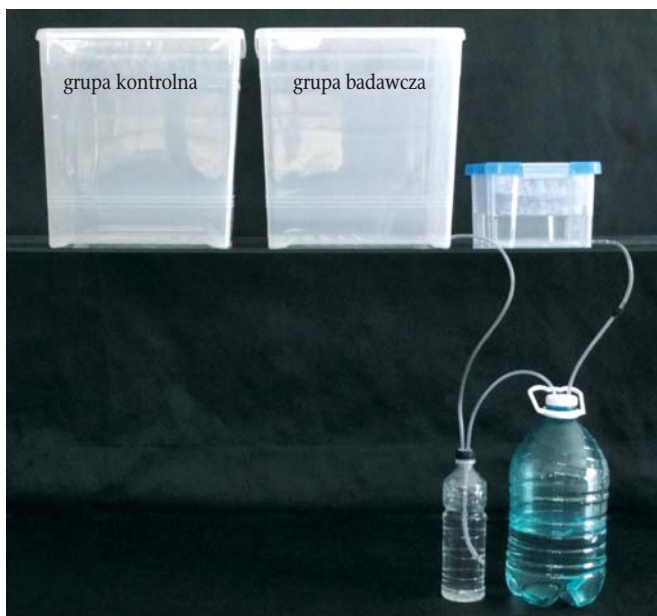
Jako materiał badawczy został użyty groch zwyczajny (*Pisum sativum* L.) odmiany *Cud Kelvedonu* z Przedsiębiorstwa Nasiennego Selecta. Wyselekcjonowane, porównywalne morfologicznie nasiona były pozostawione do pęcznienia w wodzie destylowanej na 24 godziny. Następnie były umieszczane w paletach rozsadowych z torfowym podłożem do domowych roślin zielonych na 24 dni. Rośliny były podlewane w regularnych odstępach czasu stałą ilością wody.

Rośliny obu grup umieszczone zostały w przezroczystych 33 l pojemnikach z tworzywa sztucznego, z możliwością regulowania wymiany powietrza z otoczeniem. Do pojemnika z roślinami grupy badawczej doprowadzany był dwutlenek węgla z instalacji skonstruowanej specjalnie w tym celu (fotografia 1.), wykorzystującej reakcję wodorowęglanu sodu z kwasem cytrynowym (w stosunku masowym 13:10). Poprzez wyregulowanie zaworu w instalacji (por. rycina 1.) i z pojemników możliwe było utrzymanie stężeń CO<sub>2</sub> w stałych zakresach.

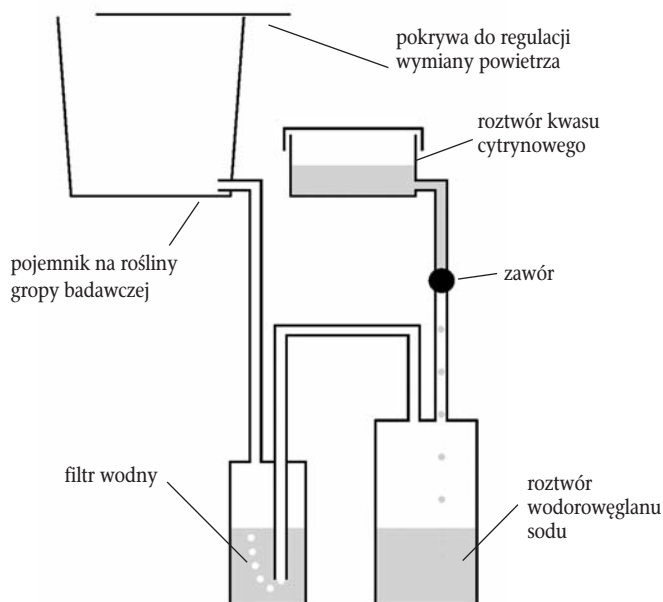
Do pomiaru stężenia CO<sub>2</sub>, temperatury powietrza i wilgotności użyte zostało urządzenie VOLTcraft CO-50, wykorzystujące metodę analizy w podczerwieni bez rozproszenia (NDIR).

\* ppm (ang. parts per milion) – jednostka stężenia odpowiadająca 10<sup>-6</sup> mola substancji na 1 mol roztworu





Fotografia 1. Aparatura do produkcji CO<sub>2</sub>



Rycina 1. Schemat ilustrujący budowę aparatury (→przepływ CO<sub>2</sub>)

Tabela 1. Parametry pomiarów urządzenia VOLT CRAFT CO-50

Badany parametr	Zakres	Rozdzielczość	Błąd pomiaru
Stężenie CO <sub>2</sub> [ppm]	0–300	≤ 10	≤ 7% odczytu
Temperatura [°C]	0–50	0,1	1
Względna wilgotność [%]	20–90	1	5

Warunki panujące w pojemnikach z roślinami w czasie wszystkich trzech powtórzeń badania przedstawia Tabela 2.

Tabela 2. Warunki przeprowadzania doświadczenia

Warunki	Grupa kontrolna	Grupa badawcza
Stężenie CO <sub>2</sub> [ppm]	400–450	2800–3000
Temperatura [°C]	26–29	26–29
Względna wilgotność [%]	80–90	80–90

Po 24 dniach od umieszczenia nasion w podłożu zbierane były części nadziemne roślin. Ich wysokość była mierzona na papierze milimetrowym.

