

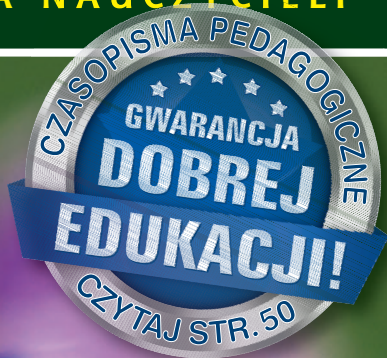
Nr 5 WRZESIEŃ/PAŹDZIERNIK 2012

z Przyrodą

# Biologia w Szkole

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

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI



Niestyszalne  
**DŹWIĘKI**

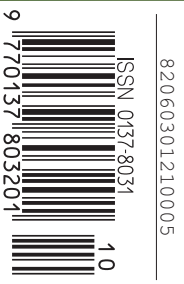
Kącik  
olimpijski

Dolina  
**Baryczy**

Fizjologia roślin  
- **KARTY PRACY**

**BIOTECHNOLOGIA:**

Co straszy  
w mogilnikach?



# 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 ZNAJDŹ



NUMER 5 WRZESIEŃ/PAŹDZIERNIK 2012 337  
(LXV) indeks 352659 Nakład 4000 egz.  
CENA zł 18,50 (w tym 5% VAT)



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 mate-  
riałów, zastrzega sobie prawo formal-  
nych zmian w treści artykułów i nie od-  
powiada za treść płatnych reklam.

Zapraszamy  
do odwiedzenia  
naszej strony w Internecie

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

## Szanowni Czytelnicy

Powoli zapominamy o wakacjach. Rano, gdy idziemy do pracy, jest coraz ciemniej, a na dokładkę mass media trąbia, jak kiepsko uczymy. Nic, tylko się załamać, gdyby uwierzyć w to, co się widzi, czyta i słyszy. A przecież w południe nadal potrafi pięknie zaświecić słońko, a nasi uczniowie zdobywają laury na konkursach i to nie tylko krajowych. Gdzie jest prawda? Zapewne i tu, i tu. Rano potrafi być paskudnie, trudno wstać i zmobilizować się do pracy, a i uczniowie bywają różni... Jeśli zapomnimy o tych najlepszych i słonecznych chwilach, to rzeczywiście może być ciężko. Z drugiej strony czy naszym ideałem jest szara i nijaka japońska szkoła produkująca absolwentów jak wysoce sprawna fabryka automatów? Wszystkich na miarę, bez usterek, ale i bez polotu (namawiam do lektury książki Tiziano Terzaniego W Azji). Osobiście wyżej cenię sobie nauczanie, które potrafi wychwycić diamenty i je oszlifować. Szkołę, która kształci ludzi twórczych, a nie ślepo podporządkowujących się regułom szarej codzienności. Czy potrafimy to robić? Nie jestem pewien, czy zawsze, ale wiem, że często tak, bo spotykam się z wybitnymi ludźmi w Krajowym Funduszu na rzecz Dzieci i to wtedy, gdy są uczniami, jak również gdy przed swoim nazwiskiem mogą już wpisać skrót prof. Spotykam ich również na zachodnich uczelniach, i to również tych najlepszych, jak np. Gurdon Institute w Cambridge i Rockefeller University (Nowy Jork, USA). Jednym słowem – jesień, drodzy Państwo, ani ciepła, ani zimna, nie-słoneczna, ale też nie leje jak z cebra, a drzewa stoją w kolorach... Niektóre są cudownej urody, tak jak nasi uczniowie i absolwenci. Możemy z nich być dumni i cieszyć się, że udało nam się przyczynić do ich sukcesu. Mam nadzieję, że również „Biologia w Szkole” ma w tym swój udział.

W niniejszym numerze znajdziecie Państwo dowód na to, że mass media mijają się z prawdą. Zamieszczamy artykuł autorstwa Pani Aleksandry Mikiciuk, która podczas realizacji pracy licencjackiej na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego odkryła nowy enzym o potencjalnie ogromnym znaczeniu dla usuwania z gleby niebezpiecznych pestycydów. Czy to mało?

Namawiam również do lektury artykułu o ultradźwiękach. To kolejny temat z pogranicza fizyki i biologii, poruszany w naszym czasopiśmie. Piszemy o tym, wierząc, że współczesna nauka najszybciej rozwija się na styku różnych specjalności, a fizyka i biologia to szczególnie miazg, którego owoce znajdziemy nie tylko w nowoczesnych laboratoriach, ale również na co dzień, np. w przychodniach lekarskich.

Polecam Państwa uwadze rozwiązania metodyczne z zakresu fizjologii roślin, które specjalnie dla „Biologii w Szkole” przygotowały Pani dr Marlena Zielińska i dr Alina Trejgell. To kolejna znakomita, moim zdaniem, publikacja tego duetu autorskiego.

W numerze znajdziecie Państwo nowinki i ciekawostki biologiczne ujęte w stałych działach naszego pisma. Mam nadzieję, że uznacie je Państwo za ciekawe i przydatne w procesie dydaktycznym.

Życzę miłej lektury

Piotr Borsuk

### Co nowego w biologii?

- **Metody fizyczne w służbie biologii. Ultradźwięki** 4
- Karina Kubiak-Ossowska, Dawid Basak, Marek Szablewski



- **Biotechnologia na co dzień, czyli co w starych mogiłnikach straszy** 13
- Aleksandra Mikiciuk

### Ogródek „BwS”

- **Tarnina (*Prunus spinosa*)** 20

### Ciekawostki

- **Trzmiele i trzmielce** 22



### Nowinki

- **Afrykańskim myszom odrasta skóra** 23
- **Hormon otyłości u muszki owocowej** 23
- **Komórki pochodzące z męskiego płodu mogą przez całe życie chronić matkę przed chorobą Alzheimera** 23

### Galeria Biologii w szkole

- **Dolina Baryczy** 24



### Z praktyki szkolnej

- **Fizjologia roślin – rozwiązania metodyczne** 26
- Marlena Zielińska, Alina Trejgell



- **Rodzice z nauczycielami na linii ognia?** 36
- Magda Assaf

- **Nowy e-podręcznik na Starym Kontynencie** 37
- Marcin Łęczycki

- **Edukacja przyrodnicza dzieci w polskiej myśli pedagogicznej pierwszej połowy XIX wieku** 38
- Jan Wnęk

### Kącik ekologiczny

- **Dolina Baryczy – mała ojczyzna** 40
- Cezary J. Tajer

### Kącik olimpijski

- **Wpływ grzybów poliporooidalnych na kształt i wielkość liści brzozy brodawkowatej (*Betula pendula*)** 43
- Rafał Białek

- **Wpływ temperatury na zjawisko fotoperiodyzmu na przykładzie koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) oraz chryzantemy wielokwiatowej (*Dendranthema grandiflora* L.)** 46
- Łukasz Marek Działach



# Metody fizyczne w służbie biologii

## Ultradźwięki

**Badanie USG znane jest powszechnie, ale zapewne niewielu z Państwa wie, że ultradźwięki są wykorzystywane nie tylko do badania tego, co w organizmach żywych jest ukryte pod powłokami ciała, ale również w zdecydowanie bardziej inwazyjnym celu. Jeśli zadać pytanie o zastosowanie ultradźwięków biologowi molekularnemu, w pierwszej kolejności pomyśli nie o USG, lecz o dezintegracji tkanek i komórek, fragmentacji kwasów nukleinowych itp., czyli o metodach związanych z pierwszymi etapami oczyszczania białek, np. heterologicznych białek wytwarzanych przez komórki pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*). Warto o tym pamiętać, gdy ktoś zapyta nas, po co biologowi, w szczególności współczesnemu biotechnologowi, ultradźwięki. A że znajdują one również szerokie zastosowanie poza biologią i medycyną, warto o nich wiedzieć nieco więcej.** <red>

Karina Kubiak-Ossowska, Dawid Basak,  
Marek Szablewski

### USG

Każdy z nas słyszał o badaniu USG i wie, że jest to skrótowa nazwa badania ultrasonograficznego. Ale nie każdy z nas zdaje sobie dokładnie sprawę z tego, co ten termin oznacza. Ultrasonografia (od ang. *ultra-sound*, czyli naddźwięk) to nic innego jak tylko ultradźwięki. Wynika z tego, że dźwiękiem można badać... i to już budzi w nas zdziwienie. Dzięki rozwojowi fizyki i techniki już od ponad 40 lat metoda ta jest powszechnie stosowana w diagnostyce medycznej, ciesząc się ogromną popularnością ze względu na duży zakres zastosowań, stosunkowo niskie koszty aparatury i – co najważniejsze – swoją nieszkodliwość.

Do tej pory nie znaleziono żadnych skutków ubocznych spowodowanych badaniem USG osób dorosłych. W przypadku ekspozycji płodu (na przykład w czasie badania wykonywanego na ciężarnej matce) zauważono pojawienie się niewielkich problemów natury neurologicznej. Niemniej jednak występują one tylko w przypadku długotrwałego wystawienia na działanie ultradźwięków o dużym natężeniu, a do takiego nie dochodzi w trakcie rutynowych badań USG oferowanych kobietom ciężarnym. Wspomniane efekty uboczne udało się osiągnąć tylko w laboratorium, kiedy niekończącym się eks-

perymentom poddawano... myszy, a i tak skutki uboczne nie były bardzo niepokojące. W praktyce wydaje się, że badanie USG nie ma żadnych skutków ubocznych i to jest kluczem do ogromnego sukcesu tej metody diagnostycznej.

Aby przybliżyć Czytelnikowi, na czym polega badanie metodą USG, najpierw postaramy się przypomnieć kilka podstawowych wiadomości dotyczących dźwięków i fal mechanicznych, aby potem przejść do zjawiska piezoelektrycznego wykorzystywanego w głowicach USG, odbicia fal dźwiękowych na granicy tkanek, rekonstrukcji obrazu na podstawie echa wysyłanych fal dźwiękowych i w końcu do zastosowań tej metody.

### ■ Ruch falowy i fale mechaniczne

Ruch falowy jest zjawiskiem bardzo rozpowszechnionym w przyrodzie. Każdy z pewnością słyszał o falach: głosowych, dźwiękowych, radiowych, świetlnych, elektromagnetycznych... Poniżej omówimy fale mechaniczne, których przykładem są fale dźwiękowe, a zainteresowanych falami elektromagnetycznymi odsyłamy do naszych poprzednich artykułów i podanej tam literatury fachowej.

Fala polega na rozchodzeniu się zaburzeń własności ośrodka bez przemieszczania się materii. W przypadku zaburzeń mechanicznych (fal mechanicznych takich jak dźwięk, fala na sznurze czy fala na wodzie – drgania lub powtarza-

jące się periodycznie zagęszczenia i rozrzedzenia ośrodka materialnego) mówimy o **falach mechanicznych**. Prędkość rozchodzenia się fal jest różna w zależności od rodzaju fali i ośrodka. Największą prędkość ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s) mają fale elektromagnetyczne (światło) w próżni.

Dźwięk będący powtarzającymi się zagęszczeniami i rozrzedzeniami ośrodka (fala ciśnienia) nie ma stałej prędkości rozchodzenia się i zależy od rodzaju ośrodka. Im ośrodek jest gęstszy, tym dźwięk rozchodzi się szybciej. Dzieje się tak dlatego, że w ośrodku gęstym, takim jak ciało stałe, cząsteczki ośrodka są położone bardzo blisko siebie i przekazywanie zaburzenia jest ułatwione. Można to sobie wyobrazić w ten sposób, że jedna cząsteczka wytrącona ze swojego położenia równowagi będzie popychać swoich sąsiadów – im bliżej są sąsiedzi, tym szybciej cząsteczka popchnie inne cząsteczki i w rezultacie dźwięk w ciałach stałych będzie się rozchodził szybciej niż w cieczach. Ponieważ gazy mają najmniejszą gęstość, dźwięk rozchodzi się w nich najwolniej. Jest dokładnie odwrotnie niż w przypadku fal elektromagnetycznych.

Fale mechaniczne rozchodzą się wyłącznie w ośrodkach materialnych, nie mogą więc rozchodzić się w próżni. Niemniej jednak zarówno fale elektromagnetyczne, np. światło, jak i mechaniczne, np. dźwięk, charakteryzuje się za pomocą tych samych wielkości fi-

zycznych, które wymieniono poniżej i przedstawiono na rys. 1:

- długość fali  $\lambda$ , czyli iloczyn prędkości fali  $v$  i czasu  $T$  (okres), w którym przemieszcza się jedno pełne zaburzenie:

$$\lambda = vT; \quad (1)$$

- prędkość rozchodzenia się fali  $v$ ; częstotliwość fali  $f$ , czyli odwrotność okresu. Inaczej mówiąc, częstotliwość fali jest liczbą cykli zjawiska okresowego występujących w jednostce czasu:

$$f = \frac{1}{T}; \quad (2)$$

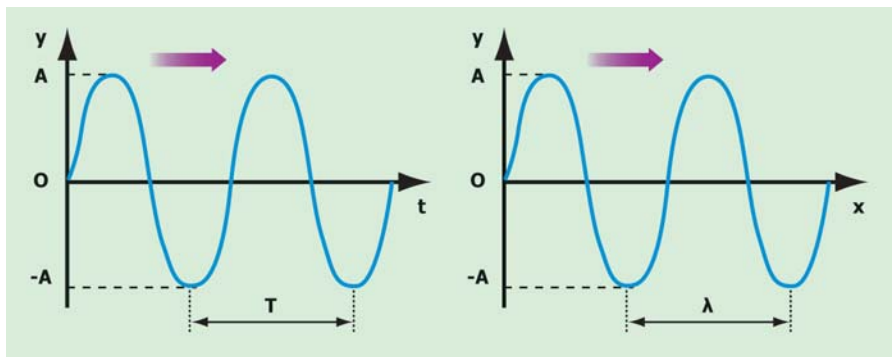
- okres drgań  $T$ , czyli czas, po którym sytuacja zaczyna się powtarzać;
- amplituda drgań  $A$  (oznaczana również jako  $y_0$ ), czyli największe wychylenie z położenia równowagi;
- natężenie fali  $I$ , czyli energia przeniesiona przez falę w jednostce czasu przez jednostkową powierzchnię przekroju poprzecznego w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku rozchodzenia się fali:

$$I = \frac{\Delta E}{\Delta t \Delta S}. \quad (3)$$

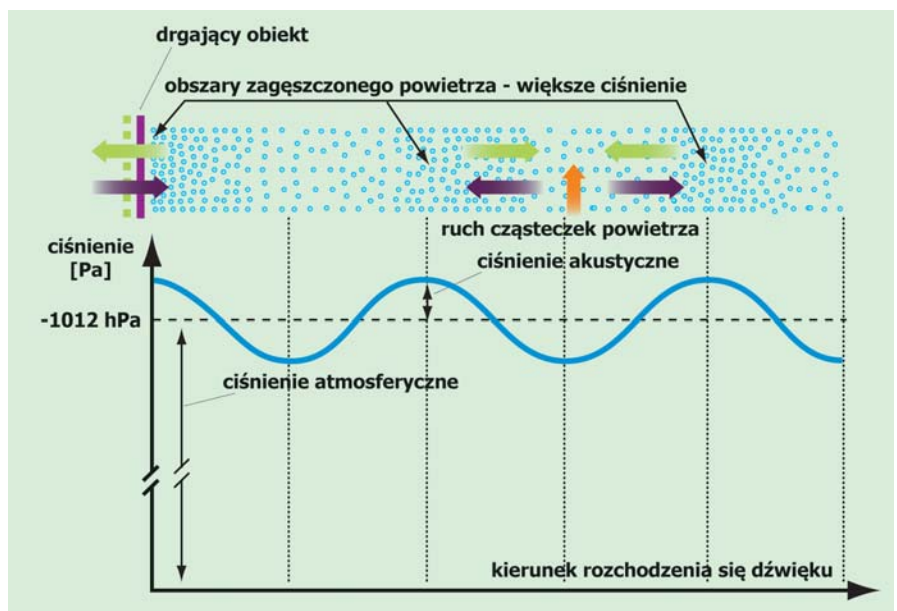
Fala sinusoidalna, przedstawiona na Rys. 1, powstaje wówczas, gdy ośrodek jest pobudzany cyklicznie do drgań, np. gdy w tych samych odstępach czasu będziemy uderzać dłonią w bęben, powstanie sinusoidalna fala dźwiękowa. Chwilowe wychylenie  $y$  cząsteczki ośrodka uczestniczącej w ruchu falowym zależy zarówno od czasu, jak i położenia tej cząsteczki (odległości  $x$  od miejsca wzbudzenia fali) i jest opisane za pomocą **równania falowego** (4):

$$y(x, t) = y_0 \cos(\omega t \pm kx + \varphi), \quad (4)$$

gdzie  $y$  to miara odkształcenia ośrodka, np. ciśnienie powietrza, naprężenie w ciele stałym,  $y_0$  jest maksymalnym wychyleniem z położenia równowagi (= amplituda  $A$ ),  $k$  oznacza liczbę falową (liczba fal, która przypada na odcinek o jednostkowej długości),  $x$  jest współrzędną w kierunku, w którym rozchodzi się fala, to częstość



Rys. 1. Fala sinusoidalna z zaznaczonymi wielkościami fizycznymi charakteryzującymi falę. Zakładamy, że fala rozchodzi się w prawo, tak jak pokazuje strzałka



Rys. 2. Powstawanie i rozprzestrzenianie się dźwięku w postaci fal ciśnienia oraz ciśnienie akustyczne

kołowa ( $\omega = 2\pi f$ ,  $f$  to częstotliwość, czyli odwrotność okresu),  $t$  oznacza czas, a  $\varphi$  – fazę początkową fali. Znak „-” w równaniu falowym dotyczy fali biegnącej w prawo, a znak „+” fali biegnącej w lewo. To proste równanie pozwala opisać rozchodzenie się dźwięków.

### ■ Dźwięk

Dźwięk jest definiowany jako **drgania cząstek ośrodka względem położenia równowagi**. Drgania te rozchodzą się (propagują) w powietrzu w postaci fal akustycznych, czyli następujących po sobie lokalnych zagęszczeń i rozrzedzeń powietrza. Ponieważ zagęszczenia i rozrzedzenia ośrodka powodują lokalne zmiany ciśnienia (zgodnie z intuicją tam, gdzie cząsteczek jest więcej, ciśnienie jest wyższe i od-

wrotnie), fale dźwiękowe nazywa się czasem również falami ciśnienia. Prędkość, z jaką się one rozchodzą, nazywana jest prędkością dźwięku. W powietrzu wynosi ona ok. 340 m/s. Źródłami dźwięku są drgające obiekty, takie jak struna (gitary, skrzypiec, a także... struna głosowa) lub elementy maszyn, uderzenia czy przepływ powietrza (gwizdek) – wszystkie te przedmioty wprawiają cząsteczki powietrza w drganie. Zjawisko powstawania i rozprzestrzeniania się dźwięku schematycznie przedstawia rys. 2. Dźwięki rozprzestrzeniają się generalnie w ośrodkach sprężystych, a więc w powietrzu, ale także w ciałach stałych (stal, metal, beton) i cieczach (woda).

W miejscach zagęszczenia cząsteczek ciśnienie powietrza jest tro-

chę wyższe niż ciśnienie atmosferyczne, a w miejscach rozrzedzenia jest ono z kolei trochę niższe niż ciśnienie atmosferyczne. Ciśnienie wywołane rozchodzeniem się dźwięku nazywamy ciśnieniem akustycznym. Oznaczamy je literą  $p$  i wyrażamy w normalnych jednostkach ciśnienia, czyli paskalach (Pa). Im większa jest amplituda drgań źródła dźwięku, np. cząsteczek powietrza, tym większe jest ciśnienie akustyczne. Wielkość ciśnienia akustycznego determinuje głośność dźwięku. Dźwięk jest tym głośniejszy, im większe jest ciśnienie akustyczne. I tak szept ma ciśnienie akustyczne równe około 0,0003 Pa ( $3 \cdot 10^{-4}$  Pa), a młot pneumatyczny – około 2 Pa (rys. 3).

Najcichszy dźwięk, jaki jest w stanie usłyszeć człowiek o zdrowym słuchu, wynosi około 0,00002

Pa, czyli  $20 \mu\text{Pa}$  ( $20 \cdot 10^{-6}$  Pa). Dźwięki powyżej 20 Pa powodują ból uszu. Z uwagi na duży zakres ciśnienia akustycznego (od  $20 \mu\text{Pa}$  do dziesiątek Pa, czyli różnica wynosi milion razy) w praktyce stosuje się skalę logarytmiczną i operuje się pojęciem poziomu ciśnienia akustycznego, wyrażonego w decybelach (dB), jako wartości względnej odniesionej do  $p_0$ , czyli ciśnienia odniesienia równego  $20 \mu\text{Pa}$ . Poziom ciśnienia akustycznego dźwięku  $L$  o ciśnieniu  $p$  wyznacza się na podstawie zależności (5):

$$L = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \quad (5)$$

Oznacza to, że dźwięk o ciśnieniu  $20 \mu\text{Pa}$  ma poziom ciśnienia akustycznego równy 0 dB, dźwięk o ciśnieniu 2 Pa ma poziom równy 100 dB, podczas gdy start samolotu

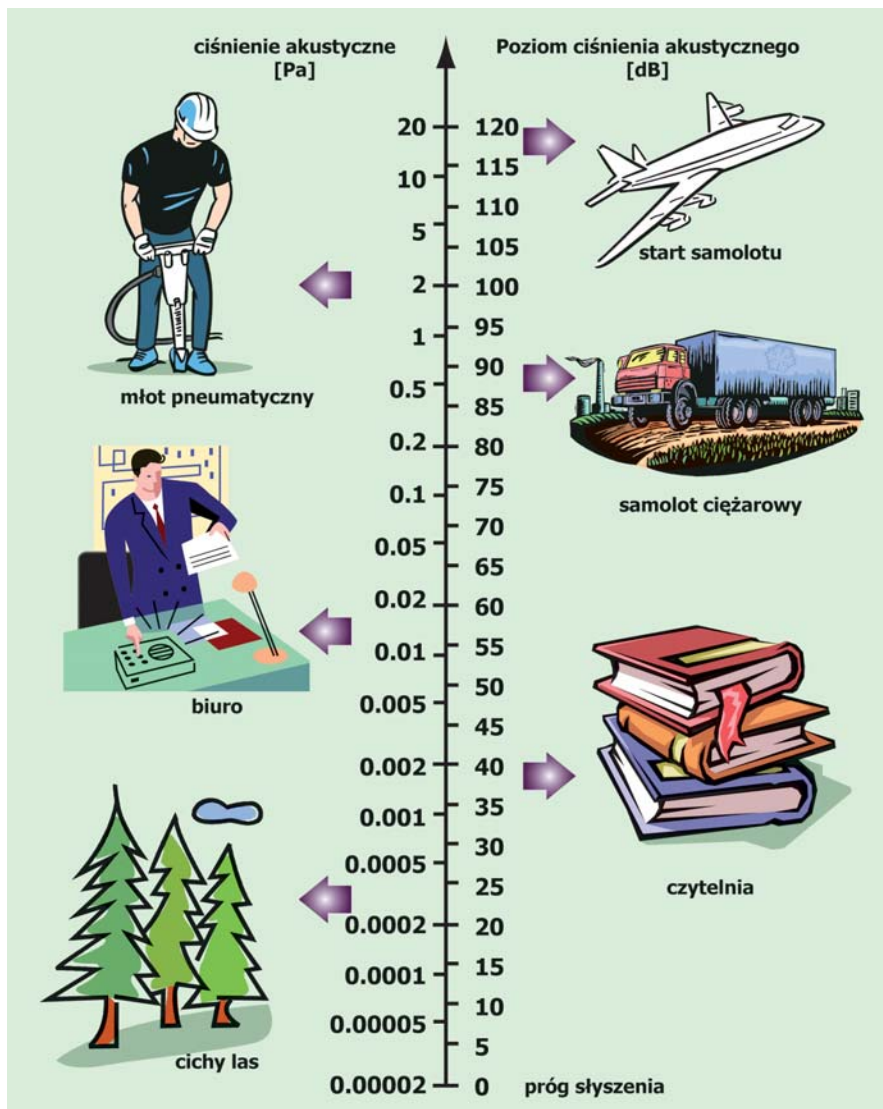
(uznawany za próg bólu) ma poziom ciśnienia akustycznego równy 120 dB (rys. 3).

### ■ Zakres (widmo) dźwięków

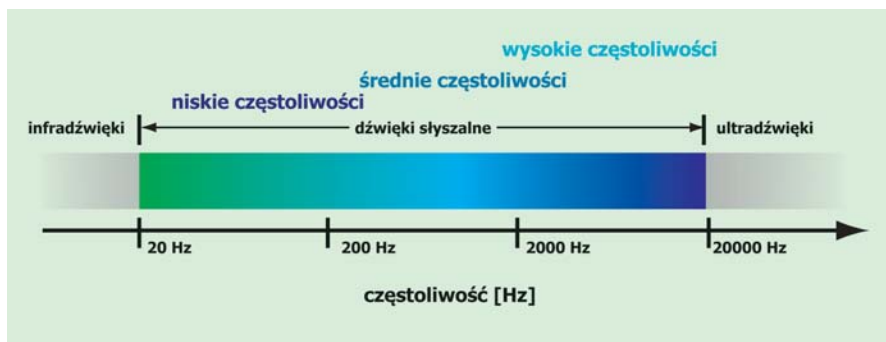
Poza głośnością ucho ludzkie reaguje także na częstotliwość dźwięku. Jeśli częstotliwość dźwięku będzie zbyt mała lub zbyt duża, nawet pomimo dużej głośności nasze ucho takiego dźwięku nie odbierze. Ucho ludzkie odbiera dźwięki o częstotliwości mieszczącej się w zakresie od 20 Hz do 20 kHz (1 kHz = 1000 Hz). Dźwięki z tego zakresu nazywamy dźwiękami słyszalnymi. Dźwięki o częstotliwości poniżej 20 Hz to infradźwięki, a dźwięki o częstotliwości powyżej 20 kHz to interesujące nas ultradźwięki (Rys. 4). Dźwięki słyszalne możemy podzielić na nisko-, średnio- i wysokoczęstotliwościowe, jednak granice tych podziałów są płynne. Dźwięki o niskiej częstotliwości odbierane są przez człowieka jako dźwięki basowe, a dźwięki o wysokiej częstotliwości jako soprany.

Zanim przejdziemy do ultradźwięków, warto na chwilę zatrzymać się nad problemem szkodliwości dźwięku w ogóle. Za element szkodliwości środowiska uznaje się zazwyczaj hałas definiowany jako dźwięki o nadmiernym natężeniu (zbyt głośne) w danym miejscu i czasie. Do hałasu nie można się przyzwyczaić. Nawet jeśli nie odbieramy go świadomie, szkodzi on zdrowiu.

Przyczyną hałasu mogą być zarówno dźwięki intensywne, jak i wszelkiego rodzaju niepożądane dźwięki wpływające na tło akustyczne, uciążliwe z powodu długotrwałości, jak na przykład stały odgłos pracujących maszyn lub muzyki. Hałas prowadzi do uszkodzenia słuchu, wpływa negatywnie na psychikę (zdenerwowanie, agresywność, depresje, zaburzenia psychiczne), bywa przyczyną nadciśnienia tętniczego, zaburzeń pracy żołądka i wrzodów żołądka, może powodować przyspieszone starzenie się. U dzieci długotrwały hałas powoduje zaburzenia rozwoju umysłowego. Z zagrożenia, jakie hałas stwarza dla ludzkiego zdrowia, zdano sobie sprawę bardzo dawno. Robert Koch (laureat Nagro-



Rys. 3. Ciśnienie akustyczne i odpowiadające mu poziomy ciśnienia akustycznego różnych dźwięków



Rys. 4. Widmo (częstotliwość) dźwięków

dy Nobla w 1905 roku za badania nad gruźlicą) powiedział, że: „Nadejdzie dzień, gdy człowiek będzie musiał walczyć z bardzo niebezpiecznym wrogiem swego zdrowia – z hałasem – tak samo jak kiedyś walczył z cholera i dżumą”. Tego wroga jeszcze nie pokonaliśmy. Co więcej, nadal nie do końca zdajemy sobie sprawę z jego istnienia i ogromnej szkodliwości.

#### ■ Ultradźwięki jako narzędzie diagnostyczne

Zwolennicy diagnostyki ultradźwiękowej podkreślają, że ten rodzaj badań, w przeciwieństwie do diagnostyki rentgenowskiej i scyntygrafii, nie powoduje jonizacji atomów. Mimo to diagnostyka i terapia ultradźwiękowa ciągle budzą pewne wątpliwości co do ich pełnej nieszkodliwości. Nad bezpieczeństwem medycznych zastosowań ultradźwięków czuwa w Europie Komitet do Spraw Bezpieczeństwa powołany przez towarzystwa ultradźwiękowe, w USA – Komitet Skutków Biologicznych przy Amerykańskim Instytucie Ultradźwięków w Medycynie (American Institute of Ultrasound i Medicine, AIUM). Formalne przepisy regulujące dawkowanie ultradźwięków wydają International Electrotechnical Commission (IEC) w Europie i Food and Drug Administration Center for Devices and Radiological Health (FDA) w Ameryce.

Ultrasonografia jest nieinwazyjną metodą wykrywania zmian patologicznych w narządach, bez potrzeby podawania środków cieniujących. Skan USG (słowa *prześwietlenie* trudno używać w przypadku dźwięków) pozwala na ocenę

kształtu, wielkości i położenia narządu czy narządów, a także ich powierzchni i wnętrza. Na podstawie skanu można wysunąć wiele wniosków prowadzących do prawidłowej diagnozy. Sondy z nakładką biopsyjną umożliwiają w trakcie badania precyzyjne nakłucie obserwowanego narządu czy przestrzeni między narządami i pobranie materiału do badania histopatologicznego, a także wykonanie takich zabiegów jak opróżnienie zbiorników patologicznego płynu. Sondy USG umieszcza się przełyku, żołądka, pochwie i odbytnicy co pozwala na precyzyjne badanie odpowiednio: serca, ściany żołądka, narządów rodnych oraz gruczołu krokowego. Niektóre zabiegi operacyjne przeprowadza się pod kontrolą USG. Istnieją również sondy przeznaczone do badania oczodołu i gałki ocznej.

Za pomocą aparatów USG można badać: narządy jamy brzusznej, układ nerwowy, narządy szyi i klatki piersiowej, stawy i aparat więzadłowy, tkanki miękkie i mięśniowe, jądra, jak również kontrolować przebieg ciąży i rozwój płodu. Przykładowy wynik badania USG przedstawiono na rys. 5. Dodajmy, że praktycznie nie ma przeciwwskazań do przeprowadzenia badania USG, ponieważ wykonywane prawidłowo nie powodują żadnych skutków ubocznych. Dlatego jest to najlepsza nieinwazyjna metoda diagnostyczna.

#### ■ Oddziaływanie ultradźwięków z tkankami

Fala dźwiękowa, przechodząc przez ciało człowieka, wprawia w drgania napotkane tkanki. Gdy trafia na przeszkodę, na przykład granicę między różnymi strukturami anatomicznymi lub niejednorodności tkanki (zwapnienie, pęcherzyki gazów, ciała obce), jej część zostaje odbita i wraca do źródła, a część propaguje dalej, aż trafi na kolejną przeszkodę. Różnica gęstości tkanek powoduje drastyczną zmianę kierunków rozchodzenia się fali. Aby uniknąć dużego odbicia fali ultradźwiękowej na granicy ośrodków: głowica – powietrze i powietrze – skóra, na powierzchnię skóry nakłada się specjalnie dobrany żel. Dzięki temu ultradźwię-



Rys. 5. Przykładowy skan USG płodu

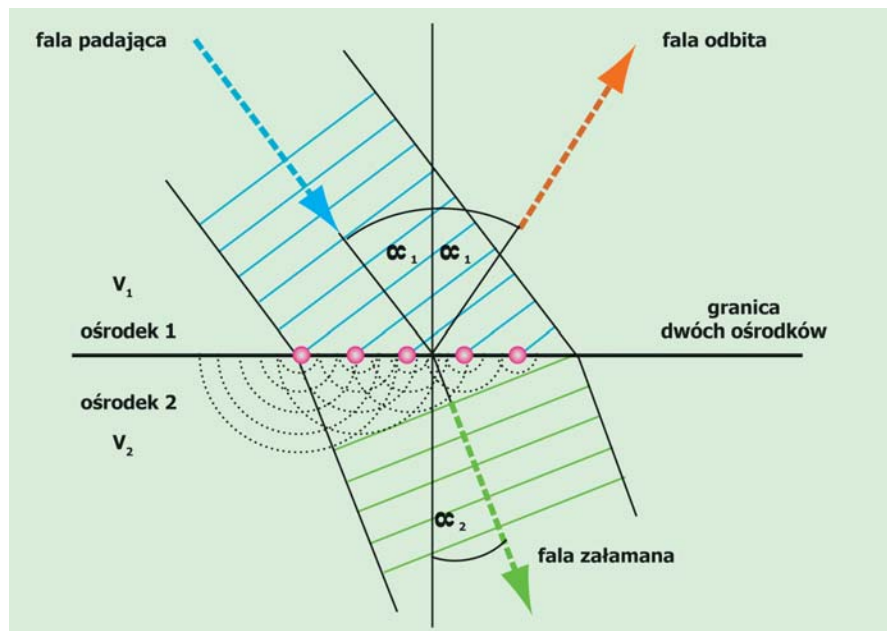
ki wnikają prawie bez przeszkód w głąb ciała pacjenta.

Fala ultradźwiękowa może oddziaływać na tkanki w sposób mechaniczny – jak pamiętamy, jest to fala mechaniczna, może więc spowodować drgania mechaniczne mikrostruktur organizmu (płynów, błon, białek itd.), co może przyspieszyć reakcje chemiczne zachodzące w komórkach, wzmocnić mikroprzepływy czy wywołać agregację cząsteczek. Skutki te, nazywane bezpośrednimi, są wykorzystywane w fizykoterapii. Drganiami mechanicznym tkanek towarzyszą efekty kawitacyjne, czyli powstawanie pęcherzyków gazowych wskutek chwilowego obniżenia ciśnienia (jak pamiętamy, fala dźwiękowa jest falą ciśnienia, w której przemieszczają się zagęszczenia i rozrzedzenia ośrodka).

Niekontrolowana kawitacja jest groźnym efektem z punktu widzenia żywotności tkanek. Wystawienie tkanek na działanie ultradźwięków może również prowadzić do lokalnego podgrzania tkanki. Fala dźwiękowa niesie ze sobą pewną energię, która po pochłonięciu (absorpcji) może zostać zamieniona na ciepło. Oczywiście lokalny wzrost temperatury tkanki zależy głównie od natężenia fali ultradźwiękowej i przewodności cieplnej tkanek otaczających. Ponieważ tylko na pierwszy z wymienionych czynników mamy wpływ, w badaniu stosuje się możliwie najniższe natężenie ultradźwięków, wystarczające jednak do przeprowadzenia pełnego badania. Dodatkowo w trakcie badania technik lub lekarz nieustannie poruszają głowicą, by m.in. uniknąć przegrzania badanego obszaru. Aby badanie USG było całkowicie bezpieczne, nie powinno trwać dłużej niż kilkadziesiąt minut.

### ■ Odbicie fali ultradźwiękowej na granicy tkanek

Podstawą obrazowania ultrasonograficznego jest odbicie fali na powierzchni granicznej między tkankami. Tkanki, czy też dokładniej – struktury organizmu, różnią się wartościami impedancji akustycznej (oporu akustycznego,



Rys. 6. Ilustracja prawa odbicia i załamania fali na granicy dwóch ośrodków z uwzględnieniem zasady Huygensa głoszącej, że każdy punkt materialny, do którego dociera fala, staje się źródłem nowej fali kulistej

oporu dźwiękowego) definiowanej jako iloczyn gęstości tkanki i prędkości rozchodzenia się w niej (propagacji) fali dźwiękowej. Jak wspomniano, część fali ulega odbiciu i wraca do głowicy odbiorczo-nadawczej, część zaś rozchodzi się dalej. Falę odbitą, zgodnie z intuicją, nazywa się czasem echem. Na podstawie tego echa zebranego przez głowicę dokonuje się rekonstrukcji obrazu tkanki.

Znajomość impedancji akustycznej ośrodków pozwala określić, jaka część energii fali (przy założeniu, że jest to fala płaska, która pada prostopadłe na granice rozdziału pomiędzy tkankami) ulegnie odbiciu, a jaka przeniknie do następnego ośrodka. Współczynnik odbicia  $R$  na granicy dwóch tkanek o impedancjach odpowiednio  $Z_1$  i  $Z_2$  opisany jest równaniem Fresnela:

$$R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (6)$$

Współczynnik przenikania fali dźwiękowej przez granice tkanek zdefiniowany jest jako:

$$\Gamma = 1 - R \quad (7)$$

Oczywiście nie można założyć, że granice pomiędzy tkankami są zawsze prostopadłe do kierunku padania fali ultradźwiękowej. Aby

być precyzyjnym, należy raczej założyć, że z taką sytuacją nie mamy do czynienia nigdy lub bardzo rzadko. Zazwyczaj fala dźwiękowa pada na granice rozdziału tkanek pod pewnym kątem  $\alpha_1$ , nazywanym kątem padania, i część jej ulega odbiciu pod kątem odbicia (równym kątowi padania), a część rozchodzi się dalej w kierunku tworzącym z normalną do powierzchni kąt załamania  $\alpha_2$ . Sytuację tę przedstawia rys. 6. Znając kąt padania  $\alpha_1$  i prędkości rozchodzenia się fali w ośrodkach po obu stronach powierzchni rozdziału ( $v_1$  i  $v_2$ ), można obliczyć kąt załamania  $\alpha_2$ , posługując się w tym celu znanym z optyki geometrycznej prawem załamania (prawo Snella):

$$\sin \alpha_1 = \frac{v_1}{v_2} \sin \alpha_2 \quad (8)$$

Odbiciu na granicy ośrodków towarzyszy również pochłanianie części energii padającej fali. Tak więc na granicy ośrodków część fali ulega odbiciu, część załamaniu, a część pochłonięciu. Pochłonięta energia fali może ulec dyssypacji (rozproszeniu) i zostać zamieniona w ciepło – tak jak opisano to wyżej. Pochłanianie jest czynnikiem zmniejszającym natężenie fali. Im więcej energii jest pochłaniane, tym mniej jej może do trzeciej do kolejnej granicy ośrodków.



Ogranicza to przestrzeń badania, a dokładniej – głębokość obrazowania USG. Z tego powodu w niektórych badaniach, jak np. wczesne badania płodu, stosuje się głowice wprowadzane do wnętrza ciała pacjenta (w tym przypadku głowice dopochwowe). Oczywiście fala odbita wracająca do głowicy również może ulegać rozproszeniu na napotkanych granicach, co dodatkowo zmniejsza natężenie (siłę) sygnału używanego do rekonstrukcji obrazu.

Fala dźwiękowa może ulegać rozproszeniu nawet wtedy, gdy nie napotka granicy ośrodków. Dźwięk w powietrzu też nie rozchodzi się w nieskończoność (całe szczęście, gdyż dzięki temu nie słyszymy wszystkich rozmów prowadzonych na świecie) – im większa jest odległość od jego źródła, tym staje się on mniej słyszalny, czyli jego natężenie maleje. Dźwięk, przechodząc przez jakikolwiek ośrodek, pobudza jego cząsteczki do drgań, część tej energii jest tracona w zderzeniach z innymi cząsteczkami. Wzory Fresnela i Snella mają fundamentalne znaczenie dla ultrasonografii, wyjaśniają bowiem powstawanie echa, wnikanie reszty (po częściowym odbiciu) fali w głębsze warstwy organizmu, powstawanie niektórych zniekształceń geometrycznych obrazu i cienia akustycznego. Przy rekonstrukcji obrazu tkanek należy też uwzględnić zasadę Huygensa, która mówi, że każdy punkt ośrodka, do którego dociera fala, staje się nowym źródłem fali. Niemniej jednak dla zrozumienia ogólnej zasady działania aparatów USG nie jest to konieczne, z tego względu powstrzymamy się od wchodzenia w szczegóły zjawiska, a bardziej zainteresowanych odsyłamy do literatury fachowej, której spis jest podany na końcu artykułu.

### ■ Głowice ultradźwiękowe

Głowice ultradźwiękowe wykorzystują zjawisko piezoelektryczne odkryte przez Piotra i Jakuba Curie (ten pierwszy był mężem Marii Skłodowskiej-Curie) w 1880 roku. Zaobserwowali oni, że niektóre metale (nazywane piezoelektrykami) poddane naprężeniom mechanicznym



Rys. 7. Głowice ocne wytwarzane przez polską spółkę ECHOSON

(np. ściskaniu) gromadzą na swojej powierzchni ładunki elektryczne. Oznacza to, że periodycznie ściskany piezoelektryk stanie się źródłem prądu! W aparatach USG stosuje się odwrotne zjawisko piezoelektryczne: piezoelektryki pod wpływem prądu zmieniają swoje wymiary. Jeśli będzie to prąd okresowy (taki jak w gniazdku) i o odpowiedniej częstotliwości, kryształ piezoelektryczny zacznie drgać. A jak pamiętamy, każde drgające ciało jest źródłem dźwięku. Dobierając odpowiednio częstotliwość napięcia, można generować fale ultradźwiękowe o pożądanej częstotliwości. Oczywiście ultradźwięki muszą być odpowiednio zogniskowane, wzmocnione itd., aby można je było wykorzystać do badań USG. Wszystko to jest możliwe dzięki zaawansowanej technologii, którą nie będziemy się zajmować ze względu na jej stopień komplikacji, tak jak nie chcemy zajmować się metodami rekonstrukcji obrazu w aparacie USG. Dodajmy jeszcze, że zjawisko piezoelektryczne odwrotne jest stosowane w głośnikach, a zjawisko piezoelektryczne proste – w mikrofonach.

Głowice ultradźwiękowe (rys. 7) są głowicami odbiorczo-nadawczy-

mi, co oznacza, że zajmują się zarówno nadawaniem sygnału (1% czasu pracy), jak i jego odbieraniem (99% czasu pracy). Sygnał odbierany przez głowicę jest falą odbitą od granicy tkanek.

Zajmijmy się prześledzeniem drogi nadawanego sygnału. Najpierw następuje odbicie na granicy głowica – żel – skóra, część sygnału wraca do głowicy jako echo, część ulega pochłonięciu (rozproszeniu, dyssypacji), a reszta propaguje się w głąb tkanki, gdzie napotyka pierwszą powierzchnię rozdziału tkanek. Tu znowu część energii fali ultradźwiękowej ulega pochłonięciu, część ulega odbiciu i wraca do głowicy, a znacznie słabszy sygnał ulega dalszej propagacji w głąb tkanki. Sytuacja ta powtarza się tak długo, aż energia propagującego się sygnału nie stanie się na tyle mała, że nie będzie on w stanie dalej się rozchodzić, czyli aż sygnał zaniknie. Zanik sygnału następuje dość szybko (czyli sygnał nie wnika zbyt głęboko) ze względu na straty energii na granicach tkanek, jak i wewnątrz tkanki. Co dzieje się z sygnałem odbitym? Fala odbita na pierwszej granicy rozdziału tkanek podąża w kierunku

głowicy, tracąc po drodze część swojej energii (tak jak dźwięk w powietrzu), następnie dociera do granicy skóra – żel – głowica, część energii ulega pochłonięciu, część odbicia w głąb tkanki, a część jest odbierana przez głowicę i poddawana analizie. Droga sygnału odbitego od drugiej granicy rozdziału jest jeszcze bardziej skomplikowana: fala propaguje się w kierunku głowicy przez daną tkankę, tracąc po drodze część swojej energii, dociera do granicy rozdziału tkanek numer 1, tam ulega pochłonięciu, odbiciu w kierunku ciała, a część przechodzi dalej i propaguje się w kierunku głowicy, tak jak opisano wyżej. Zauważmy, że na skutek odbicia i załamania fali dźwiękowej na granicy rozdziału tkanek w ciele pacjenta zaczyna się propagować wiele różnych, słabych sygnałów. Część z nich ulega rozproszeniu, a część musi zostać zanalizowana, gdyż na ich podstawie odtwarza się obraz tkanki.

Zagadnienie odtworzenia obrazu nie jest trywialne – na przykładzie odbicia od dwóch tylko powierzchni rozdziału tkanek możemy sobie wyobrazić, jak wiele nakładających się sygnałów dociera do głowicy. Niektóre z nich niosą tę samą informację, niektóre zaś różną. Co więcej, jeżeli echo pochodzi z głębiej położonej tkanki (a te zazwyczaj są najbardziej interesujące dla diagnostyki), to sygnał jest słabszy i zawiera więcej zakłóceń.