Z każdej próby losowo wybrano 10 roślin, z których wybierano po jednym liściu, wszystkie na tym samym etapie rozwoju, do zbadania gęstości aparatów szparkowych. Z wycinków wybranych liści sporządzane były wodne preparaty mikroskopowe.

Użyty został mikroskop Delta Optical Genetic Pro Bino USB z kamerą cyfrową o matrycy 1/2" CMOS, zastosowano obiektyw achromatyczny 40x. Obraz z kamery był obserwowany na monitorze komputera, z wykorzystaniem programu ScopeImage 9.0. Dzięki kalibracji programu na szkiełku mikrometrycznym 0,01 mm uzyskano rzeczywistą powierzchnię pola obserwacji wynoszącą około 0,077 mm<sup>2</sup>. Na każdym pre-

paracie zliczano aparaty szparkowe w polach widzenia z trzech różnych miejsc, co daje 30 wyników z każdej próby. Przynależność do próby skrajnych pomiarów została sprawdzona testem Q Dixon'a [2]. Średnia gęstość aparatów szparkowych była przeliczana na 1 mm<sup>2</sup>. W przypadku pomiarów gęstości aparatów szparkowych i wysokości roślin do oceny statystycznej istotności różnic między grupą kontrolną a badawczą wykorzystano test Z Guilforda [2]. W ten sam sposób oceniana była istotność różnic wyników w danej grupie pomiędzy kolejnymi powtórzeniami badań.

Po wykonaniu pomiarów pod mikroskopem i mierzeniu części nadziemnych roślin, cała biomasa (także liście użyte w preparatach) była zbierana do suszenia, z zachowaniem podziału na grupy kontrolną i badawczą. Wysuszonej biomasy była ważona na wadze SARTORIUS BP 301 S (rozdzielczość 0,1 mg, dokładność 1 mg).

## WYNIKI

Rezultaty pomiarów przeprowadzonych we wszystkich trzech próbach były porównywalne. Potwierdza to przeprowadzony test Z (dla p = 0,05), który dla wysokości i gęstości aparatów szparkowych nie wykazał statystycznej istotności różnic między trzema kolejnymi próbami.

Poniżej zostały omówione uśrednione wyniki ze wszystkich prób.

### Sucha masa

U roślin rozwijających się w około siedmiokrotnie wyższym stężeniu CO<sub>2</sub> niż rośliny kontrolne, odnotowano przyrost biomasy zwiększony o ok. 68% (wykres 1.).

### Wysokość

W grupie badawczej zaobserwowano, że części nadziemne badanych roślin były średnio o 31% wyższe w stosunku do grupy kontrolnej (fotografia 2.; wy-



**Fotografia 2.** Zdjęcia przedstawiające trzy rośliny z każdej grupy (A-kontrolnej, B-badawczej) pierwszej próby badania: roślinę najwyższą, najniższą i najbliższą średniej danej grupy. Zauważalny jest zarówno większy wzrost, jak i większa ilość biomasy roślin grupy badawczej. Podziałka 1 cm

kres 2.). Test Z (dla  $p = 0,003$ ) wykazał, że różnice wysokości między grupą kontrolną a badawczą są statystycznie istotne.

### Gęstość aparatów szparkowych

Na liściach roślin rozwijających się w warunkach podwyższonego stężenia  $CO_2$  wystąpił średnio 24% spadek gęstości aparatów szparkowych w stosunku do roślin grupy kontrolnej (fotografia 3.; wykres 3.). Także w tych pomiarach test Z (dla  $p = 0,003$ ) wykazał, że ta różnica jest statystycznie istotna.

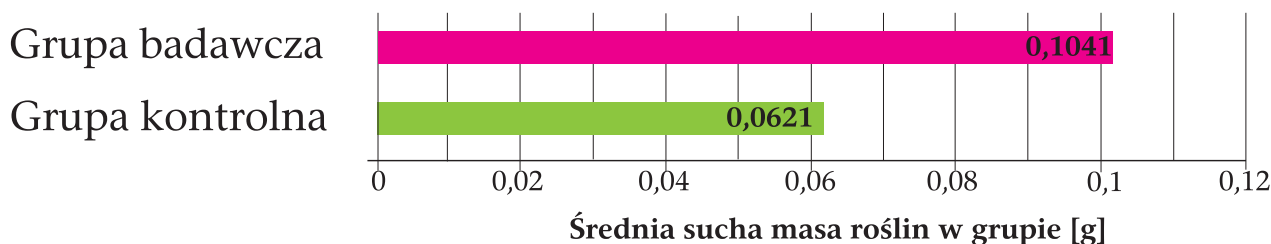
### DYSKUSJA

Stężenie dwutlenku węgla w powietrzu jest niezaprzeczalnie jednym z czynników warunkujących wzrost i rozwój roślin. Jest to gaz niezbędny do procesu fotosyntezy, będącego dla roślin jedynym źródłem związków organicznych.