Z uwagi na stopień komplikacji zagadnienia rekonstrukcji obrazu nie będziemy się nim tutaj zajmować, zadowolimy się jedynie zasygnalizowaniem złożoności problemu, którego rozwiązaniem zajmuje się komputer. Komputer przetwarza dane w czasie rzeczywistym, co oznacza, że nie ma widocznego opóźnienia pomiędzy przyłożeniem głowicy do ciała pacjenta a pojawieniem się obrazu tkanek na ekranie. Rozwój aparatury i metody USG był więc możliwy dzięki rozwojowi technik obliczeniowych i dzięki konstrukcji nowoczesniejszych komputerów (ponownie dzięki rozwojowi fizyki, matematyki i techniki).

Rozdzielczość aparatu USG, czyli jego zdolność wykrywania, a więc i obrazowania na ekranie („widzenia”) struktur, zależy od częstotliwości użytej fali ultradźwiękowej. Im jest ona wyższa, tym mniejsze struktury będą widoczne na ekranie. Niестety, im wyższa częstotliwość sygnału, tym mniejsze jest jego wnikanie w głąb organizmu... Stoimy więc przed wyborem pomiędzy dokładnością a głębokością badania. Niemniej jednak dokładność standardowej głowicy jest zwykle wystarczająca do większości zagadnień diagnostycznych. Jeśli zachodzi potrzeba szczegółowego obrazowania małych struktur, używa się głowicy wprowadzanych przez otwory ciała, tak jak np. głowica dopochwowa stosowana w szczegółowych badaniach ginekologicznych i wczesnej diagnostyce ciąży.

Wraz z rozwojem i miniaturyzacją technologii stopniowo stało się możliwe badanie 2D i 3D, czyli dwu- i trójwymiarowe (D od ang. *dimention* – wymiar), a ostatnio nawet 4D. Badaniami 4D ekscytują się głównie przyszli rodzice, którzy mogą zobaczyć swoje nienarodzone dzieci w trzech wymiarach przestrzennych i w czasie rzeczywistym, czyli jak się ruszają w trakcie prowadzenia badania. Poza spektakularnością badanie 4D nie ma wyraźnej przewagi nad badaniem 3D, a doświadczonemu lekarzowi czy technikowi do diagnostyki w zupełności wystarczają obrazy 2D. Nowoczesne i spektakularne gadżety nie zawsze są aż tak potrzebne, jakby się mogło wydawać.

#### ■ Aparat i medyczne badanie USG

Aparat USG składa się z głowicy nadawczo-odbiorczej połączonej z główną częścią aparatu, na którą składa się komputer oraz monitor. Komputer steruje nadawanym sygnałem, przełącza głowicę na tryb nadawania i odbioru, reguluje zbieraniem sygnału przez głowicę i – co najważniejsze – analizuje i rekonstruuje obraz, a na koniec wysyła informację do monitora. Monitor zaś służy do wizualizacji odtworzonego sygnału. Standardowo wykonywanym badaniem jest badanie 2D, czyli dwuwymiarowe. Otrzymywany obraz jest płaski

(brak trzeciego wymiaru przestrzennego), czarno-biały i zazwyczaj niezbyt zrozumiały dla laika, niemniej jednak w 100% czytelny dla wprawionego oka. Jak już wspomniano, bardzo popularne jest obecnie USG 3D i 4D dla kobiet ciężarnych.

Obie te metody dostarczają pewnych, bardziej precyzyjnych informacji dotyczących rozwoju dziecka i ewentualnej obecności pewnych wad rozwojowych, niemniej jednak, zdaniem autorów, informacja ta jest również dostępna (ale trudniej, może więc zostać w pewnych przypadkach przeoczona) podczas badania 2D.

Za popularność metody odpowiada głównie jej spektakularność – jakie to ekscytujące zobaczyć swoje nienarodzone dziecko wkładające kciuk do buzi i zaczynające go ssać (!), a nie bezpośrednia użyteczność diagnostyczna. Zauważmy, że USG 3D i 4D jest wykorzystywane głównie (jeśli nie jedynie) w diagnostyce ciężarnych. Pewną rolę odgrywa tu efekt psychologiczny – wielu psychologów uważa, że zobaczenie twarzy nienarodzonego dziecka przyczynia się do wytworzenia wcześniejszego i silniejszego związku emocjonalnego z dzieckiem.

Wiele aparatów ma również możliwość badania przepływów, co jest szczególnie istotne w diagnostyce serca i układu krwionośnego. Do tego typu badań wykorzystuje się efekt Dopplera. Christian Andreas Doppler w 1842 roku zaobserwował, że jeśli źródło i odbiornik fali zbliżają się do siebie, to częstotliwość fali rośnie, co oznacza, że odbierany dźwięk będzie wyższy. Jeśli natomiast odległość ta maleje, to odbierany dźwięk będzie niższy zgodnie z równaniem:

$$f_0 = f_n \left( 1 \pm \frac{v_{zo}}{v_{dz}} \right)^2 \quad (9)$$

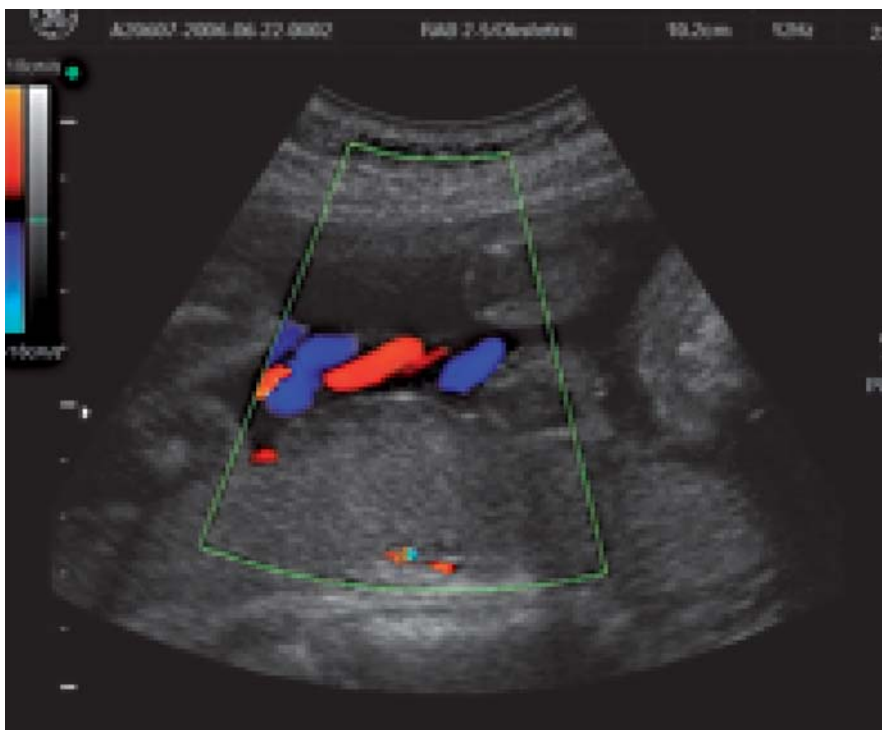
( $f_0$  oznacza częstotliwość sygnału odbieranego,  $f_n$  – częstotliwość sygnału nadawanego,  $v_{zo}$  – prędkość, z jaką poruszają się źródło i odbiornik względem siebie, a  $v_{dz}$  oznacza prędkość dźwięku w danym ośrodku).

Dodajmy, jeśli źródło (lub element, od którego się fala odbija) i odbiornik poruszają się względem

siebie w kierunku innym niż kierunek rozchodzenia się fali dźwiękowej, w analizie trzeba też ten kąt uwzględnić. Aby zobrazować tę zależność, wyobraźmy sobie człowieka stojącego na chodniku i trzymającego przed sobą głośnik (nadawca). Załóżmy, że inny człowiek (odbiorca 1) idzie po tym samym chodniku, co oznacza, że kąt pomiędzy falą dźwiękową nadawaną przez nadawcę a kierunkiem jego ruchu będzie wynosił  $0^\circ$  (jeśli będzie zbliżał się do nadawcy od tyłu) lub  $180^\circ$  (jeśli będzie zbliżał się do nadawcy od przodu). W przypadku odbiorcy 2, który przechodziłby przez chodnik w poprzek, ten kąt będzie się zawierał pomiędzy  $0^\circ$  a  $90^\circ$  i jego wrażenie będzie bardzo różne od wrażenia odbiorcy 1.

Efekt Dopplera łatwo zaobserwować (a dokładniej usłyszeć), gdy mijają nas np. karetka pędząca na sygnale (dowolny obiekt wydający dźwięk). Gdy karetka będzie się do nas zbliżać, sygnał będzie coraz wyższy, bardziej piskliwy, jak już nas minie, sygnał będzie coraz niższy. Efekt ten został oryginalnie zaobserwowany nie dla fal mechanicznych, ale dla elektromagnetycznych, a zmiany w kolorze światła gwiazd stały się dowodem na rozszerzanie się Wszechświata. Ponieważ (zgodnie z zasadą Huygensa) przeszkoda, od której fala się odbija, staje się nowym źródłem fali, efekt Dopplera zachodzi również w przypadku odbicia fal, a w szczególności odbicia fali ultradźwiękowej od poruszającego się obiektu, którym mogą być na przykład elementy objętości krwi. Proszę zwrócić uwagę, że ultradźwięki nie odbijają się od poszczególnych krwinek, ponieważ komórki krwi są za małe (albo częstotliwość ultradźwięków jest za mała); nie są one „widoczne” dla fali ultradźwiękowej, które nie wykrywa przecież położenia indywidualnych komórek.

W aparatach USG wykorzystujących efekt Dopplera (tzw. Doppler USG albo USG dopplerowskie) wykorzystuje się zjawisko polegające na tym, że ultradźwięki odbite od poruszających się krwinek powracają do sondy z inną niż wyjściowa częstotliwością. Różnica



Rys. 8. Przykładowy wynik badania USG z wykorzystaniem efektu Dopplera. Na podstawie takiego obrazu lekarz lub technik jest w stanie ocenić przepływ krwi w naczyniach

tych częstotliwości jest podstawą tworzenia obrazów dopplerowskich. Uwzględnia się również poprawkę związaną z kątem pomiędzy falą dźwiękową a kierunkiem ruchu źródła i odbiornika fal ultradźwiękowych względem siebie (przypominamy przykład z ludźmi mijającymi się na chodniku). Konieczność uwzględnienia tego kąta jest źródłem ogromnych komplikacji aparatury pomiarowej. Pamiętajmy, że sygnał dopplerowski również ulega pochłanianiu i odbijaniu na granicy tkanek. Dzięki odpowiedniemu kolorowaniu obrazu (Rys. 8) lekarz lub technik może wyciągnąć wiele informacji na temat stanu zdrowia i funkcjonalności badanego narządu, tym bardziej że możliwy jest również dokładny pomiar prędkości przepływu krwi przez dane naczynie.

#### ■ Zastosowania ultradźwięków w technice

Poza diagnostyką medyczną ultradźwięki stosuje się również w celach echolokacyjnych. Za pomocą sonaru spuszczonego ze statku w głąb jeziora lub morza można badać ukształtowanie jego dna, budowę geologiczną lub poszukiwać

zatopionych obiektów. Sonary są wykorzystywane również przez łodzie podwodne do obserwacji otoczenia i wykrywania wszelkich obiektów znajdujących się w okolicy. Za pomocą sonaru można również szukać artefaktów (czyli obiektów zakłócających sygnał) znajdujących się na niewielkiej głębokości w glebie. Ma to zastosowanie w geologii, archeologii, wojskowości czy hydrotechnice – sonar może być stosowany do wykrywania położenia cieków wodnych albo badania stanu wałów przeciwpowodziowych. Rodzajem sonaru jest też radar używany powszechnie do kontroli prędkości pojazdów poruszających się po drodze, wykorzystujący efekt Dopplera. Urządzenia te pracują na bardzo podobnej zasadzie jak aparat USG – wysyłają sygnał ultradźwiękowy i rejestrują jego echo.

W technice i naukach materiałowych używa się ultradźwięków do poszukiwania defektów niewidocznych gołym okiem, a także do pomiaru grubości badanego obiektu. Pomiaru takie są częścią zautomatyzowanego procesu produkcyjnego nowoczesnych materiałów o wysokiej jakości. Testom

ultradźwiękowym poddaje się zarówno metale, jak i materiały plastikowe i kompozytowe, używając do tego częstotliwości z zakresu 2–10 MHz. Niższą częstotliwość (50–500 kHz) stosuje się do badania jakości materiałów o mniejszej gęstości, takich jak drewno, beton czy cement. Tego typu pomiary mogą mieć kluczowe znaczenie nie tylko w procesie produkcyjnym, ale również w ocenie bezpieczeństwa budynków i budowli użyteczności publicznej (wieżowce, mosty, wiadukty, autostrady). Innym zastosowaniem ultradźwięków jest... czyszczenie.

Ultradźwięki o częstotliwości z zakresu 20–40 kHz są używane do czyszczenia biżuterii i zegarków, okularów i soczewek okularowych (a także optyki laboratoryjnej), instrumentów dentystycznych i chirurgicznych. Czyszczenie za pomocą ultradźwięków wykorzystuje zjawisko powstawania pęcherzyków kawitacyjnych. Ultradźwięki są też używane do... sklejanie materiałów. Chodzi tu o materiały plastikowe, a ultradźwięki dostarczają energii, która jest zamieniana na ciepło w miejscu łączenia. Ultradźwięki wykorzystuje się również w nawilżaczach powietrza, do identyfikacji położenia obiektów, niszczenia bakterii, do charakterystyki cząsteczek poprzez wytworzenie tzw. *ultrasonic tweezers*, czyli szczypiec ultradźwię-

kowych – dzięki nim można unieruchamiać konkretne cząsteczki i poddawać je badaniom.

Pomysł zastosowania ultradźwięków do echolokacji nie należy do człowieka – pierwsze zastosowały go nietoperze. Nietoperze lokalizują w ten sposób przeszkody oraz swoje ofiary, czyli owady. Z drugiej strony niektóre rodzaje ciem i żuków (a także inne owady) rozwinęły umiejętność słyszenia ultradźwięków nadawanych przez nietoperze, dzięki temu mogą im umknąć. Delfiny i wiewióry również używają ultradźwięków do echolokacji, a kilka typów ryb jest w stanie je odebrać.

Na zakończenie chcielibyśmy jeszcze raz podkreślić szeroki zakres zastosowań ultradźwięków w dziedzinach tak różnych jak: wojskowość, geologia, archeologia, hydrologia, techniki materiałowe,

budownictwo, nauki przyrodnicze oraz medycyna, a w szczególności fizjoterapia i będąca tematem tego artykułu diagnostyka medyczna. Rozwój wszystkich tych zastosowań możliwy był dzięki rozwojowi nauki i techniki, metod obliczeniowych i fizyki w szczególności. Ultradźwięki są jedną z najbardziej cennych i najbardziej bezinwazyjnych metod diagnostycznych.

**Karina Kubiak-Ossowska**

Zakład Biofizyki i Fizyki Medycznej, WFAiS,  
UMK w Toruniu,  
Department of Chemical and Process Engineering,  
University of Strathclyde, Glasgow, Scotland

**Dawid Basak**

Zespół Szkół w Górsku

**Marek Szablewski**

Katedra Radioastronomii, Centrum Astronomii  
UMK w Toruniu

#### Piśmiennictwo:

- *Biofizyka dla biologów*, pod red. W. Leyko, M. Bryszewskiej, PWN, Warszawa 1997.
- *Biologia. Jedność i różnorodność*, pod red. M. Maćkowiak, A. Michalak, PWN, Warszawa 2008.
- Hewitt P.G., *Fizyka wokół nas*, PWN, Warszawa 2010.
- Przystalski S., *Elementy fizyki, biofizyki i agrofizyki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2001.
- *Wybrane zagadnienia z biofizyki*, pod red. S. Miększa, A. Hendricha, Volumed, Wrocław 1998.
- <http://www.chirurgianaczyn.org>
- <http://astrophysics.fic.uni.lodz.pl/medtech/pakiet9>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasound>

## O ultradźwiękach w Internecie

- [http://www.mp.pl/artykuly/index.php?aid=17902&\\_tc=1B5A08675CE1CDF4FAE196A3DAC20379](http://www.mp.pl/artykuly/index.php?aid=17902&_tc=1B5A08675CE1CDF4FAE196A3DAC20379)
- <http://autyzm-biologia.blogspot.com/2011/10/autyzm-ultradzwieki.html>
- <http://kopalniawiedzy.pl/cmy-nietoperz-mopek-Barbastella-barbastellus-borowiaczek-Nyctalus-leisleri-echolokacja-glosnosc-sygnalu-Holger-Goerlitz-University-of-Bristol,11154>
- <http://www.eureknews.pl/index.php/rosliny-i-zwierzeta/999-elastyczne-uszy-nietoperzy.html>

### W następnym numerze

- W dziale *Co nowego w biologii?* znajdziecie Państwo artykuł o nowotworach i zastosowaniu technik immunologicznych w ich leczeniu.
- W ogródku Biologii w Szkole będzie można przeczytać o roślinie, zakwitającej w ogrodzie nawet w Święta Bożego Narodzenia.
- W dziale *Z praktyki szkolnej* opublikujemy m.in. test, przy pomocy którego będziecie mogli Państwo sprawdzić jak dobrze do matury przygotowani są uczniowie z fizjologii roślin. W dziale tym znajdziecie Państwo również ciekawe scenariusze lekcji.
- Oczywiście nie zabraknie *Ciekawostek* i *Nowinek*, a w *Galerii Biologii w Szkole* zdjęć z pięknych zakątków Polski. Tym razem zaprezentujemy Pojezierze Brodnickie.

# Biotechnologia na co dzień, czyli co w starych mogilnikach straszy

Jednym z największych problemów, z którymi boryka się współczesna cywilizacja, jest zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Źródła skażeń środowiska mogą być naturalne (wynikające z niezależnych od człowieka procesów przyrodniczych, np. wybuchów wulkanów) i sztuczne (spowodowane działalnością człowieka). Dużą część zanieczyszczeń uwalnianych w wyniku działalności człowieka to zanieczyszczenia trwałymi związkami organicznymi, które są bardzo trudne do wyeliminowania.

Aleksandra Mikiciuk

## Zanieczyszczenie środowiska a biotechnologia

Trwałe zanieczyszczenia organiczne (ang. *Persistent Organic Pollutants* – POPs) to organiczne substancje chemiczne, które posiadają właściwości toksyczne, są odporne na naturalne procesy degradacji i ulegają kumulacji w organizmach ludzkich i zwierzęcych. Jedną z istotnych grup tych substancji są niezwykle trwałe chemicznie pestycydy, które były (i często nadal są) stosowane w rolnictwie jako składniki aktywne środków ochrony roślin. Należą do nich: aldryna, chlordan, chlordekon, dieldryna, endryna, heptachlor, heksachlorobenzen, mireks, toksafen, heksabromobifenyl oraz DDT.

## Zanieczyszczenie środowiska pestycydami

Pestycydy przyczyniły się do intensywnego rozwoju rolnictwa w XX w. Jednakże mimo tego pozytywnego aspektu ich użycia mają wiele wad. Źródłem zanieczyszczeń środowiska pestycydami są najczęściej tereny rolnicze, gdzie pestycydy są bezpośrednio wysiewane lub rozpylane nad polami uprawnymi, plantacjami i lasami. Jednakże tego rodzaju skażenie spotykane jest również w wysokich stężeniach na terenach pozarolniczych, np. w okolicy zakładów chemicznych produkujących takie środki lub w miejscach składowania odpadów poprodukcyjnych i przeterminowanych środków ochrony roślin.

Z problemem unieszkodliwiania przeterminowanych pestycydów boryka się wiele krajów na całym świecie. **Polska pod względem zgromadzonych pestycydów znajdowała się, do 2010 roku, w światowej czołówce.** Przed rokiem 1990, gdy istniały Państwowe Gospodarstwa Rolne, pestycydy przechowywano w specjalnie do tego przygotowanych magazynach. W miarę upływu czasu zaczęły tam też być gromadzone środki przeterminowane lub wycofane z użycia. Z nadmiarem zalegających środków radzono sobie w najprostszym możliwym sposób, czyli przez zakopywanie ich w ziemi, w tzw. mogilnikach.

Początkowo używano w tym celu dołów ziemnych, jednak z czasem zaczęto stosować budowle z betonowych kręgów lub cegieł. **Większość mogilników usytuowana była na terenach niekorzystnych geologicznie dla takich składowisk.** Znajdowały się one w miejscach, gdzie dominują wysokoprzepuszczalne piaski, gdzie warstwa wodonośna jest na stosunkowo niewielkiej głębokości (5–6 metrów). Wszelkie wycieki spowodowane nieszczelnością betonowej infrastruktury mogilnika, pękaniem pojemników lub brakiem zabezpieczeń zewnętrznych prowadziły do skażeń gleby w bliskim sąsiedztwie takiego miejsca. Wraz z upływem czasu zaczęto obserwować poważniejsze skutki wycieków z uszkodzonych mogilników. Zaczęło dochodzić do skażenia wód gruntowych, a następnie ujęć wody pitnej. Do rozprzestrzeniania się pestycydów dochodziło również na skutek powodzi, podpaleń, włamań

do mogilników oraz powtórnego użycia składowanych tam środków.

Pierwsze działania mające na celu likwidację mogilników podjęto na początku lat 90., kiedy zdano sobie sprawę z zagrożeń z nich wynikających. Pierwszym problemem, z którym musiały zmierzyć się ówczesne władze, było zlokalizowanie dokumentacji i lokalizacji wszystkich mogilników. Okazało się to dość trudnym zadaniem ze względu na zaginięcie większości dokumentów po reformach z roku 1989. Zaproponowany przez Ministerstwo Ochrony Środowiska w 2006 roku „Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010” (załącznik do Uchwały Rady Ministrów nr 233 z 29 grudnia 2006 roku) zakładał całkowitą likwidację mogilników na terenie Polski do 2010 roku, a także zniwelowanie zagrożenia wynikającego ze skażenia pobliskich terenów w latach 2011–2018. **Ze względu na duże koszty utylizacji odpadów niszczone są jedynie pestycydy wraz z opakowaniami po nich. Problem skażonych gleb pozostaje nierozwiązany.** Część z nich trafia na składowiska odpadów niebezpiecznych, a reszta jest zabezpieczana i pozostawiana na miejscu.

Zanieczyszczeniem środowiska pestycydami grożą również ścieki powstające podczas mycia sprzętu mechanicznego stosowanego do zabiegów ochrony roślin, a także ścieki i osady z produkcji pestycydów. Rzadko występującą formą zanieczyszczenia są procesy życiowe organizmów żyjących w glebach i wodach, które prowadzą do biotransformacji pestycydów i powstawania

uciążliwych metabolitów. Wszystkie te substancje dostają się do wód przez spływanie z terenów zanieczyszczonych, przenikanie przez glebę, a także wraz ze ściekami.

### Losy zanieczyszczeń organicznych w glebie

Gleba tworzy złożone związki pomiędzy żywymi organizmami, cząsteczkami mineralnymi i materią organiczną. Humus, powstający z materii organicznej, i gliniasta frakcja składników mineralnych stanowią dużą część gleby. Kiedy związki organiczne dostaną się do gleby, zostaną rozproszczone pomiędzy wodą glebową a dostępną powierzchnią składników mineralnych i materii organicznej. **Rozprowadzanie chemicznych związków w glebie zależy od ich właściwości fizycznych, zwłaszcza rozpuszczalności, ciśnienia pary i chemicznej trwałości. Trwałe zanieczyszczenia organiczne tylko w niewielkim stopniu ulegają autorozpadowi.** Dla bardzo niewielkiej grupy związków chemicznych możliwa jest degradacja pod wpływem światła. Zachodzi ona jedynie na powierzchni gleby i nie ma dużego znaczenia. W większości związki organiczne są rozkładane na drodze chemicznej hydrolizy, utlenienia, izomeryzacji lub w wyniku reakcji enzymatycznych przeprowadzanych przez mikroorganizmy glebowe. Zazwyczaj degradacja prowadzi do obniżenia toksyczności, ale zdarza się również, że produkty są bardziej toksyczne niż związek wyjściowy.

Budowa chemiczna zanieczyszczeń bardzo silnie wpływa na ich losy w glebie. Związki polarne rozpuszczalne w wodzie są przez nią wypłukiwane, gdyż tylko w niewielkim stopniu są absorbowane na koloidach gleby. Natomiast związki lipofilowe, słabo rozpuszczalne w wodzie, ulegają silnej adsorpcji na powierzchni gliny i humusu, a w wodzie glebowej występują w bardzo małych stężeniach. Związanie tych związków do koloidu gleby ogranicza ich ruchliwość, ale też dostępność dla degradacji przez organizmy glebowe. Ograniczenie dostępności limituje szybkość biotransformacji związków lipofilowych, przez co mają one w glebie długie okresy pół-

trwania. Czynne formy insektycydów z grupy węglowodorów chlorowcopochodnych są przykładem związków lipofilowych metabolizowanych bardzo powoli. Co więcej, ze względu na ich trwałość chemiczną nawet ich duża biodostępność nie powoduje zwiększenia szybkości metabolizowania. Dzieje się tak dlatego, że nie są one zbyt dobrymi substratami enzymów detoksykacyjnych.

### Korzyści i wady stosowania pestycydów

Nazwa *pestycyd* pochodzi od łacińskich słów *pestis* – szkodnik i *caedeo* – niszczyć. Nazwą tą określane są substancje, które wykazują szkodliwe lub niszczące działanie na niepożądane rośliny, zwierzęta lub mikroorganizmy. Pierwsze używane pestycydy miały bardzo szeroką specyficzność działania. Wynikiem tego było niszczenie wszystkich organizmów, które się z nimi zetknęły. Postęp techniczny umożliwił stworzenie pestycydów bardziej specyficznych względem organizmu, który mają zwalczać, przy okazji są one również mniej toksyczne i łatwiej degradowane niż dawniej stosowane. Obecnie, w celu zapewnienia odpowiedniej ilości żywności dla stale rosnącej populacji ludzkiej, nie ma dobrego sposobu na uniknięcie ciągłego ich używania. W praktyce pestycydy wykorzystuje się do niszczenia pasożytów zwierząt i roślin, zwalczania chorób roślinnych i regulacji wzrostu roślin uprawnych oraz odchwaszczania. Ich stosowanie jest tylko jedną z metod ochrony upraw. Jednakże jest to metoda na tyle ważna, że współczesne rolnictwo nie mogłoby bez niej istnieć. Ponadto niektóre ze środków ochrony roślin używane są w czynnościach sanitarnych, higienie osobistej, a także leczeniu niektórych chorób.

**Zakłada się, że pestycydy powinny być toksyczne tylko dla wybranej grupy organizmów, jednak większość z nich stanowi zagrożenie także dla ludzi, zwierząt oraz ogólnie pojętego środowiska.** Pogodzenie używania pestycydów z jednoczesnym chronieniem gatunków poświadczonych jest trudne do osiągnięcia. Idealną sytuacją byłaby pełna

selektywność działania pestycydu, jednakże zawsze istnieje możliwość jego niekontrolowanego działania w środowisku. **Wieloletnie badania wskazują na niekorzystny wpływ substancji szkodliwych na całe ekosystemy. Szkodliwość dla ludzi i środowiska przejawia się w tym, że pestycydy wykazują działanie toksyczne, mutagenne i kancerogenne, a produkty ich degradacji są często bardziej szkodliwe niż substancja wyjściowa, ponadto wiele z nich może się kumulować.**

Pestycydy z wód i gleb przedostają się do organizmów żywych bezpośrednio lub w wyniku zależności wynikających z łańcucha pokarmowego. Jedną z cech charakterystycznych pestycydów jest ich zdolność biokumulacji. Jest to zjawisko szczególnie szkodliwe dla organizmów znajdujących się na końcu łańcucha pokarmowego, czyli drapieżników i człowieka. Organizmy te są bowiem narażone na przyjmowanie dużej dawki zanieczyszczeń zakumulowanych w pokarmie. Zdolność biokumulacji związana jest z lipofilowością związku, czyli jego rozpuszczalnością w tłuszczach. Im lepszą rozpuszczalność w tłuszczach ma związek organiczny, tym większa jest jego zdolność biokumulacji i gromadzenia się w tkankach organizmów.

Oprócz rozpuszczalności w tkance tłuszczowej dla kumulacji pestycydu w organizmach żywych decydująca jest ich trwałość chemiczna podawana jako okres półrozpadu. Pestycydy wykazujące tendencję do biokumulacji to związki o okresie półrozpadu w zakresie od 3 do ponad 18 miesięcy. Jako przykłady bardzo trwałych pestycydów można podać DDT, w przypadku którego okres półrozpadu wynosi 3–10 lat, oraz lindan z okresem półrozpadu równym 4–30 lat.

Prowadzone są liczne teoretyczne i praktyczne badania, mające na celu zmniejszenie zagrożenia związanego z użyciem pestycydów. Obecnie stosowane środki ochrony roślin są dużo mniej szkodliwe niż te używane przed laty. Związanie jest to z ich szybszą degradacją (kilka dni bądź tygodni) i większą selektywnością. Jednakże mimo to

w środowisku nadal występują pestycydy używane w przeszłości, np. w miejscach ich składowania.

### Podział pestycydów

Jest wiele metod podziału pestycydów na przykład ze względu na:

- **budowę chemiczną:** związki organiczne i nieorganiczne, przy czym pestycydy nieorganiczne stosuje się obecnie tylko sporadycznie;
- **zwalczane organizmy:** zoocydy, herbicydy (chwastobójcze), fungicydy (grzybobójcze), akarycydy, nematocydy oraz insektycydy;
- **sposób działania na organizmy:** regulatory wzrostu roślin, synergetyki (potęgujące działanie innych substancji), desykanty (wysuszające liście), defloranty (usuwające nadmierną ilość kwiatów).

Istnieje ogromna różnorodność chemiczna związków organicznych używanych jako środki ochrony roślin. Należą do nich m.in. pestycydy chloroorganiczne, fosforoorganiczne, pochodne kwasów fenoksykarboksylowych oraz pochodne triazyny. Ze względu na swoją trwałość, toksyczność i zdolność kumulacji w środowisku największym zagrożeniem dla środowiska naturalnego wydają się pestycydy chloroorganiczne.

### Pestycydy chloroorganiczne

Chlorowane węglowodory jako pestycydy są używane do niszczenia owadów w uprawach rolnych i leśnych oraz insektów u ludzi i zwierząt hodowlanych. Należą do związków bardzo trwałych i trudno ulegają rozkładowi. Praktycznie nie są degradowane przez organizmy żywe. Rozwój syntezy i czerpania korzyści ze środków ochrony roślin zapoczątkowało odkrycie właściwości szkodnikobójczych DDT (dichlorodifenylotrichloroetan) i 2,4-D (kwas 2,4-dichlorofenoksyoctowy) w czasie II wojny światowej.

Insektycydy chloroorganiczne mają bardzo różnorodną budowę chemiczną oraz zawartość chloru w cząsteczce. Wynika z tego ich zróżnicowana toksyczność i właściwości fizyczne oraz chemiczne. Jednakże dla wszystkich charakte-

rystyczna jest mała lotność, bardzo słaba rozpuszczalność w wodzie i znaczna lipofilowość. Głównymi ich przedstawicielami są lindan, metoksychlor i DDT.

### DDT

#### (dichlorodifenylotrichloroetan)

DDT został po raz pierwszy zsyntetyzowany w 1874 roku przez austriackiego chemika Othmara Zeidler. Był powszechnie wykorzystywany od początku lat 40. do początku lat 60. XX wieku. Podczas II wojny światowej był stosowany do ochrony żołnierzy przed wszami przenoszącymi tyfusem plamistym. Natomiast w latach 60. XX wieku stosowano go w tysiącach ton jako środek ochrony roślin przed różnorodnymi insektami. Szybko odkryto jego szkodliwe właściwości. Działanie toksyczne wykazują izomery p,p'-DDT, o,p'-DDT, a także ich metabolity: p,p'-DDE, o,p'-DDE i o,p'-DDD, które są jeszcze trwalsze niż pestycyd wyjściowy. DDT to insektycyd bardzo stabilny i wyjątkowo silnie kumulujący się w organizmach żywych. Na podstawie konwencji sztokholmskiej, przyjętej w 2001 roku, 98 państw zobowiązało się do zaprzestania lub znacznego ograniczenia jego użycia. Otrzymanie DDT jest bardzo proste. Związek ten może być otrzymywany w reakcji chloralu oraz chlorobenzenu w obecności kwasu siarkowego. Dlatego DDT jest wciąż produkowany w dużych ilościach w krajach Trzeciego Świata, gdzie jest to jedyny tani i skuteczny środek do zwalczania komarów przenoszących malarię.

### Lindan

#### ( $\gamma$ -heksachlorocykloheksan)

Lindan to komercyjna nazwa  $\gamma$ -heksachlorocykloheksanu (HCH), czyli jednego z najczęściej używanych insektycydów. Zużyto go w ilości ponad 600 tys. ton w latach 1940–1990. Dokładne analizy jego działalności doprowadziły do zakazu użycia w większości krajów ze względu na dużą niespecyficzną toksyczność i wyjątkowo dużą trwałość. Mimo to nadal jest produkowany i używany w krajach Azji jako tani i efektywny pestycyd insektobójczy. HCH jest produkowa-

ny w reakcji chlorowania benzenu w świetle UV. Podczas tego procesu powstają różne izomery HCH:  $\alpha$  (60–70%),  $\beta$  (5–12%),  $\gamma$  (10–12%),  $\delta$  (6–10%) oraz  $\epsilon$  (3–4%). Izomery różnią się od siebie położeniem atomów chloru względem pierścienia węglowego. Jednak jedynie forma ma działanie insektobójcze. Stosuje się go do zaprawiania nasion, a także do zwalczania pasikoników i szkodników bawełny. Czasami używany jest także do dezynsekcji zwierząt i gospodarstw domowych.

### Biodegradacja lindanu

Początkowo uważano, że biodegradacja lindanu zachodzi jedynie jako proces anaerobowy. Mikroorganizmy, które za niego odpowiadają, to *Clostridium rectum*, *Clostridium sphenoides*, *Desulfovibrio gigas*, a także inne. Rozkład  $\gamma$ -HCH odbywa się poprzez dwie reakcje odłączania dwóch jonów chloru. W pierwszej z nich powstaje  $\gamma$ -3,4,5,6-tetrachloro-1-cykloheksen ( $\gamma$ -TCCH). W kolejnej 5,6-dichlorocykloheksa-1,2-dien. Końcowym produktem biodegradacji jest chlorobenzen powstający w reakcji odłączania jonów chloru od 5,6-dichlorocykloheksa-1,2-dien.

W wyniku kolejnych badań okazało się, że degradacja  $\gamma$ -HCH zachodzi również w warunkach tlenowych. Scharakteryzowano już wiele gatunków tlenowych bakterii z różnych miejsc świata, posiadających zdolność degradacji lindanu. Najczęściej izolowanymi mikroorganizmami posiadającymi umiejętność rozkładu lindanu są bakterie z rodziny *Sphingomonadaceae*. Już po 60 latach od pierwszego wprowadzenia do środowiska  $\gamma$ -HCH izolowano bakterie go degradujące. Większość prowadzonych badań skupia się na *Sphingobium japonicum* (*Sphingomonas paucimobilis*) UT26 wyizolowanym z obszaru uprawnego, który był przez 12 lat opylany  $\gamma$ -HCH w celu przeanalizowania zmian zachodzących w glebie pod wpływem pestycydu. Kolejnymi intensywnie badanymi bakteriami są *Sphingobium indicum* B90, szczep pochodzący z Indii, oraz *Sphingobium francesce* Sp+. Inne opisane szczepy degradujące lindan mają bardzo podobny

zestaw genów z rodziny *lin*. Pozwala to sądzić, że i u nich ścieżka degradacji pestycydu jest bardzo podobna do tej opisanej w *Sphingobium japonicum* UT26.

Odłączenie pierwszego jonu chloru od lindanu jest punktem krytycznym do zajścia reakcji biodegradacji pestycydów (Rys. 1). Reakcje zapoczątkowujące ten szlak przemian zachodzą pod wpływem enzymów z rodziny *lin*, specyficznych dla degradacji lindanu. Pierwsza reakcja eliminacji jonów chloru prowadzi do powstania  $\gamma$ -pentachlorocykloheksenu ( $\gamma$ -PCCH), kolejne do 1,3,4,6-tetrachloro-1,4-cykloheksadienu (1,3,4,6-TCDN), z którego może powstać 2,4,5-DDOL lub spontanicznie 1,2,4-TCB. Reakcje te katali-

zowane są odpowiednio przez enzymy: LinA, LinB oraz LinC.

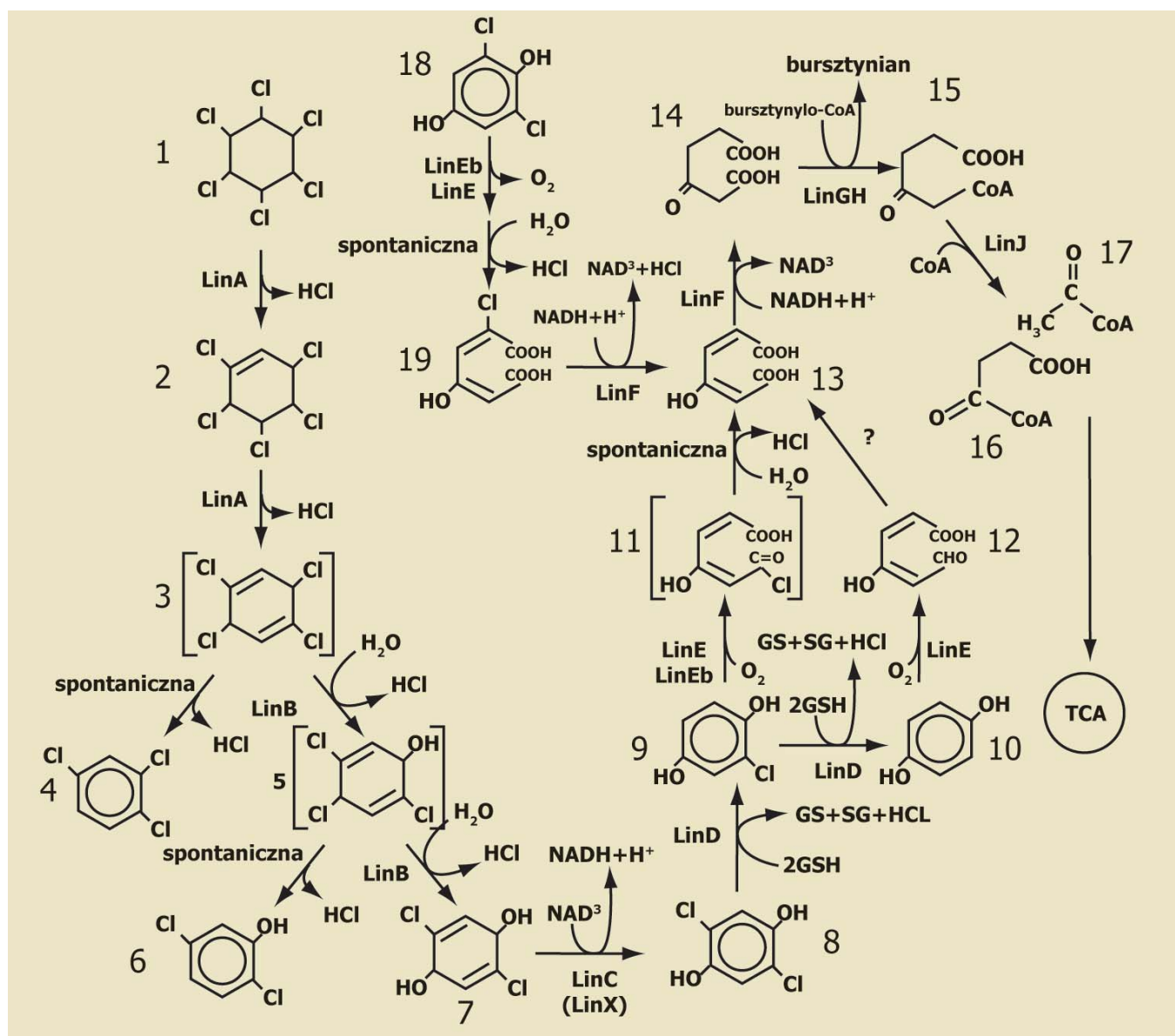
### Usuwanie skażeń pestycydami organicznymi ze środowiska

Istnieją różne metody usuwania zanieczyszczeń chemicznych ze środowiska. Gleby mogą być oczyszczane metodami fizykochemicznymi lub biologicznymi. Metody fizykochemiczne obejmują takie procesy, jak: termiczna degradacja w piecach cementowych, adsorpcja na węglu aktywnym, adsorpcja ułatwiona przez dodatek związków powierzchniowo czynnych lub cyklodekstryn, elektrochemiczna, fotokatalityczna degradacja czy degradacja za pomocą ultradźwięków. Do biologicznych metod oczyszczania gleb

zalicza się fitoremediację (zastosowanie roślin), bioremediację (zastosowanie mikroorganizmów) i rozwijaną ostatnio technikę wymagającą zastosowania wyizolowanych enzymów. Pomimo bardzo wysokich kosztów metodą najczęściej używaną w Polsce jest termiczna degradacja gleb w specjalnych spalarniach, zanieczyszczonych pestycydami. Daje ona najszybsze efekty w przypadku bardzo zanieczyszczonej gleby czy infrastruktury betonowej po mogiłnikach.

### Bioremediacja

Bioremediacja to technika polegająca na usuwaniu zanieczyszczeń z gleby za pomocą żywych organizmów. Mają one na celu katali-



Rys. 1. Szlak degradacji  $\gamma$ -HCH w *Sphingomonas japonicum* UT26 [wg Nagata Y. i wsp. (2007)]



zowanie, destrukcję lub przekształcenie różnego rodzaju zanieczyszczeń do form mniej szkodliwych. Technika ta wykorzystuje szczególne właściwości niektórych mikroorganizmów. Bioremediacja może odbywać się *in situ* (bezpośrednio w miejscu wystąpienia zanieczyszczenia) lub *ex situ* (konieczne jest przewiezienie zanieczyszczonego materiału do miejsca, gdzie zostanie poddany bioremediacji).

**Bioremediacja *in situ* obejmuje następujące procesy:**

- bioremediację naturalną;
- biostymulację – przeprowadzenie modyfikacji środowiskowej;
- bioaugmentację – użycie dodatkowych mikroorganizmów.

**Bioremediacja naturalna opiera się na procesach naturalnie zachodzących w środowisku. Uczestniczą w niej mikroorganizmy występujące na zanieczyszczonym terenie. Jest to proces bardzo długotrwały, trwający nie krócej niż kilkanaście lat.**

Przeprowadzenie modyfikacji środowiskowej ma na celu biostymulację, poprawę warunków środowiska, które ma stać się korzystniejsze dla żyjących już tam mikroorganizmów. Dzięki poprawie warunków środowiska mikroorganizmy je zasiedlające mogą efektywniej brać udział w procesach degradacji zanieczyszczeń. Najczęstszymi czynnikami limitującymi rozwój pożądaných organizmów jest m.in. niedobór tlenu, zbyt niska wilgotność, zbyt wysokie stężenie substancji skażającej glebę, niesprzyjające pH, niedobór mikroelementów. Modyfikacje, które głównie są przeprowadzane, to natlenianie i suplementacja gleby.

**Wprowadzenie dodatkowych mikroorganizmów, czyli bioaugmentacja, wzbogaca zanieczyszczony obszar w nowe bakterie, które charakteryzuje duża zdolność degradacji skażeń. Są to specjalnie wyizolowane szczepy o znanych właściwościach, występujące naturalnie lub poddane modyfikacjom genetycznym.**

Wprowadzenie na teren skażony upraw specjalnych roślin, mających zdolność rozkładania zanieczyszczenia lub kumulowania toksycznych

związków w swoich tkankach, to fitoremediacja. Metoda ta, zaproponowana już w latach 70. ubiegłego wieku, jest niestety długotrwała (minimum 3–7 lat). Degradacja zanieczyszczeń zachodzi głównie w obrębie sfery korzeniowej, czyli do około 1 metra pod powierzchnią gruntu.

Bioremediacja może odbywać się także w warunkach *ex situ*. Wykorzystuje się wtedy bioreaktory do pobudzenia aktywności mikroorganizmów. Możliwe jest także składowanie zanieczyszczonej gleby w pryzmach, zapewniając jednocześnie odpowiednie warunki (wilgotność i dostęp tlenu) do rozwoju mikroorganizmów.

Bioremediacja jest metodą tanią i wymagającą małych nakładów pracy, co jest jej bardzo dużą zaletą. Jednocześnie jest to proces bardzo czasochłonny, więc zazwyczaj stosowany w sytuacjach, w których czas nie jest ważnym czynnikiem. Ponadto nie wszystkie zanieczyszczenia mogą być w ten sposób usunięte, a konieczne są również długotrwałe badania poprzedzające właściwy proces remediacji.