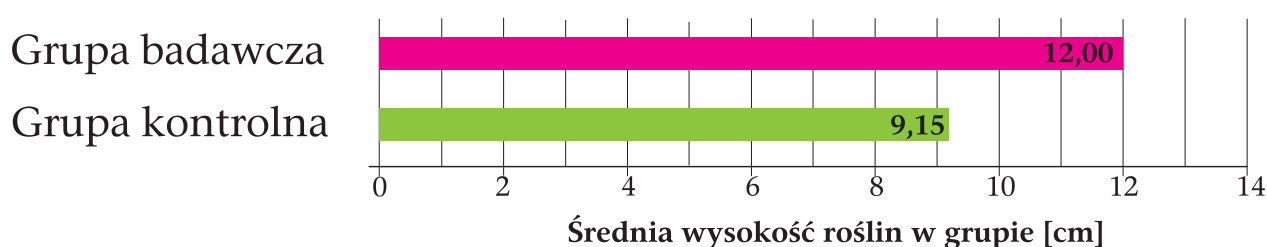
Na podstawie przeprowadzonego badania można stwierdzić, iż zastosowanie podwyższonego stężenia dwutlenku węgla ma bardzo korzystny wpływ na rozwój roślin. B. A. Kimball i inni [4] zaobserwowali intensywniejszy przyrost biomasy u roślin rozwijających się w wyższym stężeniu  $CO_2$ , szczególnie u roślin typu C3. Jest to zgodne z wynikami tego doświadczenia. Badane rośliny grochu (także będącego rośliną typu C3) były silniej rozwinięte w stosunku do roślin kontrolnych.

Stężenie dwutlenku węgla w atmosferze (obecnie ok. 390 ppm) jest zatem znacznie niższe niż optymalne dla tego procesu w sprzyjających warunkach świetlnych i termicznych, oraz odpowiednim nawodnieniu [1]. Odwołując się do prawa minimum Liebiga, niskie stężenie  $CO_2$  jest najczęściej jedynym czynnikiem ograniczającym fotosyntezę. Podniesienie stężenia tego gazu w niniejszym doświadczeniu przejawiało

**Wykres 1.** Sucha masa części nadziemnych roślin z badanych grup

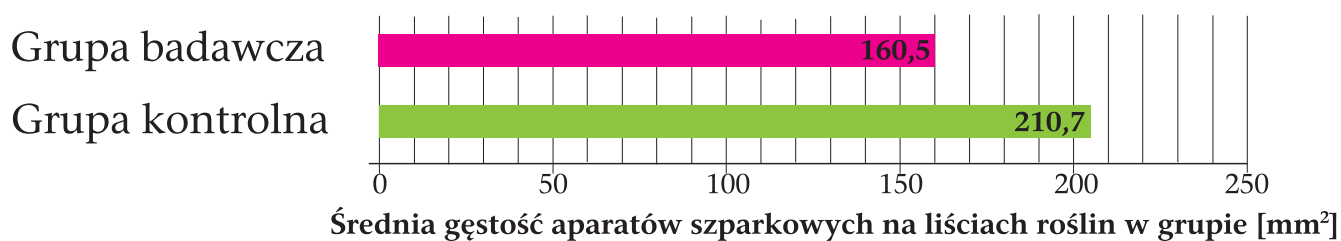


**Wykres 2.** Wysokości części nadziemnych roślin w badanych grupach





Wykres 3. Gęstości aparatów szparkowych na liściach roślin poszczególnych grup

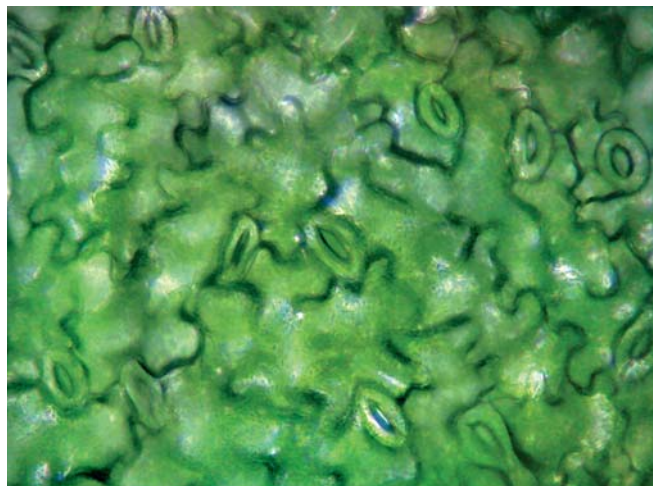
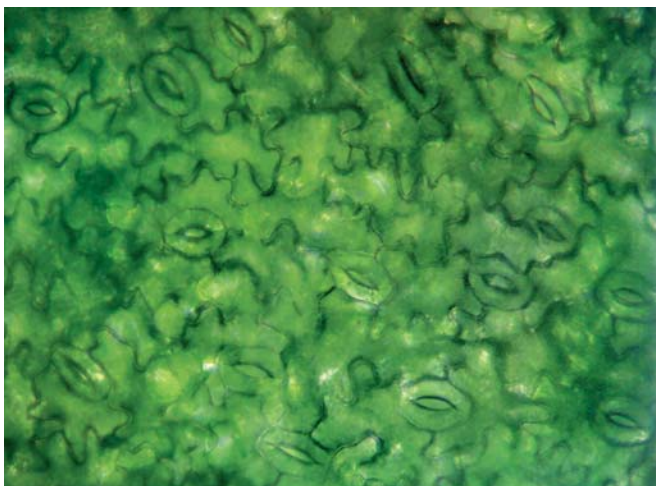


się intensywniejszym wzrostem i przyrostem masy roślin, co jednoznacznie wskazuje na wydajniejszą fotosyntezę.