Poważnymi wadami bioremediacji są jej niezbyt wysoka efektywność i długi czas oczekiwania na jej efekt. Działania *in situ* powodują minimalne zakłócenia w środowisku naturalnym, w miejscu skażenia, i są tańsze, gdyż nie trzeba transportować setek ton gleby. Jednak bioremediacja ma również swoje ograniczenia. Ważny jest rodzaj gleby, jej pH, skład mineralny, wilgotność czy charakter zanieczyszczenia. Kolejnym problemem jest to, że kompletna degradacja zanieczyszczeń jest bardzo trudna do osiągnięcia. Czynnikiem limitującym uzyskanie optymalnej wydajności procesu mogą być także warunki naturalne, które są trudne do kontrolowania. Pomimo to najczęściej stosowanymi metodami usuwania zanieczyszczeń lindanem są biostymulacja i bioaugmentacja.

**Metodą, nad którą prowadzone są intensywne badania, jest zastosowanie w bioremediacji enzymów, które są uzyskiwane za pomocą ekspresji heterologicznej w dostępnych komercyjnie szczepach bakteryjnych, a następnie wstępnie oczysz-**

**czane i przygotowywane do użycia w środowisku.** Podczas poszukiwania nowych enzymów korzysta się z faktu, iż związki chloroorganiczne, występujące w przyrodzie, wymuszają na bakteriach wytworzenie enzymów chroniących je przed zanieczyszczeniem lub rozkładających pestycydy – jedno z dostępnych źródeł węgla. W związku z tym enzymy posiadające zdolność ich degradacji powstały na drodze wymuszonej ewolucji.

Możliwe jest również wprowadzanie do gleby wolnego DNA plazmidowego zawierającego geny kodujące enzymy odpowiedzialne za degradację skażenia, wtedy bakterie glebowe mogą mieć możliwość rozkładu pestycydu. Aktualnie jednak wprowadzanie sztucznych genów do środowiska spotyka się ze sprzeciwem społeczeństw i polityków.

### **Koncepcja poszukiwania i zastosowania enzymów degradujących pestycydy**

**Pewne klasy enzymów, takie jak np. dehalogenazy, wykazują zdolność degradacji związków chloroorganicznych.** Jest więc możliwe, na podstawie badań określających charakter zanieczyszczeń, dopasowanie odpowiednich enzymów, które je zdegradują. Enzymy mogą być wprowadzane na specjalnych filtrach lub inaczej immobilizowane. Powinny spełniać wiele kryteriów. Przede wszystkim powinny mieć szerokie spektrum działania i przeprowadzać początkowe etapy degradacji, by zwiększyć biodostępność rozkładanego związku dla mikroflory glebowej. Nie powinny wymagać żadnych kofaktorów, aby maksymalnie uprościć ich użycie w środowisku. Niezbędna jest także niska energia reakcji. Dla celów produkcji na skalę przemysłową wymagana jest również prosta i wydajna ekspresja stabilnego białka enzymatycznego w dogodnych warunkach.

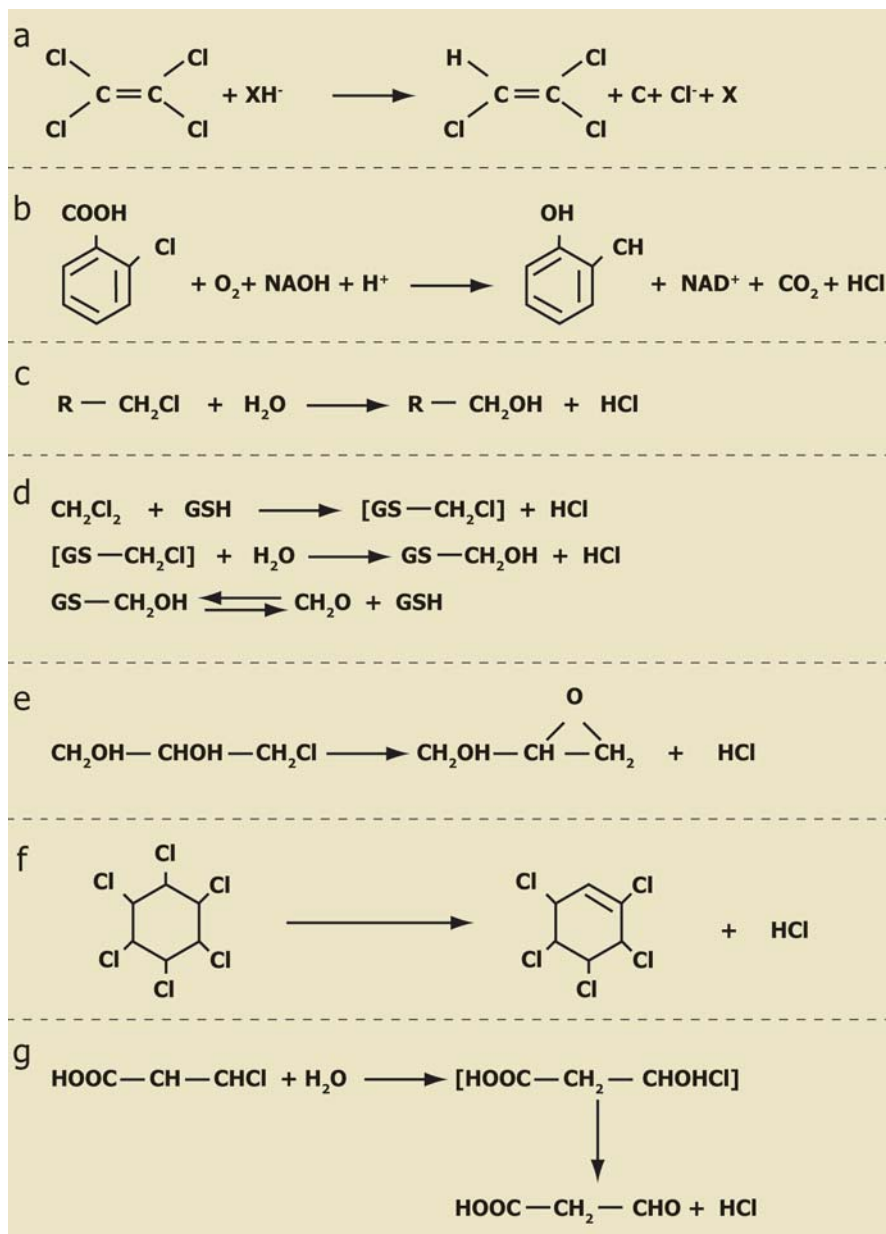
Poszukiwania enzymów degradujących pestycydy można prowadzić na różne sposoby. Jednym z nich są próby izolowania bakterii ze środowisk zanieczyszczonych pestycydami, wytypowania tych, któ-

re potrafią degradować chemikalia, a następnie sekwencjonowania ich genomów. Kolejnym podejściem jest konstrukcja bibliotek genomowych lub metagenomowych z DNA wyizolowanego z ziemi zanieczyszczonej pestycydami. Tak przygotowanymi bibliotekami DNA transformuje się komórki bakterii gospodarza, a następnie wyrosłe klony testuje się pod kątem zdolności degradacji pestycydu. Najnowsze metody obejmują metagenomowe sekwencjonowanie DNA za pomocą sekwencjatorów drugiej generacji i przeszukiwanie tak uzyskanych baz danych metodami bioinformatycznymi. Ramki odczytu zidentyfikowane w metagenomowym DNA porównuje się z poznanymi już sekwencjami białek degradujących pestycydy i na tej podstawie typuje się nowe, użyteczne enzymy.

### Wprowadzanie wyizolowanych enzymów do środowiska

Wprowadzanie do gleb wyizolowanych enzymów rozkładających określone zanieczyszczenie może być skuteczniejsze, a efekty mogą być szybsze niż korzystanie z innych sposobów remediacji. Taki proces nie wymaga ponadto dodatkowej kontroli, która byłaby konieczna przy zastosowaniu organizmów modyfikowanych genetycznie. Metoda enzymatyczna ma szansę znaleźć zastosowanie w warunkach uniemożliwiających wzrost bakterii ze względu na wysokie stężenie skażeń.

Jeden z pierwszych produktów tego typu wprowadziła na rynek australijska agencja CSIRO. Nosi on nazwę LandGuard™ i przeznaczony jest do usuwania zanieczyszczeń pestycydami fosforoorganicznymi. Można używać go do oczyszczania wody spływającej z pól uprawnych, do usuwania pestycydów z owoców i wełny owiec. Zawiera on enzym o małej specyficzności, opatentowany przez CSIRO. Główną zaletą tego produktu jest przeprowadzanie pierwszego, najtrudniejszego etapu degradacji i generowanie nietoksycznych produktów reakcji. Enzym nie posiada żadnych kofaktorów, a dzięki wprowadzonym modyfikacjom



Rys. 2. Mechanizmy dehalogenacji [wg Fetzner S., Lingens F. (1994)]

ma bardzo wysoką ekspresję i jest wyjątkowo stabilny. Producent zapewnia, że LandGuard™ został wprowadzony na rynek w celu taniego oczyszczenia wody z pozostałości pestycydów, bez dużych nakładów energii, substancji chemicznych oraz bez użycia dużej ilości wody w celu rozcieńczania zanieczyszczeń.

### Dehalogenazy

Najpoważniejszym problemem w procesie degradacji pestycydów chloroorganicznych jest inicjacja reakcji odłączenia pierwszego z jonów chlorkowych. Enzymami odpowiedzialnymi za tę reakcję są de-

halogenazy. Celem badań nad tymi enzymami jest poznanie możliwie dużej liczby enzymów charakteryzujących się różną specyficznością substratową, dokładnego mechanizmu działania oraz ich optymalizacji za pomocą metod inżynierii genetycznej, pod kątem specyficznego zastosowania w rolnictwie lub przemyśle.

Dehalogenazy są enzymami odłączającymi jony halogenków od aromatycznych lub alifatycznych łańcuchów węglowych. Na podstawie specyficzności substratowej, mechanizmu reakcji i sekwencji genu można je zakwalifikować do kilku grup: hydrolitycznych de-

halogenaz, transferaz glutationu, oksigenaz, hydratyz, dehalogenaz haloalkanów, dehalogenaz halogenowanych kwasów oraz dehalogenaz. Mechanizmy reakcji dehalogenacji mogą być bardzo różne. Pierwszym z nich jest redukcyjne odłączanie jonu halogenku (Rys. 2a). Jest on zastępowany jodem wodorowym. Drugi to oksydacyjna dehalogenacja (Rys. 2b), katalizowana przez mono- lub dioksygenazę wbudowującą atom tlenu do cząsteczki substratu. Kolejnymi są dehalogenacje hydrolityczna (Rys. 2c) i „tiolowa” (Rys. 2d). Piątym z mechanizmów reakcji jest wewnątrzcząsteczkowa substytucja (Rys. 2e), a następnym – dehalogenacja z wytworzeniem cząsteczki HCl i powstaniem podwójnego wiązania w substracie (Rys. 2f). Ostatnim mechanizmem reakcji jest hydratacja cząsteczki substratu (Rys. 2g).

Dehalogenacja może zachodzić również spontanicznie, bez użycia enzymów. Dzieje się tak dzięki małej stabilności substratu i jest obserwowana tylko dla niektórych związków.

## Enzymy degradujące $\gamma$ -HCH (lindan)

Bakterie mają wiele różnych enzymów zaangażowanych w biodegradację lindanu, które należą do rodziny białek kodowanych przez geny *lin*. Pierwsze geny i enzymy zostały zidentyfikowane w bakteriach rodzaju *Sphingomonas*. Szlak oparty na enzymach z grupy *lin* prowadzi do całkowitej dehalogenacji pestycydu, co umożliwia rozkład łańcucha węglowego w metabolizmie podstawowym bakterii.

Geny kodują enzymy odłączające jony chloru od różnych grup pestycydów chlorowcopochodnych, bywają zlokalizowane zarówno w chromosomie bakteryjnym, jak i na plazmidach. Często genom *lin* towarzyszy region IS6100. Ma on długość 800 pz i koduje transpozazę TnpA. Fragment ten można znaleźć nie tylko w sąsiedztwie genów *lin*, ale także obok innych genów związanych z metabolizmem oraz opornością na antybiotyki. Fragment ten ma na końcach odwrócone powtórzenia o długości 14 pz. Jego obecność w sąsiedztwie genów *lin* sugeruje udział

w mechanizmach reorganizacji tego odcinka genomu bakteryjnego.

Powyższa praca jest obszernym fragmentem wstępu do pracy licencjackiej wykonanej i napisanej przez autorkę w Instytucie Genetyki i Biotechnologii UW (promotor: dr hab. Andrzej Dziembowski, opiekun naukowy: dr Adam Sobczak). W trakcie realizacji pracy autorce udało się wyizolować nową dehalogenazę o właściwościach, które czynią ją szczególnie użyteczną podczas usuwania ze środowiska naturalnego skażeń pestycydami. Z przyczyn redakcyjnych z tekstu usunięto liczne cytowania.

### Piśmiennictwo:

- Nagata Y., Endo R., Ito M., Ohtsubo Y., Tsuda M., *Aerobic degradation of lindane ( $\gamma$ -hexachlorocyclohexane) in bacteria and its biochemical and molecular basis*, Applied Microbiology and Biotechnology tom 76, nr 4 (2007), 741–752.
- Fetzner S., Lingens F., *Bacterial dehalogenases: biochemistry, genetics, and biotechnological applications*, Microbiol. Rev. 58 (1994) 641–685.

## Warto przeczytać

- <http://www.pgi.gov.pl/pl/ochrona-srodowiska-uslugi/583-mogilniki-technologie-likwidacji-i-rekultywacji.html>
- <http://nauka.wiara.pl/doc/1154127.Zlikwidowano-prawie-wszystkie-mogilniki>
- <http://kbs.ise.polsl.pl/artykuly/biotechnologia-w-inz-srod-KM-LP-PITRO.pdf>
- <http://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/Metabolizm-ksenobiotykow/>

## Biologia w internecie

### Miejsca, które powinny zainteresować każdego przyrodnika (cz. 1)

- <http://www.lepidoptera.pl>  
Miejsce szczególnie cenne dla miłośników motyli.
- <http://www.northamptonshirewildlife.co.uk/>  
Przepiękna angielskojęzyczna strona, która bez wątpienia zainteresuje każdego przyrodnika.
- <http://www.entomo.pl/>  
Coś dla miłośników owadów
- <http://www.iop.krakow.pl/pckz/>  
Polska czerwona księga zwierząt – bezkręgowce.
- <http://www.muzewol.pan.pl/>  
Strona Muzeum Ewolucji Polskiej Akademii Nauk
- <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/muzeum/>  
Muzeum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie
- <http://www.arctowski.pl/>  
Stacja Polskiej Akademii Nauk, im. H.Arctowskiego w Antarktyce

# Tarnina (*Prunus spinosa*)

znana również jako śliwa tarnina

Klasa – rośliny okrytonasienne, kład – różowe, rząd – różowce, rodzina – różowate, rodzaj – śliwa

Jesień to dla ogrodników czas szczególny. Czas zbioru owoców, jesiennych kwiatów i ostatnich motyli. To okres wyczerpanych prac w ogrodzie, kiedy trzeba myśleć nie tylko o powoli zbliżającej się zimie, ale również – a może nawet przede wszystkim – o kolejnej wiosnie. Co prawda dzięki uprawom w kontenerach możemy obecnie sadzić byliny, drzewa i krzewy przez cały rok, ale doświadczeni ogrodnicy doskonale wiedzą, że jesień najlepiej sprzyja nowym nasadzeniom. W gonitwie za pięknymi i ciekawymi nowinkami warto pamiętać, że również nasze rodzime krzewy i drzewa mogą być nie tylko piękne, ale także bardzo pożyteczne w ogrodzie i... kuchni. W niniejszym „ogródku” chciałbym Państwu przybliżyć krzewy, które w moim odczuciu są niedoceniane przez ogrodników, a ich obecność w przydomowym, a może w przyszkolnym ogrodzie, może sprawić przyjemność zarówno nam, jak i zwierzętom, dla których będą spiżarnią i schronieniem

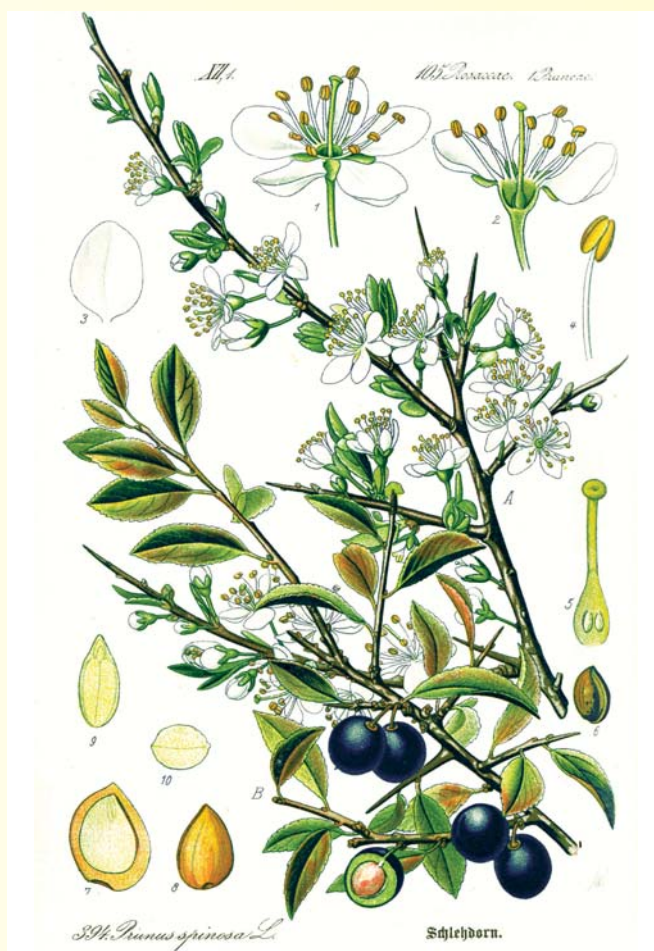
Tarnina jest gatunkiem pospolitym nie tylko w Polsce, występującym do wysokości 1100 m n.p.m. Można ją spotkać od północnej Afryki (góry Atlas) po Kaukaz, jak również w Ameryce Północnej, gdzie została zawleczona przez człowieka. Jest rośliną względnie mrozoodporną, ale nie na tyle, żeby zasiedlić Półwysep Skandynawski.

Tarnina jest krzewem, którego wysokość zwykle nie przekracza 3 m. Na stanowiskach naturalnych tworzy jednogatunkowe zarośla lub wielogatunkowe **czyżnie**. Ponieważ daje liczne odrosty, tworzy skupiska tak gęste, że nie mogą ich sforsować większe zwierzęta, w tym również człowiek. Najlepiej rośnie na glebach przepuszczalnych, piaszczystych lub gliniastych, średnio żyznych o umiarkowanej wilgotności. Może rosnąć zarówno na stanowisku słonecznym, jak i w cieniu i półcieniu. Jednak bujnie rośnie i bogato owocuje jedynie na stanowiskach silnie nasłonecznionych.

W dogodnych warunkach tarnina rośnie bardzo szybko. Ponieważ jej system korzeniowy rozwija się płytko pod ziemią i daje liczne odrosty, w krótkim czasie krzak tarniny tworzy gęszcz nie do przebycia, szczególnie dlatego, że liczne boczne krótkopędy przekształcają się w długie, ostre kolce. Dzięki temu tarninowe zarośla dają schronienie i stają się miejscem rozrodu wielu drobnych ptaków, np. sikor i pokrzewek, oraz małych ssaków. Dla dzierzb są również szczególną spiżarnią, ponieważ ptaki te nabijają na kolce tarniny swoje ofiary, np. szarańcze.

Płytkie korzenie tarniny sprzyja jej wykorzystywaniu przy obsadzaniu skarp, którym grozi osuwanie i/lub spłukiwanie, np. w czasie wiosennych roztopów. Jeśli dodam, że na krzewach tarniny żerują gąsienice ponad 130 gatunków motyli, w tym tak pięknych i nieczęstych jak ogończyk śliwowiec (*Satyrion pruni*) i pazik brzożowiec (*Thecla betulae*), oraz wielu chrząszczy, np. pięknej kózki ciocha barwnego (*Anaglyptus mysticus*), to należy uznać, że jest to roślina przyrodniczo niezwykle cenna.

Niestety, w dobrych warunkach tarnina bujnie się rozrasta i mimo wielu cennych właściwości nie można jej polecać do małych ogródków. Natomiast w dużych ogrodach może być pięknie skomponowana z innymi roślinami, zachwycając wczesną wiosną, gdy zanim wypuści liście, pokrywa się chmurą drob-



nych, białych kwiatów. Ponieważ krzewy tarniny można formować przez cięcie, może być wykorzystywana jako żywopłot nie do przebycia.

Tarnina to nie tylko piękny krzew zapewniający schronienie i pokarm wielu zwierzętom. To także roślina dostarczająca cennego surowca dla ziołarstwa i do naszych kuchni. Cennym surowcem są kwiaty i owoce tarniny. Te ostatnie, fioletowoczarne, o średnicy ok. 1,5 cm, dojrzewają w październiku. Nawet dojrzałe są bardzo cierpkie i niezbyt nadają się na przetwory. Jednak po zmrożeniu tracą cierpkość. Niestety, stają się również delikat-

ne i muszą być szybko przetwarzane. W ziołarstwie owoce tarniny wykorzystuje się z uwagi na ich działanie łagodnie zapierające i przeciwzapalne. Stosuje się je w postaci wodnych odwarów. Susz przygotowany z kwiatów tarniny ma działanie moczopędne, słabo przeczyszczające, wykrztuśne i napotne.

W kuchni wykorzystywane są owoce tarniny np. do wyrobu konfitur, soków, kompotów, syropów, nalewek i win owocowych. Pamiętać należy, że pestki tarniny zawierają wyjątkowo dużo cyjanogennych glikozydów prunazyiny, sambunigriny i amigdaliny. Z glikozydów tych powstaje silnie toksyczny cyjanowodór (kwas pruski) oraz benzaldehyd. W pestkach tarniny może występować nawet do 6% kwasu pruskiego. Przyjmuje się, że śmierć może spowodować przyjęcie ok. 1 mg cyjanowodoru na 1 kg masy ciała. Trzeba o tym koniecznie pamiętać, przygotowując przetwory z owoców tarniny.

Tarnina jest wykorzystywana również:

- **W kosmetyce** – maseczki ściągające, które są przygotowywane z owoców tarniny.
- **Do produkcji lasek.**
- **W ogrodnictwie** jako podkładka do szczepienia cennych odmian śliw wrażliwych na niskie temperatury.
- **W tężniach** solankowych – wiązki.
- **Jako roślina miododajna.**
- **Do znaczenia tkanin** – plamy z soku tarniny są praktycznie nieusuwalne.
- **Do barwienia tkanin** – liście na zielono, owoce na ciemnoszaro, a kora na żółto.

#### Tarnina w internecie

- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Śliwa\\_tarnina](http://pl.wikipedia.org/wiki/Śliwa_tarnina)
- <http://medycyna-alternatywna.wieszjak.pl/przyrodolecznictwo/286691,Tarnina—zapomniany-surowiec-leczniczy.html>
- <http://old.wino.org.pl/frames/tarnina.html>
- <http://mojenalewki.blox.pl/2010/01/Tarninowka.html>
- <http://www.bogutynmlyn.pl/html/5088.html>
- <http://zdrowybadyl.blogspot.com/2009/11/nalewka-z-tarniny-na-bakterie.html>

Zarówno pojedyncze krzaki tarniny, jak i czynie mogą być miejscem ciekawych obserwacji biologicznych, np. owadów odwiedzających kwitnące krzewy tarniny. Obserwacje takie nie tylko mogą sprawić przyjemność obserwatorowi, ale również mogą stanowić podstawę pracy przygotowanej na olimpiadę biologiczną. Dlatego namawiam do sadzenia tarniny i studiowania tej niedocenianej rośliny w jej naturalnym środowisku.

**Czyźnie (*Rubus fruticosus-Prunetum spinosae*)** to wielogatunkowe zarośla składające się z niskich krzewów, takich jak tarnina, głóg, leszczyna. Często towarzyszą im: szakłak, jeżyna, dzikie róże, wiciokrzewy, trzmielina, dereń, kalina, paklon, wiąz, jarzab i in. Występują zwykle na słabych glebach, często na wzniesieniach, stromych stokach, wąwozach oraz skrajach torowisk kolejowych i dróg.

## Cykl filmów „Typy lasów polskich”

to zbiór pięciu filmów przedstawiających różne środowiska leśne: bory, grądy, lasy bukowe, dąbrowy, łęgi i olsy. Filmy zostały przygotowane jako pomoc dydaktyczna dla nauczycieli w gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych. Pokazują czym wyróżniają się te środowiska, ich cechy (warunki siedliskowe, skład gatunkowy), a także omawiają gatunki jakie w nich występują. Poruszają też wiele problemów związanych z ochroną przyrody. Narratorami są przyrodnicy, leśnicy i znani polscy naukowcy. Film można kopiować i rozdawać uczniom, można go też pobrać ze strony [www.typylasow.edu.pl](http://www.typylasow.edu.pl) gdzie znajduje się też wiele innych informacji.



Filmy dostępne są na licencji Creative Commons  
[Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne 3.0 Polska (CC BY-NC 3.0) ]  
tekst licencji: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/pl/legalcode>

# Trzmiele i trzmielce

Trzmiele i trzmielce to społeczne owady należące do rodzaju *Bombus*, rodziny pszczołowatych. Zwykle są to duże owady o długości ciała do 3 cm, o gęstym owłosieniu i zwykle jaskrawo ubarwione.

Owady z tego rodzaju występują powszechnie na wielu kontynentach, choć przypuszczalnie pochodzą z krainy palearktycznej, gdzie do dziś najłatwiej je spotkać. W Polsce występuje 40 gatunków trzmieli i trzmielic, z których najpospolitszymi są trzmiel ziemny (*Bombus terrestris* L.) i nieco od niego mniejsze: trzmiel gajowy (*B. lucorum* L.) i trzmiel kamiennik (*B. lapidarius* L.). Wspomniane trzmiele są owadami społecznymi. W jednej kolonii żyje, późnym latem, zwykle 100–300 owadów. Kolonie zakładają samice, które wczesną wiosną, np. w kwietniu, wylatują ze swoich zimowych kryjówek. Można je łatwo zaobserwować na kwiatkach wierzby, na których intensywnie żerują. Budują gniazda pod ziemią, np. trzmiel ziemny, ale również w szczelinach ścian zabudowań większych, np. trzmiel kamiennik. Ciekawym owadem jest brzmik cicholot (*Psithyrus rupestris* F.), który wśród trzmieli jest tym, czym kukułka wśród ptaków. Późnym latem pojawiają się dorosłe owady tego gatunku. Ciekawe, że nie ma wśród nich robotnic. Po kopulacji samiec ginie, co jest typowe dla trzmieli i trzmielic, zaś samica zimuje, by wiosną, następnego roku, złożyć jaja w gnieździe trzmiela kamiennika lub trzmiela gajowego. Larwy brzmika korzystają z zapasów zgromadzonych przez trzmiele, w których gniazdach się rozwijają. Gdy brakuje pokarmu, mogą pożerać larwy gospodarza.

Brzmika łatwo można pomylić z trzmielkiem kamiennikiem. Rozpoznając te owady, należy zwracać uwagę na barwę skrzydeł, które brzmik, zwany również czarnym trzmielkiem, ma zdecydowanie ciemniejsze.

Trzmiele są znakomitymi zapylaczami. Uważa się, że z uwagi na rozmiar i pokrycie ciała gęstym futrem nawet lepszymi od pszczoły miodnej (*Apis mellifera* L.). Ponadto żerują w nie pogodę i nawet gdy temperatura powietrza nieznacznie przekracza 10°C, a więc wtedy, gdy pszczoły przestają wylatywać z ula za pożytkiem. Budowa aparatu gębowego trzmiela umożliwia mu pobieranie pokarmu z kwiatów takich roślin, jak lucerna i naporstnica, na których nie mogą żerować pszczoły. Jeśli dodamy, że latając z prędkością dochodzącą do 10 km/godz., w ciągu jednego dnia mogą odwiedzić nawet kilka tysięcy kwiatów, dojdziemy do wniosku, że są to owady niezwykle pożyteczne!



Warto pamiętać, że zimują młode, zapłodnione samice, które wiosną muszą założyć gniazda, aby złożyć w nich jaja i wykarmić wykluwające się z nich larwy. Niedobór pokarmu powoduje, że pierwsze osobniki z nowego pokolenia są zwykle nieco mniejsze, a nawet mogą ginąć. Dlatego niezwykle ważne jest, aby trzmiele dysponowały odpowiednio dużym arealem, na którym przez cały sezon kwitną rośliny, których nektarem żywią się te pożyteczne owady. Zapewne wielu z Państwa uzna za nieoczekiwane, że dla trzmieli poważnym zagrożeniem jest nie tylko chemizacja rolnictwa i leśnictwa oraz kurczenie się ich naturalnych środowisk, ale również monokultury takie jak pola rzepaku. Co prawda okresowo zapewniają ogromne ilości pożytku, ale niestety tylko okresowo. Po przekwitnięciu rzepaku owady nie mają roślin żywicielskich w zasięgu lotu, zaczynają głodować i zwykle giną. Dlatego dla ich przetrwania tak niezwykle ważne jest zachowanie miedz i innych śródpolnych ostoi, na których rosną rośliny pokarmowe dla trzmieli.

Pamiętajmy, że w Polsce wszystkie gatunki trzmieli są objęte ochroną. Nie niszczy ich gniazd i nie niepokójmy dorosłych owadów. Mogą użądlić! I choć użądlenie trzmiela nie jest tak bolesne jak pszczoły, a żądło nie zostanie w naszym ciele (brak haczyków), to nie jest przyjemne, a w przypadku osób uczulonych na jad może być niebezpieczne. Pamiętajmy też, że jako zapylacze trzmiele mogą zastąpić pszczoły, ale nie odwrotnie! Dlatego starajmy się zachować nie tylko kwieciste łąki i miedze, na których żerują, ale również ich tereny lęgowe. Dlatego nie usuwajmy martwych drzew i nie wypalajmy traw.

Trzmiele są z reguły znacznie mniej agresywne niż pszczoły, co czyni je wdzięcznym obiektem obserwacji, szczególnie że są to owady socjalne o bardzo ciekawych obyczajach.

# Afrykańskim myszom odrasta skóra

## Pierwszy przykład regeneracji tkanki u ssaków

Na podstawie:

<http://www.nature.com/news/african-spiny-mice-can-regrow-lost-skin-1.11488>

Do dziś nie opisano zjawiska regeneracji u ssaków. Co prawda nasze rany goją się, ale to nie to samo! U kręgowców regeneracja występuje u gadów i płazów. U jaszczurek, np. naszej jaszczurki zwinki (*Lacerta agilis*), ale nie waranów, agam, kameleonów, heloderm i niektórych legwanów, w różnym stopniu jest rozwinięta autotomia, czyli odrzucenie i regeneracja ogona. Jednak wśród kręgowców mistrzami regeneracji są płazy, a szczególnie salamandry, które potrafią odtworzyć całą kończynę.

Okazuje się, że również ssaki potrafią regenerować swoje tkanki. Niestety nie wszystkie i jest to raczej ciekawostka niż reguła, niemniej odkrycie, jakiego dokonał zespół naukowców amerykańskich pod kierunkiem dr. Ashleya Seiferta z Uniwersytetu Floryda w Gainesville, może mieć w przyszłości bardzo poważne konsekwencje. Okazuje się, że afrykańskie myszy z gatunków *Acomys kempi* i *Acomys percivali* potrafią zregenerować skórę, a przynajmniej jej fragmenty, których pozbywają się, uciekając ze sponów drapieżnika. Nie potrafią tego nasze rodzime myszy (*Mus musculus*) ani żadne inne ssaki. Dlaczego? Tego nikt nie wie. Dr Seifert uważa, że nawet nasz organizm umiałby poradzić sobie z takim zadaniem, gdybyśmy tylko wiedzieli, jaki gen aktywować lub może ekspresję jakiego genu należałoby wyłączyć. Czy badania nad molekularnym mechanizmem regeneracji skóry u afrykańskich myszy doprowadziły do odpowiedzi na to pytanie? Tego nie wiemy, lecz bez wątpliwości współczesne techniki biologii molekularnej, w szczególności sekwencjonowania genomów i transkryptomów, stwarzają możliwość, której by nie było, gdyby nie afrykańskie myszy...

<red>



# Hormon otyłości u muszki owocowej

Na podstawie:

***Drosophila Cytokine Unpaired 2 Regulates Physiological Homeostasis by Remotely Controlling Insulin Secretion***

Rajan A., Perrimon N.,

Cell, tom 151, 1, 123–137 s., 28 września 2012

Okazuje się, że powszechnie znana muszka owocowa pod pewnymi względami bardzo przypomina człowieka... Szczególnie gdy tyje. Owad ten wytwarza hormon funkcjonujący jak leptyna, która u kręgowców kontroluje apetyt. Odkrycia tego dokonali Akhila Rajan i Norbert Perrimon z Harvard Medical School w Bostonie (USA). Do tej pory uważano, że leptyny występują jedynie u kręgowców. Naukowcy dowiedli, że ludzka leptyna w pełni zastępuje produkt muszkiego genu *Upd2*, co oznacza, że jest on funkcjonalnym odpowiednikiem leptyny.

Powyższe odkrycie stwarza ogromne możliwości dla badań nad otyłością i to nie tylko u muszki owocowej, lecz również u człowieka, ponieważ, co oczywiste, na tej pierwszej możemy łatwiej, taniej, szybciej i bez dylematów etycznych wykonywać manipulacje genetyczne, które nie są do pomyślenia w przypadku ludzi.

<red>

# Komórki pochodzące z męskiego płodu mogą przez całe życie chronić matkę przed chorobą Alzheimera

Na podstawie:

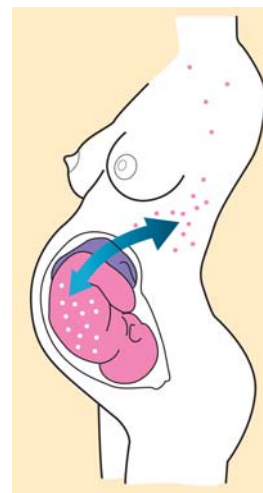
<http://news.sciencemag.org/sciencenow/2012/09/being-sons-can-alter-your-mind.html>

U ssaków, włącznie z człowiekiem, w czasie ciąży dochodzi do wymiany DNA i komórek między matką a płodem. Dowiedziano, że komórki pochodzenia płodowego mogą przetrwać przez dziesięciolecia w ciele matki. Zjawisko to jest nazywane mikročhimeryzmem płodowym.

Dla kobiety może to być zarówno błogostawieństwem, jak i przekleństwem. Z jednej strony komórki płodowe wspierają zdrowie matki, pobudzając system immunologiczny i regenerację tkanek, z drugiej mogą wywoływać niepożądaną reakcję immunologiczną.

Wykazano, że DNA pochodzący z męskiego płodu może przetrwać w mózgu matki przez całe jej życie. I choć nie wiadomo jak, to jednak przypuszczalnie chroni kobiety przed chorobą Alzheimera. Dowiedziano tego w przypadku matek, które w mózgach zawierały dużo męskiego DNA, ponieważ zapadały one znacznie rzadziej na tę straszłą chorobę.

<red>



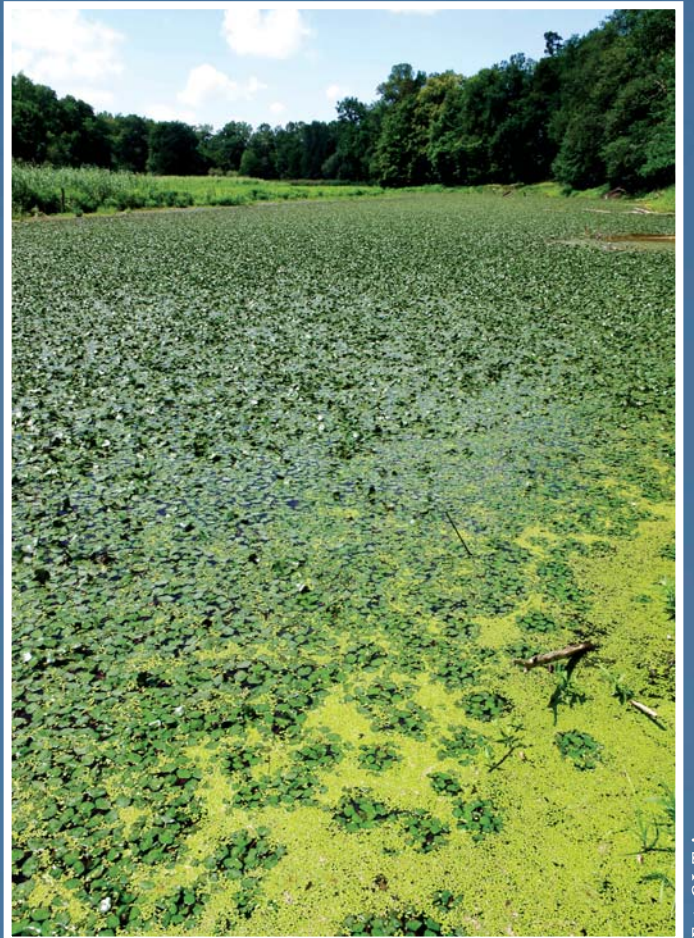
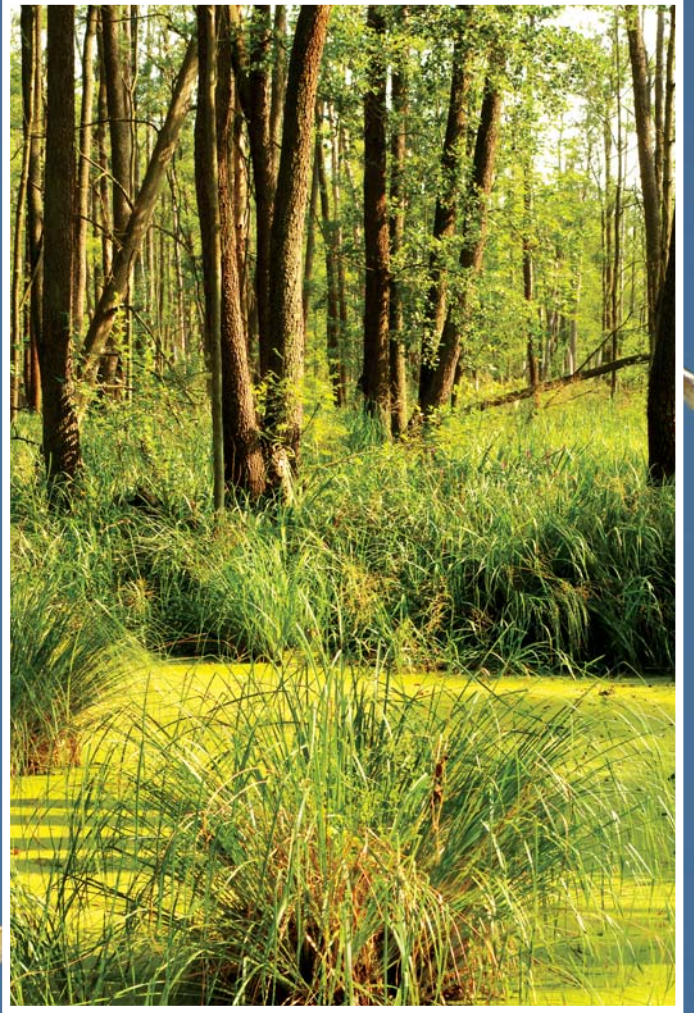
Komórki migrujące pomiędzy matką a płodem mogą przetrwać w ciele matki po porodzie.

A photograph of a flock of white birds, likely egrets or herons, flying against a clear, bright blue sky. The birds are captured in various stages of flight, with their wings spread wide, creating a sense of movement and grace. The lighting is bright, highlighting the white feathers of the birds.

# Dolina Baryczy

Czytaj też na s. 40





Fot. C.J. Tajer



# Fizjologia roślin

## – rozwiązania metodyczne

Marlena Zielińska, Alina Trejgell

### Wstęp

Wśród pięciu wymagań ogólnych zapisanych w nowej podstawie programowej aż trzy związane są z eksperymentami i obserwacjami biologicznymi. Absolwentowi gimnazjum stawia się następujące wymagania:

- znajomość metodyki badań biologicznych (uczeń powinien umieć planować, przeprowadzać i dokumentować obserwacje i proste doświadczenia biologiczne; określać warunki doświadczenia, rozróżniać próbę kontrolną i badawczą, formułować wnioski, przeprowadzać obserwacje preparatów mikroskopowych);
- umiejętność poszukiwania, analizowania, przetwarzania, wykorzystywania i tworzenia informacji w różnej postaci;
- umiejętność rozumowania i argumentowania (uczeń powinien umieć interpretować informacje i wyjaśniać zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułować wnioski, formułować i przedstawiać opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi).

Sz szczególnie cenne w kształceniu i rozwijaniu wyżej zacytowanych umiejętności są samodzielnie prowadzone eksperymenty, w których uczniowie rozwiązują problemy badawcze. Wówczas to uczeń występuje w roli badacza i ma możliwość pełnego rozwoju samodzielności i twórczego myślenia.

Metoda laboratoryjna jest szczególnie przydatna w realizacji zagadnień z dziedziny biochemii, cytologii, fizjo-



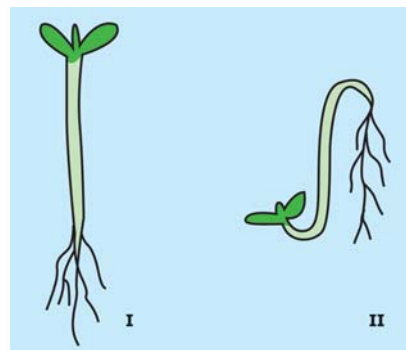
logii i ekologii. Niniejsza publikacja, dotycząca fizjologii roślin, stanowi kontynuację wcześniejszych artykułów zamieszczonych w „Biologii w Szkole”, które dotyczyły wykorzystania eksperymentów i metody problemowej przy realizacji różnych treści programowych.

Zaprezentowane w niej eksperymenty są sprawdzone i łatwe do przeprowadzenia w warunkach szkolnych. Zostały one przygotowane w postaci gotowych kart pracy, które można wykorzystać na lekcjach biologii. Ich konstrukcja umożliwia kształtowanie postawy badawczej ucznia. Na końcu publikacji zamieszczono zadania problemowe, które mogą służyć nauczycielowi do sprawdzenia umiejętności uczniów w zakresie projektowania doświadczeń, stawiania problemów badawczych i hipotez oraz wysuwania wniosków na podstawie analizy przedstawionych wyników. Tego rodzaju zadania bardzo często pojawiają się na egzaminach maturalnych.

### Karta pracy 4. Przykładowe rozwiązanie

**Hipoteza badawcza:** korzeń pod wpływem siły grawitacji rośnie w głąb gleby, a łodyga kieruje się w przeciwną stronę.

**Wniosek:** korzeń wykazuje grawitropizm dodatni, a łodyga grawitropizm ujemny.



Schemat siewek

## Karta pracy 1.

PROBLEM BADAWCZY: Czy temperatura wpływa na kiełkowanie nasion?

HIPOTEZA BADAWCZA: .....

ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:

**Niezbędne materiały:** 100 nasion sałaty lub rzeżuchy i 100 ziarniaków pszenicy, zlewka, woda destylowana, cylinder miarowy, 6 szalek Petriego lub przezroczyste pojemniki z przykrywką, bibuła lub papierowy ręcznik, lodówka, termostat (względnie szafka – w pomieszczeniu o stałej temperaturze około 20–24°C).

**Przebieg doświadczenia:** Po 50 nasion każdego gatunku wysiej na szalki wyłożone bibułą zwilżoną wodą. Szalki umieść, po jednej z nasionami danego gatunku, w lodówce i w temperaturze pokojowej. Po upływie 3–4 dni sprawdź, jaka część nasion wykiełkowała. Wyniki podaj w procentach i przedstaw w tabeli lub na wykresie.

1. H<sub>2</sub>O 4°C  2. H<sub>2</sub>O 22°C

WYNIKI:

WNIOSEK: .....

## Karta pracy 2

PROBLEM BADAWCZY: Czy detergenty wpływają na kiełkowanie nasion?

HIPOTEZA BADAWCZA: .....

ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:

**Niezbędne materiały:** 100 nasion rzeżuchy, zlewka, woda, cylinder miarowy, 2 szalki Petriego lub przezroczyste pojemniki z przykrywką, bibuła lub papierowy ręcznik, płyn do mycia naczyń.

**Przebieg doświadczenia:** Wysiej po 50 nasion na szalki wyłożone bibułą zwilżoną wodą. Do jednej szalki dodaj płyn do naczyń, a do drugiej taką samą ilość wody. Szalki umieść w ciepłym miejscu. Po upływie 3–4 dni sprawdź, jaka część nasion wykiełkowała. Wyniki podaj w procentach i przedstaw w tabeli lub na wykresie.