W doświadczeniu odnotowano również wpływ podwyższonego stężenia dwutlenku węgla na zmniejszenie gęstości aparatów szparkowych. Należy zaznaczyć, że było to stężenie bardzo wysokie (2800–3000 ppm). W badaniach prowadzonych przez C.D. Reida i innych [7] takiej tendencji nie dostrzeżono, lub była ona minimalna, jednak wzięto w nim pod uwagę rośliny hodowane w stężeniu CO<sub>2</sub> maksymalnie 550 ppm. Wyraźne zmiany w gęstości aparatów szparkowych przy niedużych zmianach stężenia CO<sub>2</sub> odnotował F. Wagner i inni [9] w badaniu zbierającym dane dla jednego drzewa z 40 lat. To samo tyczy się badań E.I. Lammerstma i innych [6] przeprowadzonych na

różnych gatunkach drzew, analizujących zmiany gęstości aparatów szparkowych na przestrzeni około 200 lat. Z powyższych wynika, że zmiany gęstości aparatów szparkowych na poziomie fenotypowym zachodzą na tyle powoli, że są zauważalne przy wieloletniej obserwacji lub przy bardzo wysokim zwiększeniu stężenia CO<sub>2</sub> (jak w tym doświadczeniu), a najprawdopodobniej zachodzą także w procesie ewolucji [9].

Przyczyną tych zmian jest zapewne dostosowanie się rośliny do warunków otoczenia. Poprzez zmniejszenie gęstości aparatów szparkowych możliwe jest zredukowanie utraty wody przez transpirację, bez ograniczania dostępu do CO<sub>2</sub> dla komórek asymilujących (jeśli stężenie gazu w powietrzu jest podwyższone), co razem pozwala na zoptymalizowanie warunków do fotosyntezy [6].



Fotografia 3. Pola widzenia z najbliższymi średnimi gęstościami aparatów szparkowych w preparacie z grupy kontrolnej – A (widocznych 16 aparatów) i badawczej – B (widocznych 12 aparatów). Skala 0,05 mm, powierzchnia pola widzenia 0,077 mm<sup>2</sup>.

PRENUMERATA  
„Biologii w Szkole”

wejdź na [www.edupress.pl/formularz-prenumeraty/](http://www.edupress.pl/formularz-prenumeraty/)

Wzorem lat poprzednich zamieszczamy prace zgłoszone na XCI Olimpiadę Biologiczną, które naszym zdaniem wyróżniają się, z pośród wielu, pod względem merytorycznym i/lub oryginalnością przeprowadzonych badań. Prace prezentujemy w formie nie zmienionej, wprowadzając jedynie drobne modyfikacje konieczne z uwagi na wymagania techniczne naszego czasopisma.

## Badanie wpływu pokarmu podawanego gąsienicom oraz temperatury otoczenia zimujących poczwarek na rozwój nastroszy topolowców

**JAKUB JARCZAK**

**Opiekun:** Anna Stopyra

**Szkoła:** I Społeczne LO im. Unii Europejskiej, ul. Koszary 14, 22-400 Zamość

### STRESZCZENIE

Przedmiotem mojej pracy badawczej było sprawdzenie wpływu pokarmu podawanego gąsienicom oraz temperatury otoczenia zimujących poczwarek na rozwój nastroszy topolowców (*Laothoe populi*). Próbowałem także określić możliwie najodpowiedniejsze warunki ich hodowli. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdziłem, że larwy karmione topolą czarną (*Populus nigra L.*) i wierzbą białą (*Salix alba L.*) cechują się szybszym wzrostem niż larwy żerujące wyłącznie na jednym z wymienionych drzew. Udowodniłem również, że pokarm, którym odżywiają się gąsienice nie ma wpływu na śmiertelność nastroszy topolowców, zarówno w okresie życia larwalnego, jak i w stadium poczwarki. Niespodziewanie zaobserwowałem interesujące zachowanie gąsienic, w których bazie pokarmowej znalazła się wierzba biała. Larwy te charakteryzowały się większą ruchliwością oraz nietypowym zachowaniem w obliczu zagrożenia, jakim były prace związane z hodowlarkami. Potwierdziłem także olbrzymi wpływ temperatury na rozwój poczwarek. Najniższą śmiertelnością cechowały się poczwarki hodowane w warunkach termicznych bardzo zbliżonych do panujących w środowisku naturalnym, poddawane działaniu lekkiego mrozu. Jeżeli na poczwarki, w ogóle nie oddziaływała

minusowa temperatura, bądź też mróz był znacznie silniejszy, śmiertelność wśród poczwarek rosła.

### WSTĘP

Od kilku lat jedną z moich pasji stała się entomologia. Najwięcej uwagi poświęcam motyłom nocnym. Te, potocznie nazywane ćmami stawonogi, przez laika kojarzone głównie z niewielkimi, szarymi istotami latającymi pod ulicznymi latarniami, w bliższym kontakcie zachwycają bogactwem barw i kształtów.

Za obiekt moich badań wybrałem nastrosza topolowca (*Laothoe populi*), ponieważ motyla tego darzę wielką sympatią i miałem już doświadczenie w jego hodowli. Jest on przedstawicielem rodziny zawisakowatych, reprezentowanej w Polsce przez 20 gatunków [2]. Dzięki aerodynamicznej sylwetce zawisaki mogą latać z prędkością ponad 50 km/h [3]. Nastrosz topolowiec występuje na obszarze całej Polski. Jest dość dużym motylem, którego rozpiętość skrzydeł może osiągać 8,6 cm [4]. Jego gąsienice odżywiają się różnymi gatunkami wierzby i topoli. Zimą przeżywa w stadium poczwarki pod powierzchnią ziemi [6]. Interesujący jest fakt, że jako owad dorosły ze względu na uwstecznioną ssawkę nie pobiera pokarmu. Do życia wystarczają mu zatem jedynie zapasy zgromadzone w okresie rozwoju larwalnego [1].

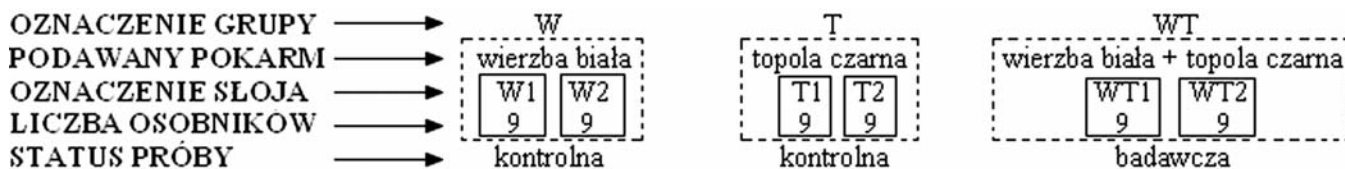


Fot. 1. Przykładowe hodowlarki larw



Fot. 2. Hodowlarki poczwarek





Schemat 1. Plan hodowli gąsienic

Celem mojej pracy było zbadanie oddziaływania różnego rodzaju pokarmu podawanego gąsienicom na rozwój *Laothoe populi* jako oligofaga, a także określenie przybliżonych, dogodnych warunków termicznych dla zimujących poczwarek.

### MATERIAŁ I METODY

Badanie prowadziłem od lipca 2009 r. do czerwca 2010 r. Jaja *Laothoe populi* pozyskałem od prywatnego hodowcy. Wszystkie pochodziły od samicy schwytanej w środowisku naturalnym. Z wylęgu wybrałem losowo 54 gąsienice w wieku 1–2 dni. Jako hodowlarek użyłem sześciu 10-litrowych słoików. Wszystkie larwy podzieliłem na 3 grupy. W celu zmniejszenia zagęszczenia populacji dla każdej z nich przeznaczyłem 2 słoje. Na rośliny żywicielskie wybrałem drzewa reprezentujące taksonomicznie różne rodzaje oraz figurujące jako podstawowa (*Populus nigra L.*) i dodatkowa (*Salix alba L.*) roślina żywicielska nastrosza topolowca. Plan hodowli gąsienic przedstawia schemat 1.

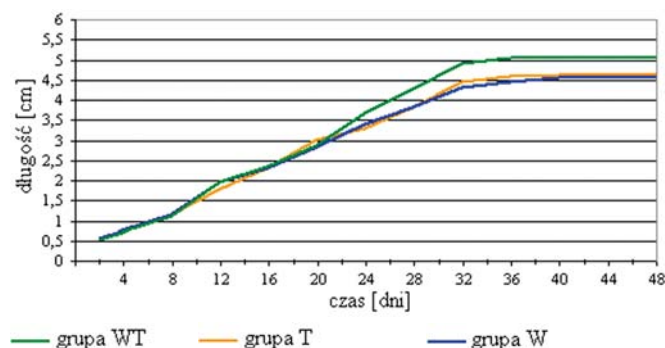
Wszystkie słoje na czas letni ustawiłem pod balkonem mojego domu, w miejscu zacienionym i zabezpieczonym przed opadami. Wymiany roślin pokarmowych oraz usuwania odchodów gąsienic dokonywałem codziennie. Temperaturę oraz wilgotność wewnątrz hodowlarek mierzyłem za pomocą termohigrometru. Dbałem, by były one takie same we wszystkich słojach oraz zbliżone do panujących na zewnątrz. Wilgotność regulowałem umieszczając wewnątrz słoików zwilżone bądź suche waciki kosmetyczne. Co drugi dzień, z dokładnością do 1mm mierzyłem długość larw. Po zmierzeniu wszystkich gąsienic wyliczałem średnią arytmetyczną ich długości, osobno dla każdej grupy. Obliczyłem też śmiertelność gąsienic, a daty ich śmierci notowałem. Na bieżąco obserwowałem ubarwienie oraz zachowanie larw. Daty wszystkich przepoczwarczeń zapisywałem, a stosując średnią arytmetyczną, wyliczyłem długość rozwoju larwalnego dla

wszystkich grup. Obserwowałem wielkość i barwę powstałych poczwarek. Następnie 3 słoje przystosowałem do pełnienia funkcji hodowlarek poczwarek. Dno każdego słoja podzieliłem na 3 części. Na każdą z nich przypadła 1/3 osobników z każdej grupy. Wilgotność oraz temperaturę kontrolowałem podobnie, jak w przypadku larw. Plan hodowli poczwarek przedstawia schemat 2.