WYNIKI:

WNIOSEK: .....

## Karta pracy 3

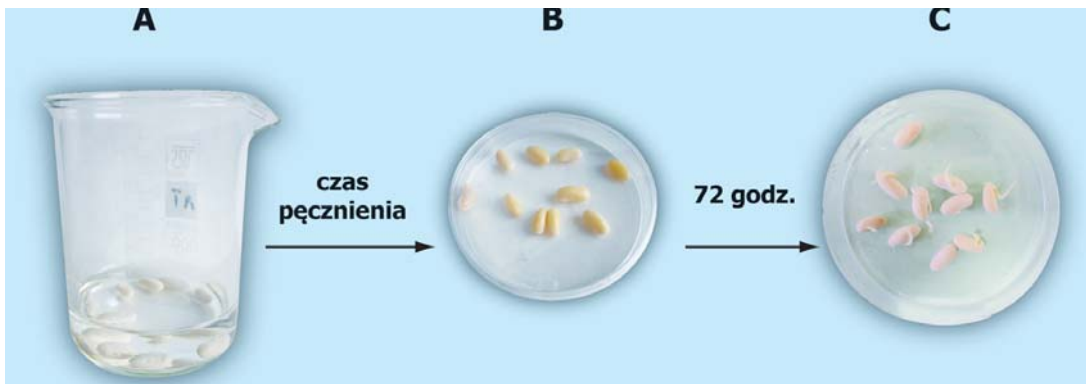
PROBLEM BADAWCZY: Czy czas pęcznienia ma wpływ na odsetek skielkowanych nasion?

HIPOTEZA BADAWCZA: .....

ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:

**Niezbędne materiały:** nasiona fasoli, 4 zlewki, woda o temperaturze pokojowej, cylinder miarowy, 4 szalki Petriego lub przezroczyste pojemniki z przykrywką, papierowy ręcznik, folia spożywcza.

**Przebieg doświadczenia:** Po 10 nasion włoż do zlewek i zalej odmierzoną ilością wody tak, aby nasiona były całkowicie pod wodą (Fot. A). Nasiona z poszczególnych zlewek mocz w wodzie przez: 1, 6, 12 lub 24 godz. Po upływie tego czasu nasiona wyjmij z wody i dokładnie osusz ręcznikiem. Następnie umieść w szalkach i szczelnie zamknij folią (Fot. B). Zmierz ilość wody wchłoniętej przez nasiona podczas pęcznienia, w każdym wariantcie doświadczenia. Szalki odstaw na parapet okna. Po upływie 3 dni sprawdź, ile nasion wykiełkowało. Wynik podaj jako procent skielkowanych nasion (Fot. C).



WYNIKI (zaproponuj sposób przedstawienia wyników):

WNIOSEK: .....

.....

**Karta pracy 4**

**PROBLEM BADAWCZY:** Czy siła ciężenia ma wpływ na kierunek wzrostu korzenia i łodygi?

**HIPOTEZA BADAWCZA:** .....

**ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:**

**Niezbędne materiały:** nasiona rzeżuchy, 3 szalki Petriego z wilgotną bibułą, pęseta i pisak, stojak do ustawienia szalek w pozycji pionowej (np. styropianowy lub drucziany).

**Przebieg doświadczenia:** Nasiona wysiej na wilgotną bibułę. Wybierz 10 prawidłowo rozwiniętych siewek jednakowej wielkości (5–6-dniowych). Siewki przełóż do nowej szalki ustawionej pionowo (styropianowy statyw), 5 siewek ustaw w prawidłowej orientacji (I), a 5 obracamy o 180° – korzeń skierowany do góry (II). Po 2 dniach dokonaj porównania siewek w obu próbach (Fot. 1).



Fot. 1.

**WYNIKI** (przedstaw je w postaci schematu ilustrującego siewki z obu prób):

I  
WNIOSEK:.....  
.....

II

**Karta pracy 5**

**PROBLEM BADAWCZY:** Czy temperatura wpływa na ruchy roślin?

**HIPOTEZA BADAWCZA:** .....

**ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:**

**Niezbędne materiały:** 2 kwiaty (np. tulipany), lodówka.

**Przebieg doświadczenia:** Jeden kwiatek umieść w lodówce (I), a drugi pozostaw w temperaturze pokojowej (II). Po upływie 15 minut zwróć uwagę na stopień rozwinięcia okrywy kwiatowej.

**WYNIKI** (przedstaw je w postaci rysunku ilustrującego kwiaty z obu prób):

I  
WNIOSEK:.....  
.....

II

## Karta pracy 6

PROBLEM BADAWCZY: Czy powierzchnia liści ma wpływ na intensywność transpiracji?

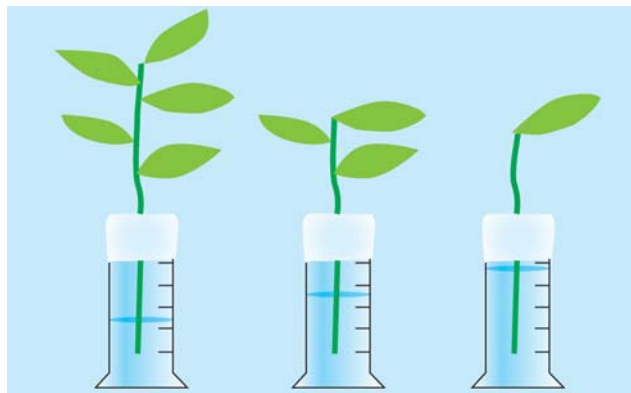
HIPOTEZA BADAWCZA: .....

ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:

**Niezbędne materiały:** 3 pędy np. trzykrotki posiadające 1, 3 i 5 liści o porównywalnej wielkości, 3 cylinderki miarowe o pojemności 25 lub 50 ml lub 3 zlewki/probówki i 1 cylinder, folia spożywcza do zabezpieczenia naczyń, papier milimetrowy, ołówek.

**Przebieg doświadczenia:** Policz liście na wszystkich pędach. Obrysuj jeden z nich na papierze milimetrowym, oblicz jego powierzchnię i pomnóż przez liczbę liści na pędzie.

Każdy pęd umieść w cylinderku napełnionym jednakową ilością wody (lub odmierz wodę za pomocą cylinderka do zlewek lub probówek i tam umieść pędy). Zabezpiecz folią wloty naczyń (patrz fotografia), aby uniemożliwić parowanie wody wprost z naczyń. Tak przygotowane próby badawcze umieść na parapecie okna. Po kilku dniach zmierz ilość wody w każdym cylinderku.



WYNIKI (przedstaw je w postaci tabeli):

--	--

WNIOSEK: .....

.....

## Karta pracy 7

PROBLEM BADAWCZY: **Badanie wpływu niedoboru składników mineralnych na wzrost i rozwój rośliny.**

HIPOTEZA BADAWCZA: .....

ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:

**Niezbędne materiały:** 20 siewek kukurydzy lub fasoli, 2 słoje do hodowli hydroponicznej, pompka do przewietrzania hodowli, woda destylowana, 10-krotnie stężone roztwory soli mineralnych.

**Przebieg doświadczenia:**

Próba kontrolna: .....

Próba badawcza: .....

Jaką rolę odgrywa powietrze włączane codziennie do pożywki mineralnej? .....

WYNIKI

Analizowane parametry	Próba kontrolna	Próba badawcza
Długość pędu (mm)		
Długość korzenia (mm)		
Barwa liści		
Świeża masa		
Inne uwagi		

WNIOSEK: .....

## ZJAWISKO OSMOZY

## Karta pracy 8

PROBLEM BADAWCZY:.....

HIPOTEZA BADAWCZA:.....

ZAPLANOWANIE I WYKONANIE DOŚWIADCZENIA:

**Niezbędne materiały:** zlewki lub probówki, ziemniak lub ogórek, sól, woda, nożyk, linijka.

**Przebieg doświadczenia:** Przygotuj porcje po 50 ml roztworów soli kuchennej (kontrola – woda, wariant I – woda + 1 łyżka soli, wariant II – woda + 2 łyżki soli). Opisz odpowiednio zlewki/probówki. Wytnij z bulw ziemniaka graniastosłupy, tzw. frytki, o takiej samej wielkości, zmierz ich długość i umieść je po 2–3 w probówkach/zlewkach. Po 15 minutach ponownie zmierz długości graniastosłupów (dla pewności i lepszego efektu nauczyciel nastawia doświadczenie przed lekcją, zapisując czas nastawienia doświadczenia – efekt widoczny jest już po 45 minutach).

WYNIKI (przedstaw w tabeli lub jako wykres słupkowy):

WNIOSEK: .....

## Karta pracy 9

**Określenie stężenia soku wakuolarnego w komórkach cebuli**

**Niezbędne materiały:** czerwona cebula, 1 M roztwór sacharozy, woda destylowana, pipeta szklana ze skalą co 0,5 ml, pęseta, żyłtka lub skalpel, 12 małych zlewek lub probówek, szkiełka podstawowe i nakrywkowe, mikroskop.

**Przebieg doświadczenia:**

Oblicz i wpisz do tabeli ilości wody i roztworu sacharozy o stężeniu 1 M, które są niezbędne do przygotowania 10 ml każdego z roztworów o podanych stężeniach sacharozy. Oznacz zlewki lub probówki, wlej do nich dokładnie odmierzoną ilość obu roztworów i dokładnie je wymieszaj.

Przygotuj skrawki tkanki, wycinając żyłtką lub skalpelem niewielkie fragmenty według poniższego schematu. Za pomocą pęsety umieść je w każdym z przygotowanych roztworów.



Po 10–15 minutach przenieś skrawki tkanki wraz z kilkoma kroplami roztworu, w którym dokonano inkubacji, na szkiełka podstawowe, przykryj szkiełkiem nakrywkowym i dokonaj obserwacji mikroskopowej.

Określ, w których roztworach zachodzi plazmoliza, a w których nie obserwuje się tego zjawiska. Uzyskane wyniki przedstaw w tabeli, zaznaczając odpowiednio „+” lub „-”, w kolumnie Plazmoliza.

Zaznacz, które roztwory są hipertoniczne, hipotoniczne i izotoniczne w stosunku do soku komórkowego.

Wykonaj rysunki komórek, zaznaczając na nich strzałkami ruch wody.

Stężenie (M)	Objętość (ml)		Plazmoliza
	H <sub>2</sub> O	roztwór sacharozy	
0,25			
0,3			
0,35			
0,4			
0,45			
0,5			
0,55			
0,6			
0,65			
0,7			
0,75			
0,8			

WNIOSEK:.....  
 .....  
 .....



## ZADANIA PROBLEMOWE

### Zadanie 1

Zaproponuj przebieg doświadczenia, którego problem badawczy brzmi: *Wpływ kwaśnych deszczy na rozwój młodych roślin.*

W projekcie doświadczenia wykorzystaj:

- nasiona rzeżuchy;
- wate;
- papierki lakmusowe;
- czystą wodę o pH równym 7;
- wodne roztwory kwasu siarkowego o pH równym: 5, 4 i 3;
- spodeczki;
- 4 spryskiwacze do roślin.

a) Przedstaw plan doświadczenia: hipotezę, opis zestawu doświadczalnego, próbę kontrolną i próbę eksperymentalną, sposób rejestrowania wyników – plan przedstaw w punktach. (5 p.)

b) Napisz, jakiego wyniku można się spodziewać. (1 p.)

### Zadanie 2

Wykreśl krzywe ilustrujące wpływ temperatury na liczebność wołka ryżowego w mące o wilgotności 14% i 11%. (2 p.)

Wołek ryżowy jest chrząszczem występującym w strefie umiarkowanej, znanym jako szkodnik składu zbóż. Tabela przedstawia liczebność populacji tego chrząszcza w mące o różnej wilgotności i temperaturze.

Temperatura (°C)	Liczebność osobników dorosłych / 12 g pszenicy	
	wilgotność 14%	wilgotność 11%
15	0	0
18	110	20
23	330	170
25	430	230
29	590	270
30	570	250
33	380	0
34	80	0

Korzystając z wykreślonych krzywych, sformułuj wniosek, praktyczną radę dla właściciela składu zbożowego, który zauważył w przechowywanej mące dorosłe osobniki wołka ryżowego. (1 p.)

### Zadanie 3

Zaplanuj tabelę do rejestracji wyników przedstawionego poniżej doświadczenia. (2 p.)

Cel: badanie wpływu światła na kiełkowanie roślin.  
Materiał: nasiona pszenicy i rzeżuchy.

Sprzęt i odczynniki: doniczka z ziemią, kartonowe pudełko, woda, źródło światła.

### Instrukcja graficzna



Policz wykiełkowane rośliny po 3, 6 i 9 dniach eksperymentu.

### Zadanie 4

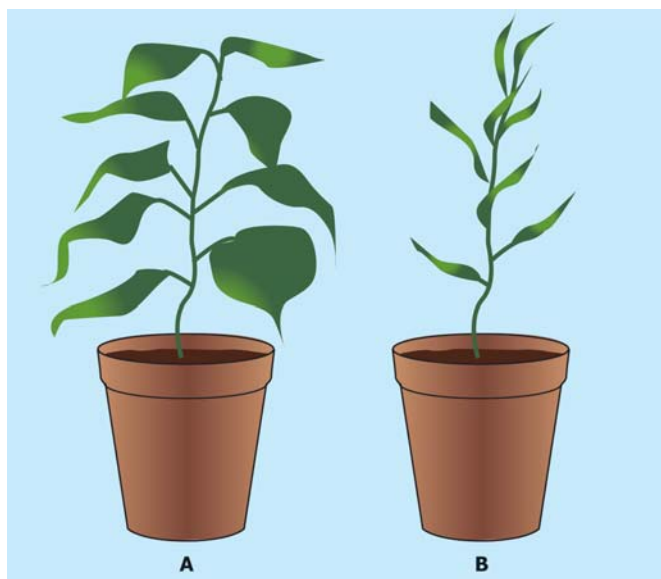
Każdy może zaobserwować na działce czy polu uprawnym, że w miejscach, gdzie rośnie perz i jest dużo jego kłaczy, uprawiane rośliny rosną i rozwijają się wolniej. Można więc sformułować hipotezę, że kłacza perzu hamują wzrost roślin.

Zaplanuj doświadczenie umożliwiające sprawdzenie słuszności tej hipotezy.

W planie uwzględnij: materiał badawczy, zestaw doświadczalny, zestaw kontrolny, sposób określenia tempa wzrostu roślin. (4 p.)

### Zadanie 5

Rysunek przedstawia dwie rośliny: rosnącą na świetle (A) i w ciemności (B). Roślina rosnąca w ciemności uległa wypłoniению, czyli etiolacji. Była żółtawa, a jej liście słabo rozwinięte. Po wystawieniu rośliny B na działanie światła zazieleniła się i wykształciła normalne liście (podobne do tych u rośliny A).



Sformułuj problem badawczy do powyższych obserwacji. (1 p.)

### Zadanie 6

Młode siewki ogórka i pszenicy, o długości 4 cm, przeniesiono do pomieszczeń hodowlanych o różnych temperaturach. Pozostałe czynniki wpływające na wzrost we wszystkich pomieszczeniach miały wartości optymalne. Po 10 dniach hodowli zmierzono długość wszystkich roślin. Uśrednione wyniki pomiarów przyrostów obu roślin (wyrażone w centymetrach), w różnych temperaturach, zawiera poniższa tabela.

Temperatura (°C)	Przyrost (cm)	
	pszenica	ogórek
2,5	0	0
5	1	0
10	8	0
15	12	2
30	12	14
40	1	14
45	0	2
50	0	0

- Sporządź wykresy przyrostów pszenicy i ogórka w zależności od temperatury otoczenia. (2 p.)
- Na podstawie przebiegu obu wykresów określ różnice optymalnych temperatur wzrostu pszenicy i ogórka. (2 p.)

### Zadanie 7

Sformułuj hipotezę roboczą do problemu badawczego: *Wpływ temperatury na częstotliwość skurczów serca rozwielitek.* (1 p.)

### Zadanie 8

Sformułuj dwa wnioski wynikające z obserwacji rozwoju fasoli na różnym podłożu. (2 p.)

Numer próby	Podłoże	Wzrost	Zabarwienie liści
I	Woda destylowana	Początkowo powolny, następnie zahamowany, marnienie i obumieranie roślin	Żółte
II	Woda deszczowa	Niezbyt szybki	Zielone, po pewnym czasie żółte
III	Woda studzienna	Dość szybki	Zielone

### Zadanie 9

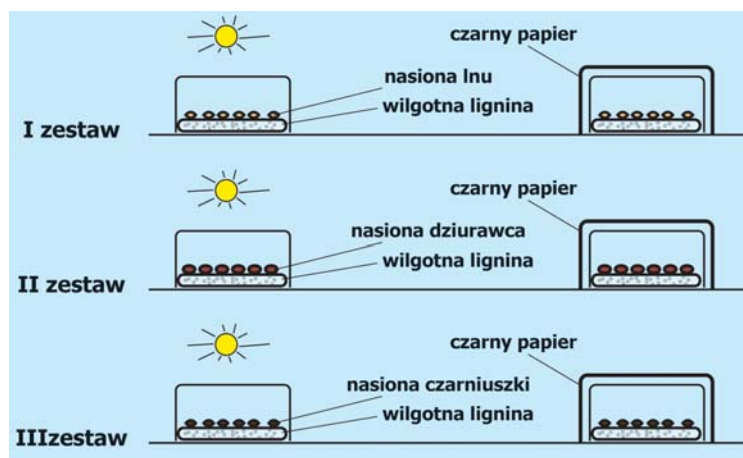
Postanowiono doświadczalnie sprawdzić słuszność hipotezy badawczej: *Niskie stężenie roztworu soli przyspiesza kiełkowanie nasion rzęchuchy.*

Zaplanuj doświadczenie, które sprawdzi słuszność postawionej hipotezy.

Uwzględnij: materiał badawczy, zestaw doświadczalny i kontrolny, sposób zbierania, rejestracji i opracowania wyników. (5 p.)

### Zadanie 10

Sformułuj problem badawczy, który można rozwiązać za pomocą poniższych zestawów doświadczalnych: I, II, III. (1 p.)



### Zadanie 11

Soja jest rośliną motylkową, odgrywającą ważną rolę w diecie wegetariańskiej. Stąd duże zainteresowanie wpływem różnych czynników na jej wzrost i aktywność nitrogenazy – enzymu niezbędnego do wiązania azotu atmosferycznego przez bakterie brodawkowe.

Tabela zawiera dane z badania wpływu żelaza, kobaltu i molibdenu, dodanych do podłoża, na wzrost soi i aktywności nitrogenazy (wartości podane w procentach w stosunku do próby kontrolnej – brak pierwiastka w podłożu).

Obecność pierwiastka w podłożu	Świeża masa liści	Świeża masa brodawek korzeniowych	Aktywność nitrogenazy
-Fe	100	100	100
+Fe	100	400	650
-Co	100	100	100
+Co	192	100	440
-Mo	100	100	1 001
+Mo	160	225	500

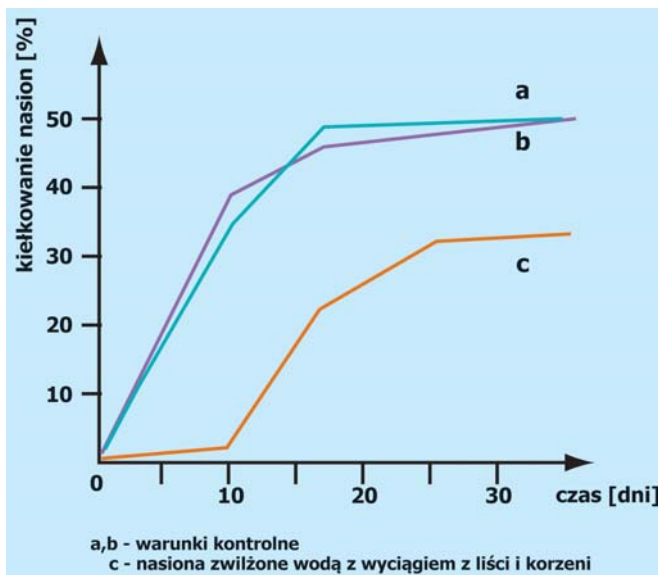
Sformułuj trzy wnioski wynikające z analizy danych zawartych w tabeli. (3 p.)

### Zadanie 12

Przeprowadzono następujące doświadczenie:

Na trzy szalki wyłożono po 100 nasion ostrożnia błotnego. Nasiona w dwóch szalkach zwilżano wodą, natomiast w trzeciej szalce – wodą z wyciągiem z liści i korzenia ostrożnia błotnego. Doświadczenie prowadzono przez 30 dni. Wyniki przedstawiono na wykresie 1.

- Sformułuj problem badawczy, który może rozwiązać powyższe doświadczenie. (1 p.)
- Sformułuj wniosek na podstawie uzyskanych wyników. (1 p.)
- Wyjaśnij rolę prób kontrolnych (a i b) w tym doświadczeniu. (2 p.)



Wykres do zad. 12.

### Zadanie 13

Na szalkach Petriego o średnicy 15 cm, wyłożonych bibułą filtracyjną zwilżoną ekstraktem z liści ostrożnia błotnego, wysiano po 100 nasion pszenicy. Wariant kontrolny stanowiły nasiona kiełkujące na podłożu zwilżonym wodą destylowaną. Wyniki przedstawiono w tabeli.

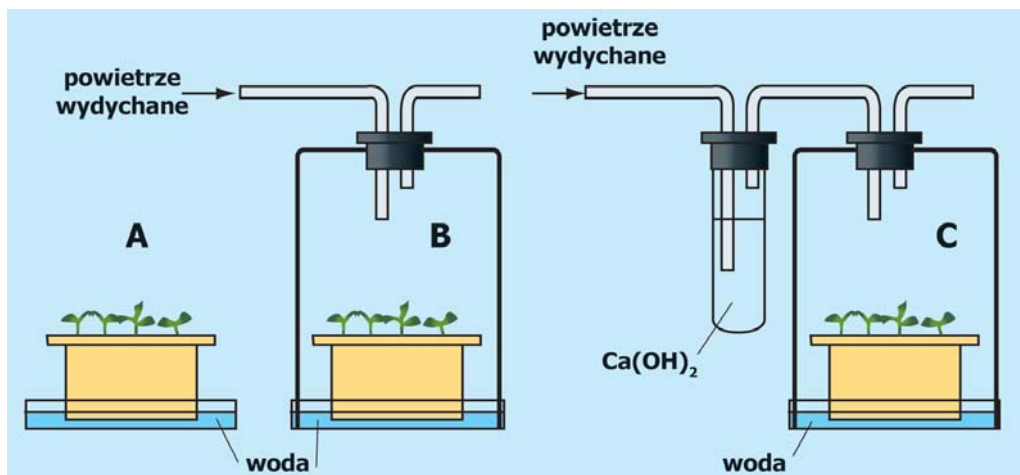
Dni	Kiełkowanie nasion (%)	
	podłoże zwilżone ekstraktem	podłoże zwilżone wodą destylowaną
1	2	10
2	10	18
3	15	25
4	16	40
5	20	45
6	25	55
7	30	60
8	40	70

- Przeanalizuj wyniki z tabeli i przedstaw je w formie wykresu. (2 p.)
- Sformułuj wniosek płynący z powyższego doświadczenia. (1 p.)