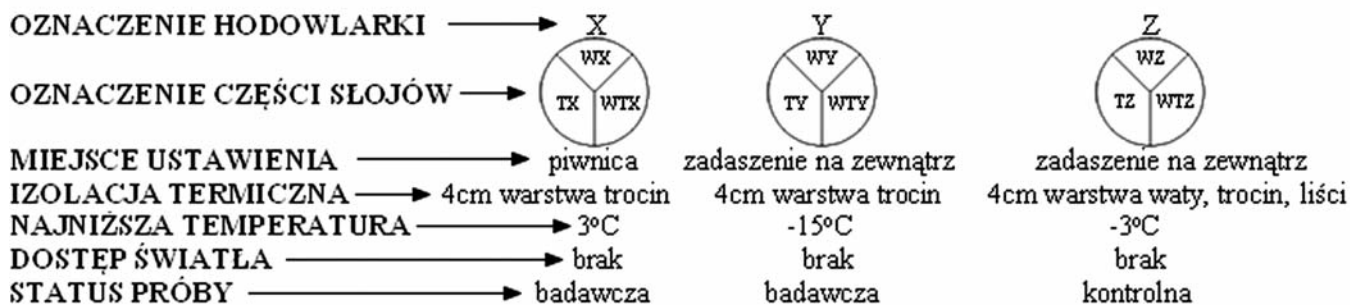
Słoje były tak ustawione od 15.09.2009 r. do 5.05.2010 r., po czym przeniósłem je w miejsce uprzedniego trzymania hodowlarek gąsienic. Do środka włożyłem gałęzie umożliwiające owadom swobodne wspięcie się i rozprostowanie skrzydeł. Obliczyłem również śmiertelność poczwarek we wszystkich hodowlarkach. Porównałem wielkość oraz zachowanie otrzymanych imagines, a daty wszystkich przeobrażeń zapisałem.

### WYNIKI

Zgodnie z moimi przypuszczeniami gąsienice żerujące jednocześnie na topoli czarnej i wierzbie białej, charakteryzowały się szybszym wzrostem niż osobniki żerujące tylko na jednym z wymienionych drzew. Dokładny przebieg wzrostu wszystkich grup larw w zależności od ich wieku przedstawiam w formie wykresu.



Wykres 1. Wzrost larw w zależności od ich wieku



Schemat 2. Plan hodowli poczwarek



Fot. 3. Młode larwy

Gąsienice karmione poszczególnymi rodzajami pokarmu charakteryzowały się zblizoną śmiertelnością, wahającą się od 6% do 11%. Obserwowałem ją jedynie w początkowej fazie rozwoju larw. Osobniki, które padły nie przekroczyły wieku 10 dni i długości 2 cm. Larwy ze wszystkich grup charakteryzowały się zblizonym, typowym dla *Laothoe populi* ubarwieniem.

Ku mojemu zaskoczeniu zaobserwowałem odmienne zachowania gąsienic w zależności od podawanego im pokarmu.

Gąsienice żerujące na topoli zachowywały się naturalnie. Na czas wymiany pokarmu i innych prac związanych z hodowlarkami stawały się zaniepokojone, przestawały żerować oraz przybierały charakterystyczną, pozycję obronną, którą ukazują fot. 4 i 5.



Fot. 4. Pozycja obronna larwy



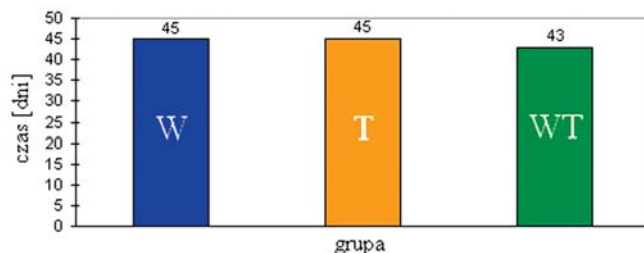
Fot. 5. Pozycja obronna larwy

Larwy żerujące na wierzbie zdawały się w ogóle nie przejmować moją obecnością. Nawet podczas usuwania odchodów gąsienic, kiedy to musiałem wyjąć je ze słoików nie przestawały pobierać pokarmu. Wręcz przeciwnie, niejednokrotnie usiłowały wejść na moje dłonie. Zjawisko to obserwowałem podczas ok. 3/4 prac związanych z hodowlarkami i nasilało się z wiekiem gąsienic.

Larwy, które karmiłem wierzbą i topolą jednocześnie, wykazywały to zastanawiające zachowanie znacznie rzadziej. Zdarzało się ono średnio podczas jednej na trzy wymiany pokarmu.

W zachowaniu wszystkich larw podczas zwyczajnego żerowania, kiedy nie prowadziłem żadnych prac, bezpośrednio związanych z hodowlarkami nie zaobserwowałem tak widocznych różnic. Osobniki karmione wierzbą wydawały się jednak bardziej ruchliwe od pozostałych.

Wszystkie gąsienice przechodziły metamorfozę poczwarkową na przełomie sierpnia i września 2009r. Średnią długość rozwoju larwalnego dla każdej z grup przedstawiam w formie wykresu.



Wykres 2. Długość rozwoju larwalnego

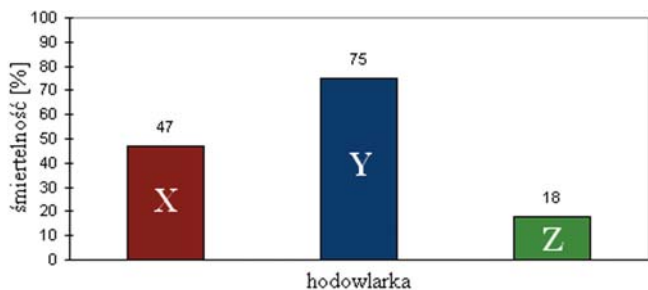


Fot. 6. Hodowlarka larw z termohigrometrem



Nie zaobserwowałem różnic w ubarwieniu powstałych poczwarek. Podobnie jak gąsienice, tak i poczwarki uzyskane z grupy WT górowały wielkością nad pozostałymi.

Znaczne rozbieżności wystąpiły w śmiertelności zimujących poczwarek. Różnice pomiędzy częściami każdej z hodowlarek X, Y, Z były jednak znikome. Słoje bardzo różniły się natomiast procentem martwych osobników pomiędzy sobą. Śmiertelność poczwarek w poszczególnych hodowlarkach przedstawiam w formie wykresu.



Wykres 3. Śmiertelność poczwarek



Fot. 7. Podział dna słoja Z

Nie odnotowałem istotnych różnic, w kondycji, zachowaniu czy też ubarwieniu dorosłych motyli. Osobniki pochodzące z pierwotnych hodowlarek WT1 i WT2 były stosunkowo większe od imagines, pochodzących z grup W i T. Wszystkie motyle lęły się na przełomie maja i czerwca 2010 r. Średni czas ich wylęgu był zbliżony dla wszystkich hodowlarek. Wyhodowane osobniki wypuściłem na wolność.

## DYSKUSJA

Uzyskane przeze mnie wyniki potwierdzają, że gąsienice karmione kilkoma gatunkami roślin żywicielskich mogą mieć rozwój szybszy niż osobniki odżywające się tylko jednym gatunkiem [7]. Larwy, które obserwowałem w hodowlarkach WT1 oraz WT2 często zmieniały gatunek jedzonej rośliny. Niejednokrotnie obserwowałem, że osobniki, które jednego dnia żerowały na topoli czarnej, następnego odżywiały się wierzwą białą. Działo się tak, pomimo że topoli w ho-

dowlarce wciąż było pod dostatkiem. Podejrzewam, że wynika to z różnego, czasowego zapotrzebowania gąsienic na określone składniki odżywcze, których zawartość jest różna dla *Populus nigra* L. i *Salix alba* L. Osobiście spodziewałem się większej przewagi w tempie wzrostu gąsienic z grupy WT nad pozostałymi larwami z grup W oraz T. Myślę, że różnica ta nie jest większa, ponieważ sprawdziłem jedynie dwie z kilkunastu roślin, którymi może odżywiać się *Laothoe populi*. Topola czarna figuruje jako jedna z podstawowych, a wierzba biała jako dodatkowa roślina żywicielska nastrosza topolowca [4]. Mimo to nie odnotowałem znaczących różnic w tempie wzrostu gąsienic żerujących jedynie na wierzbie w stosunku do karmionych topolą, co widać na wykresie nr 1. Interesujący jest fakt, że zarówno larwy żerujące na topoli, jak i te jedzące wierzbę, pomimo dłuższego czasu rozwoju przedstawionego na wykresie nr 2 nie osiągnęły równie dużych rozmiarów, co osobniki z hodowlarek WT1 i WT2. Myślę, że związane to było z fotoperiodyzmem oraz regulacją hormonalną przeobrażeń. Uważam, że gdyby nie zbliżająca się wraz z krótszym dniem jesień, gąsienice osiągnęłyby przed przepoczwarczeniem długość swojego rodzeństwa karmionego jednocześnie wierzwą białą i topolą czarną.

Gąsienice prawie nie różniły się stopniem śmiertelności. Osobniki, które padły były bardzo młode. Również w środowisku naturalnym śmiertelność gąsienic maleje wraz z ich wiekiem. Oddziaływające na larwy czynniki, poza rodzajem pokarmu były jednakowe dla wszystkich grup. Oznacza to, że w przypadku nastroszy topolowców rodzaj pokarmu nie jest czynnikiem wpływającym na ich przeżywalność. Prawdopodobnie ta nie dotyczy jednak wszystkich motyli, ponieważ znane są gatunki, u których rodzaj rośliny żywicielskiej wpływa znacząco na śmiertelność [7].

Wszystkie badane osobniki charakteryzowały się podobnym ubarwieniem, więc również w tym przypadku należy wykluczyć wpływ pokarmu.

Zaintrygowało mnie zachowanie gąsienic, w których bazie pokarmowej znalazła się wierzba. Muszę w tym miejscu nadmienić, że w sezonie 2007/2008 prowadziłem doświadczenie niemal identyczne do obecnie opisywanego, a uzyskane w obu badaniach wyniki są bardzo podobne. Pomimo, że podczas prac związanych z hodowlarkami gąsienice powinny czuć się zagrożone, to larwy z hodowlarek W1 i W2 często nie zwracały na mnie uwagi, bądź też jak pisałem, usiłowały wejść na moje dłonie. Zastanawiając się w dalszym ciągu nad przyczyną tego zachowania zacząłem podejrzewać, że wierzba musi zawierać jakieś substancje pobudzające, wręcz narkotyczne. Długo szukałem wiadomości na ten temat, ale w dostępnych mi źródłach nie znalazłem żadnych informacji potwierdzających moje przypuszczenia. W tej sytuacji zastanawia mnie stosunek śmiertelności gąsienic żerujących na topoli do tych odżywiających się wierzwą w środowisku naturalnym. Wydaje mi się, że ruchliwe, nieostrożne gąsienice żerujące na wierzbie powinny paść częstszą ofiarą wrogów naturalnych niż larwy je-



Fot. 8. Larwy przed przepoczwarceniem



Fot. 9. Przykłady wyhodowanych poczwarek



Fot. 10. Najmniejsza i największa uzyskana poczwarka

dzące topole, które niemal idealnie wtapiają się w tło.

Największe rozmiary osiągnęły poczwarki powstałe z gąsienic, które żerowały na wierzbie i topoli jednocześnie. Jest to zrozumiałe, ponieważ najczęściej wielkość poczwarek jest analogiczna do rozmiarów larw.

Nastrosz topolowiec należy do grupy motyli, których prawidłowy wzrost wymaga poddania ich zimującym poczwarkom działaniu lekkiego mrozu. Moje badanie potwierdziło tę tezę. Dzięki podziałowi wnętrza słoju wiem, że różnice w śmiertelności nie wynikały z podawanego gąsienicom pokarmu, a czynnikiem warunkującym śmiertelność była temperatura. W przypadku hodowlarki X zakłócone zostały mechanizmy regulacji hormonalnej metamorfozy. Owady przechodzące stan diapauzy zimowej, w tym nastrosz topolowiec muszą przejść okres oziębienia, aby komórki neurosekrecyjne mózgu mogły podjąć działanie [5]. Poczwarki ze słoja X nie były poddane działaniu lekkiego mrozu i minimalna temperatura 3°C okazała się niewystarczająco niska dla części osobników. Główną przyczyną śmierci motyli w hodowlarce Y było zamrożenie. Pomimo tego, że słoje Y był wystawiony na działanie takich samych temperatur co słoje Z, poczwarki pozbawione były wystarczającej izolacji termicznej. W środowisku naturalnym taką ochronę sta-

nowi warstwa gleby, a w hodowlarce Z były nią opisane warstwy trocin, waty oraz liści. Do przetrwania tak silnego mrozu były zdolne tylko niektóre poczwarki. W słoju Z starałem się stworzyć warunki jak najbardziej zbliżone do naturalnych i okazały się one najodpowiedniejsze dla hodowanych motyli. Podobne wyniki uzyskałem hodując inne gatunki polskich motyli zimujących w stadium poczwarki.

Mam nadzieję, że dokonane przeze mnie obserwacje przyczynią się do bliższego poznania rozwoju wspaniałych owadów jakimi są motyle.

#### PIŚMIENNICTWO

- 1. Hofmann H. (2000) Naturführer. Schmetterlinge – Gräfe und Unzer Verlag GmbH, München.
- 2. <http://pl.wikipedia.org/wiki/>
- 3. <http://sphingidae.prv.pl/>
- 4. <http://www.lepidoptera.pl/>
- 5. *Biologia rozwoju owadów*, pr. zbior. pod red. Czesława Jury, PWN, Warszawa 1988.
- 6. Sandner H., *Owady*, PWN, Warszawa 1989.
- 7. Szujewski A., *Entomologia leśna*, t. I, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1998.

#### Biologia w internecie

- Chciałbym Państwu polecić dwie strony internetowe poświęcone głównie nauczaniu genetyki. Strony są angielskojęzyczne – signum temporis. Tak jak kiedyś językiem nauki, zwłaszcza biologii, była łacina, tak dziś jest nim angielski. Jednak gorąco Państwa namawiam do skorzystania z obu portali. Znajdują się tam nie tylko informacje dotyczące np. mechanizmów dziedziczenia, ale również animacje, gry dydaktyczne i problemy do rozwiązania. Uważam, że z Państwa komentarzem materiały te mogą być użyte na lekcjach biologii.
  - <http://learn.genetics.utah.edu>
  - <http://www.dnafb.org/28>
- W Belgii odkryto kompletną skamielinę dewońskiego owada. Odkrycie to wypełnia lukę utrudniającą zrozumienie ewolucji uskrzydłych owadów. Więcej na stronie:
  - <http://www.nature.com/nature/journal/v488/n7409/full/488034a.html>
- U myszy dotkniętych chorobą odpowiadającą ludzkiej dystrofii miotonicznej typu 1 obiecujące wyniki daje leczenie za pomocą specyficznego, antysensownego RNA. Więcej na stronie:
  - <http://www.nature.com/nature/journal/v488/n7409/full/488036a.html>
- W eocenie, 48–55 mln lat temu, na Antarktydzie rosły palmy. Więcej na stronie:
  - <http://www.nature.com/nature/journal/v488/n7409/full/nature11300.html>



# Rozwijamy zdolności matematyczne i przyrodnicze

Niezastąpiona pomoc dla nauczycieli przyrody i matematyki w klasach 4-6



Skład pakietu:

- teczka przyrodnika
  - teczka matematyka
  - książka ze wskazówkami do pracy z uczniem zdolnym
  - płyta CD: **dokumentacja pracy** (dokumenty do edycji i wydruku), **materiały ilustracyjne** (257 ilustracji roślin i zwierząt, 49 map, 83 rysunki matematyczne)
  - dostęp do serwisu **www** z dodatkowymi ćwiczeniami.
- pomysły na kółka zainteresowań, karty pracy dla ucznia zdolnego, propozycje konkursów, domina, gry planszowe, plakaty**

[www.raabe.com.pl](http://www.raabe.com.pl)  
infolinia: 22 244 84 00

**RAABE**  
ZAJRZYJ I ZNAJDZ

# Czasopisma pedagogiczne - pomagają uczyć z pasją!



Redakcja Czasopism Pedagogicznych EduPress, Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Spółka z o.o.  
Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa  
tel. 22 244 84 78, faks 22 244 84 10, e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

[www.edupress.pl](http://www.edupress.pl)