### Zadanie 14

Które z opisanych sytuacji są eksperymenta-

Schematy do zad. 15.



mi naukowymi, a które obserwacjami? Na czym polega różnica? (2 p.)

- Dziesięć siewek kukurydzy hodowano przez cztery tygodnie, podlewając je 2-procentowym roztworem chlorku sodu. Następnie rośliny zważono i zmierzono. Wyniki porównano z tymi, które otrzymano, podlewając dziesięć innych siewek kukurydzy wodą bez chlorku sodu.
- Pszczoły oznakowano na tułowiu kropkami nietoksycznej farby, a następnie obserwowano je za pomocą kamery zainstalowanej wewnątrz ula.
- Ornitologzy śledzili przez lornetki miejsca gniazdowania ptaków drapieżnych i liczyli, ile razy przybywają one w ciągu dnia z pokarmem dla piskląt.
- Do jeziora wpuszczono narybek amura białego. Ryby regularnie odławiano, mierzono, ważono i wpuszczano z powrotem do wody.

### Zadanie 15

Po przeanalizowaniu schematów A, B i C ilustrujących przebieg doświadczenia wykonaj poniższe polecenia.

Sformułuj problem badawczy. (1 p.)

.....

Postaw hipotezę badawczą. (1 p.)

.....

Określ sposób analizy wyników. (2 p.)

.....

Zaproponuj sposób przedstawienia wyników. (1 p.)

.....

**Dr Marlena Zielińska**

Pracownia Dydaktyki Wydziału BiNoZ, UMK w Toruniu, Gimnazjum nr 3 w Toruniu

**Dr Alina Trejgell**

Katedra Fizjologii Roślin i Biotechnologii, BiNoZ, UMK W Toruniu

# Rodzice z nauczycielami na linii ognia?

**Współpraca szkoły i rodziców często napotyka wiele problemów. Nierzadko brakuje komunikacji, obie strony mają odrębne oczekiwania, a wielu opiekunów przenosi całą odpowiedzialność za edukację dzieci jedynie na nauczycieli. Tymczasem od odpowiedniej współpracy rodziców i pedagogów zależy sukces dziecka i to czy w pełni rozwinię swoje talenty. Czy relacje rodzice – nauczyciele można uzdrowić?**

Magda Assaf

## **Nauczyciel i rodzic grają w jednej drużynie**

Z chwilą rozpoczęcia szkolnej edukacji dziecko zaczyna rozwijać się w dwóch środowiskach – rodzinie oraz szkole, których nie da się wzajemnie zastąpić. Niezwykle istotne jest, aby obie strony czuły się odpowiedzialne za postępy dziecka oraz były sprzymierzeńcami we wzajemnych kontaktach. To jedyny sposób, aby stworzyć odpowiedni klimat wychowawczy.

– *Dobry przepływ informacji na linii nauczyciel – rodzic to podstawa współpracy szkoły z domem rodzinnym dziecka. Poprzez bezpośredni kontakt możliwe jest poznanie siebie nawzajem, a także zrozumienie problemów, potrzeb oraz wzajemnych oczekiwań. Dzięki indywidualnym kontaktom, zdobywamy dwustronną informację o dziecku, jego rozwoju, aktualnych problemach wychowawczych, jego stanie emocjonalnym, zainteresowaniach, problemach oraz zdolnościach* – tłumaczy Ewa Frąckowiak, nauczycielka przyrody i ekspert Wydawnictwa Klett, drugiego pod względem wielkości wydawcy edukacyjnego w Europie.

Choć nie jest to zadanie łatwe, to rodzice każdego ucznia powinni otrzymywać indywidualną informację zwrotną na temat postępów i braków dziecka. Młodzi ludzie powinni być poddawani diagnozie, która rozpoznawałaby ich potrzeby i zdolności. W ten sposób nauczyciele i rodzice będą wiedzieć na jakie aspekty zwrócić szczególną uwagę, jak pomóc danemu uczniowi oraz w jakich kierunkach wykazuje on szczególne

uzdolnienia. – *Dzięki temu talenty mogą być rozwijane, a problemy rozwiązywane zarówno w szkole, jak i poza nią, co przyniesie najlepsze rezultaty i zaprezentuje w przyszłości* – wyjaśnia Ewa Frąckowiak (Wydawnictwo Klett)

Istotną kwestią jest także unifikacja wymagań stawianych przez rodziców i wychowawców, które niejednokrotnie bywają sprzeczne, dotyczących wychowania moralnego, społecznego, estetycznego. Rozbieżne oddziaływania wychowawców mogą prowadzić do zachwiania poczucia dotąd uznawanych norm, wartości czy zasad. Czasem różnica perspektyw obu stron może prowadzić do konfliktów. Najczęściej nieporozumienia wynikają z oczekiwań rodziców w stosunku do szkoły. Częstość niezadowolony z ocen rodzic nie przywiązuje należytej wagi do stanu wiedzy dziecka, bywa stroną atakującą. Zwykle zarzuca pedagogom brak kompetencji, stronniczość oraz złe funkcjonowanie klas. Wielu z nich uważa także, że z chwilą rozpoczęcia nauki w szkole, cała odpowiedzialność za edukację dziecka spoczywa na nauczycielach. W takim wypadku konieczna jest szczerza i spokojna rozmowa – jedynie ścisła współpraca rodziców z wychowawcami może stwarzać możliwości ujednolicenia poglądów, w kwestiach związanych z wychowaniem i rozwojem dziecka.

## **Nowoczesne rozwiązania ułatwiają kontakt na linii szkoła-rodzic**

Kiedyś kontakty rodzic – nauczyciel opierały się głównie na kwartalnych wywiadówkach, podczas których opiekunowie otrzymywali wgląd w oceny i frekwencję dziecka,

a także dowiadywali się o jego postępach i problemach. Dzisiejsze technologie znacznie zmieniają poziom i model tej współpracy. Nowoczesne rozwiązania stosowane np. w niektórych amerykańskich szkołach znacznie ułatwiają rodzicom właściwy kontakt ze szkolnym personelem. Wprowadzono tam m.in. darmowe szkolenia on-line dla rodzin uczniów. Programy te umożliwiają prowadzenie lekcji dla internetowych społeczności, a także szkolenia indywidualne. Rodzice dowiadują się dzięki nim jak efektywnie wspierać naukę dziecka w domu. Dostęp do platformy otwarty jest przez 24 godziny na dobę, dzięki czemu rodzice mogą uczyć się w dowolnym miejscu i czasie, korzystając z urządzeń mobilnych. Wprawdzie Polsce daleko jeszcze do rozwiązań zza oceanu, ale szkoła sukcesywnie rozwija się w kierunku komunikacji wykorzystującej Internet. Przykładem może być e-dziennik, funkcjonalne rozwiązanie mające na celu ułatwić kontakt on-line rodzica z nauczycielem, cieszące się coraz większą popularnością w polskich szkołach. – *Dziennik elektroniczny wspomaga realizację wychowawczej funkcji szkoły. Zapewnia rodzicom bieżący dostęp do dokładnych informacji na temat frekwencji i postępów w nauce dziecka, a także umożliwia im stały kontakt z nauczycielami. Całodobowy dostęp do konta dziecka pozwala skutecznie i szybko przeciwdziałać problemom wychowawczym. Tak szybka, wygodna i bezpieczna forma komunikacji online zdecydowanie ułatwia kontakt na linii rodzic-nauczyciel. Ponadto system e-dziennika funkcjonujący w szkole pozwala na indywidualne podejście do sukcesów i proble-*

mów ucznia – mówi Marcin Kempka, prezes firmy Librus, dostarczającej oprogramowania dla szkół, lider na rynku edukacyjnym.

Kolejną propozycją może być np. prowadzenie bloga przez wychowawcę, gdzie publikowane mogą być wszystkie informacje przydatne dla uczniów, ale również dla rodziców. Zwiększa się również wykorzystywanie przez nauczycieli narzędzi społecznościowych, jak np. Facebook, gdzie zakładane są grupy dla

konkretnych klas i ich rodzin. Istotą wszystkich tych rozwiązań jest oszczędność czasu. Dotychczas rodzice musieli osobiście odwiedzić szkołę w celu zweryfikowania postępów w nauce swoich pociech. Współczesne rozwiązania sprawiają, że odbywa się to dużo łatwiej i szybciej. Jednak jak zaznacza Ewa Frąckowiak, nauczycielka i ekspert Wydawnictwa Klett, takie działania wspomagają komunikację rodziców z nauczycielami, ale nie powinny

w zupełności zastąpić kontaktów bezpośrednich.

W celu większej efektywności pracy wychowawczo-dydaktycznej konieczne jest współdziałanie szkoły z rodzicami dziecka. Należy podkreślić, że ważna jest relacja zwrotna, czyli współpraca rodziców ze szkołą. Jedynie obustronna komunikacja, zaangażowanie oraz ujednoczenie wspólnych celów dydaktycznych pozwoli właściwie ukierunkować dziecięcą rozwój.

## Nowy e-podręcznik na Starym Kontynencie

**Debata na temat wprowadzenia e-podręczników ogarnęła niemal całą Europę, łącznie z Polską. Są kraje, gdzie koncepcje dotyczące funkcjonowania e-podręczników, a także cyfryzacji szkół są już na etapie wdrażania. W innych jak na razie pozostają w fazie planowania. I choć z perspektywy naszego kraju ten pomysł może się wydawać bardzo rewolucyjny, to europejski trend zmierza nieuchronnie w kierunku cyfrowej edukacji.**

Marcin Łęczycki

### Kierunek: cyfryzacja szkół

Nowoczesne technologie wspierające proces nauczania przestają być egzotyką, a stają się przedmiotami codziennego użytku. Polska, jak wiele innych europejskich krajów, podąża w kierunku cyfryzacji szkolnictwa. *Proces cyfryzacji oraz związanej z nim komputeryzacji ruszył i moim zdaniem nic go nie zatrzyma. Ważne, aby nie przyniósł on niepożądanych skutków ubocznych. Warto przyjrzeć się więc doświadczeniom innych krajów* – uważa Robert Kuc, redaktor naczelny Wydawnictwa Klett, drugiego pod względem wielkości wydawcy edukacyjnego w Europie.

Polskie Biuro Eurydice na zlecenie Ministerstwa Edukacji Narodowej przeprowadziło w gronie pozostałych europejskich biur Eurydice (Eurydice jest europejską siecią informacji o edukacji) ankietę dotyczącą wykorzystywania nowych technologii w edukacji, mając na uwadze głów-

nie wykorzystanie e-podręczników. W tym kontekście e-podręcznik został zdefiniowany jako *zdigitalizowana, najprostsza forma książki dostępna dla ucznia, będąca odpowiednikiem tradycyjnej książki w wersji PDF dostępnej on-line*. Odpowiedzi, które napłynęły do Biura z 20 krajów, mogą dawać ogólny obraz stanu rynku e-podręczników w Europie.

### Europejskie studium przypadków

Francuski Departament ds. Edukacji testuje wprowadzanie e-podręczników już od 2009 roku. Na razie wdrażanie programu typu „Cyfrowa szkoła” jest w fazie pilotażu. W ubiegłym roku szkolnym eksperyment dotyczył około 20 000 uczniów gimnazjum oraz ich nauczycieli. Na kształt nowych rozwiązań, oprócz Departamentu, mają wpływ ściśle z nim współpracujące wydawnictwa książkowe, producenci narzędzi TIK oraz platformy edukacyjne. Za finansowanie projektu odpowiedzialne są instytucje rządowe oraz samorządy. Przedmio-

ty, do których głównie tworzone są e-podręczniki, to język francuski, historia i geografia. E-podręczniki, oprócz treści graficznych, w większości zawierają także pliki audio i video. Nauczyciele mogą modyfikować treść podręcznika uczniów za pomocą panelu, a sami uczniowie mogą z niego korzystać on-line.

Z kolei w Szwecji to nauczyciel decyduje o korzystaniu z konkretnych materiałów, gdyż nasi północni sąsiedzi nie posiadają centralnego systemu dopuszczającego podręczniki przez ministra edukacji. Od decyzji pedagoga zależy więc, czy uczniowie będą korzystać z tradycyjnych książek, e-podręczników, czy nie będą korzystać podczas lekcji z żadnych książek. Jednak pomysł jednej ze szwedzkich szkół w gminie Sollentuna, gdzie dzieci do 8. roku życia uczą się czytać i pisać na tablecie, przyczynił się do wywołania dyskusji nad e-podręcznikami. Mimo dezaprobaty tamtejszego ministra edukacji oraz internautów zdeterminowana szkoła przeznaczyła około 6 mln dolarów na rozwój projektu, rezygnując tym samym z corocznego dofinansowania do tradycyjnych podręczników w tej szkole.

W Finlandii występuje zbliżony do szwedzkiego system edukacji, który również daje nauczycielom dowolność w kwestii wyboru rodzaju podręcznika. Analogiczna sytuacja ma także miejsce w Zjednoczonym Królestwie. Choć trudno o statystyki, które zobrazują skalę wykorzystywania w edukacji e-podręczników, to według wyników badań przeprowadzonych w 2012 roku przez krajowy instytut badań Becta

wynika, że ponad połowa nauczycieli przyznaje się do regularnego korzystania z internetowych zasobów materiałów edukacyjnych.

U naszych zachodnich sąsiadów na stworzeniu cyfrowego podręcznika najbardziej zależy samym wydawcom. 27 niemieckich firm zawiązało koalicję i wspólnie pracuje nad e-podręcznikiem. Planowany termin wprowadzenia e-podręcznika do szkół to jesień 2012. Koncepcje takiego podręcznika przedstawił na targach Didacta w Hanowerze.

### Kosztowny eksperyment

Przykład Norwegii pokazuje jednak, że w przypadku tak ogromnych przedsięwzięć zdarzają się także błędy. Niewłaściwe decyzje mogą skutkować dużymi konsekwencjami natury finansowej.

*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 wchodzimy na tę drogę choćby z powodów czysto finansowych. Budżet Norwegii mógł sobie na taki błąd pozwolić, budżet naszego państwa z pewnością nie – mówi Robert Kuc z Wydawnictwa Klett.*

Od kilku lat Europa zmierza nieustannie w kierunku cyfryzacji szkół. Wprowadzenie e-podręcznika w większości państw Starego Kontynentu wydaje się kwestią czasu. Koncepcja cyfrowej książki ma zarówno swoich zwolenników, jak

i przeciwników, i tylko czas pokaże, czy jest to właściwy kierunek współczesnej edukacji.

*Mówiąc o e-podręcznikach, nie należy mylić procesu komputeryzacji (wypożyczenia 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 technologia informacyjno-komunikacyjna 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 – uważa Robert Kuc z Wydawnictwa Klett.*

# Edukacja przyrodnicza dzieci w polskiej myśli pedagogicznej pierwszej połowy XIX wieku

Jan Wnęk

W drugiej połowie wieku XVIII wydatnie wzrosło zainteresowanie naukami przyrodniczymi. Było to bez wątpienia związane z rozwojem ówczesnej wiedzy, racjonalnej myśli oświecenia. W tym okresie zaczęto wprowadzać do programów dla szkół średnich historię naturalną jako przedmiot nauczania, wydawano podręczniki botaniki oraz zoologii. Specjaliści z tego zakresu radzili, aby w procesie biologicznego kształcenia wykorzystywać odpowiednie pomoce dydaktyczne, jak np. zbiory roślin, urządzać terenowe wycieczki w celu umożliwienia uczniom obserwacji przyrodniczych<sup>1</sup>.

Polska myśl pedagogiczna rozwijała się także po upadku państwa. Rozbiory naszego kraju znacznie

utrudniły edukację w myśl rodzimych ideałów i zasad, ale jej nie przekreśliły. Pedagodzy prezentowali swoje myśli na kartach periodyków i w rozprawach książkowych, gorąco zachęcając do szerzenia wiedzy przyrodniczej. Wielu autorów postrzegało historię naturalną jako jeden z kluczowych przedmiotów w procesie dydaktycznym, wywierający przemożny wpływ na rozwój umysłowy młodego człowieka. Wiedzę przyrodniczą cenili Józef Wybicki, który w 1809 roku przedstawił rozprawę *O użytku zaczęcia edukacji od historii naturalnej* zawierającą interesujące postulaty pedagogiczne<sup>2</sup>. Potrzebę edukacji przyrodniczej podkreślał Stanisław Staszic, uznając, że pozwala ona wyrobić poprawny pogląd na świat. Jego zdaniem wiedza przyrodnicza znakomicie kształci umysł człowieka. Pisał, że

„umiejętności dokładne mają swoje pewne, stałe zasady i prawa. Chcący ich nabyć, musi koniecznie i ciągle wprawiać swój umysł w porządek; musi swe władze umysłowe oswajając z prawidłami tych zasad. Tak rozumowanie proste i dobre staje mu się zwyczajem; z czasem staje mu się potrzebą. Umiejętności nadają pewną dokładność i prawość rozumowi, a tak ukształcony rozum strzeże i kieruje prawość serca, nadaje człowiekowi wewnętrzny sobie szacunek”<sup>3</sup>. Staszic akcentował konieczność edukacji przyrodniczej stanowiącej podwaliny pod kształcenie zawodowe.

W trudnym okresie niewoli narodowej wyrażano przekonanie, że warunki do odzyskania suwerenności państwowej stworzy odpowiednia edukacja. W niej to widziano niezawodny sposób na podnoszenie

<sup>1</sup> W. Stawiński, *Zarys ogólnej dydaktyki biologii*, Kraków 1976, s. 5–6.

<sup>2</sup> R. Wroczyński, *Warszawa ośrodkiem myśli pedagogicznej* [w:] *Szkolnictwo i oświata w Warszawie*, Warszawa 1982, s. 43.

<sup>3</sup> S. Staszic, *Spoleczna rola wykształcenia w naukach ścisłych (Przemowa do uczniów po ukończonym egzaminie w szkole departamentowej księży pijarów w Warszawie z dnia 23 lipca 1814)* [w:] tegoż, *O nauce, jej znaczeniu i organizacji*, wybór pism, oprac. B. Suchodolski, Warszawa 1952, s. 361.

poziomu intelektualnego polskiego społeczeństwa, zachowania wśród niego tożsamości narodowej. W 1815 roku ukazała się książka Wojciecha Izydora Choynackiego pt. *Zasady pierwiastkowe pedagogiki i metodyki*, dowodząca potrzeby prężnej działalności oświatowej. Autor dał praktyczne wskazówki nauczycielom dotyczące nauczania historii naturalnej. „To wszystko – radził – co nas najbliższej otacza i pod oko podpada, powinno być pierwiej przez nauczyciela dzieciom wystawione i podane (...). Żadna roślina, owoce, lub ich nasiona, zioła, zielska, i ich nasiona, kruszce, lub inne rzeczy kopalne, ich proszki, nie mają być od dzieci do ust, lub jedzenia brane; dopóki o skutkach ich dobrych, nauczyciel, lub inna jaka osoba starsza nie zaświadczy (...). Nauczyciel oświecić dzieci winien nie tylko w poznaniu rzeczy naturalnych, ale i sposobów, jakich w gospodarstwie używać mają, bądź w rozmnażaniu drzew owocowych, zakładaniu pasiek itp.”<sup>4</sup>. W pierwszej połowie XIX wieku, czego przykładem może być Choynacki, zwracano uwagę na ekonomiczne znaczenie nauczania przyrody. Wśród autorów przeważały opinie, że edukacja biologiczna przyczynia się do udoskonalenia produkcji roślinnej i zwierzęcej, a tym samym do polepszenia bytu ekonomicznego ludności.

W omawianym okresie o nauczaniu historii naturalnej pisał filozof Józef Bychowiec, autor interesującej książeczki pt. *Rady dobrej matce, która pragnie usposobić swych synów do wychowania dobrego i wyższego oświecenia*. Naukę historii naturalnej traktował jako priorytet: „Dziecko – argumentował – bliżej z naturą spowinowaczone, czuje mocniej jej powaby i bardziej się nią zajmuje. Każda roślina, każde zwierzątko, najmniejszy kamuszek, nęci jego ciekawość, bawi więcej niż inne choćby najwyborniejsze uciechy”<sup>5</sup>. Bychowiec spore

znaczenie edukacyjne przypisywał wycieczkom szkolnym. Uważał, że nauczyciel podczas nich powinien swym uczniom dać poznać „zwierzęta, rośliny i kamienie miejscowe i bliższych okolic”, wyjaśniać „rozmaita użyteczność roślin w gospodarstwie, w stanie zdrowia i chorobach; nie zapomni też nadmienić o szkodliwości niektórych”<sup>6</sup>. Autor *Rad dobrej matce* przekonywał o potrzebie gromadzenia przez dzieci zbiorów motyli, chrabąszczy, muszelek i roślin.

Oryginalne poglądy dotyczące nauczania przyrody wypowiadał Bronisław Ferdynand Trentowski – najwybitniejszy polski pedagog i filozof romantyzmu. Twierdził, że do upadku państwa polskiego przyczyniło się zaniedbanie oświaty. W *Panteonie wiedzy ludzkiej* pisał: „Ojczyzna nasza, Polska ukochana, była potężna, sławna i szczęśliwa, dopóki panowało w niej światło. Upadła, gdy zaprowadzono w niej ciemności. A kiedy wyzwoli się spod obucha i knuta ciemiężców? Gdy przewyższy ich światłem swoim, którego nabywa się najłatwiej w wielkiej szkole cierpienia; gdy zrzuci z siebie czarny płaszcz duchowej mocy, a zapali na widnokręgu swym znów biały, południowo-słoneczny dzień. Światłość, nie jedynie stwarza, ale i wskrzesza. Bez niej nie powiedzie się wielkie wyjarzmienia dzieło. Kto uprawia ją dzisiaj, służy najwyborniej krajowi. Naprzód odrodzić się trzeba wewnątrz, moralnie i duchowo; wtedy odrodziny zewnętrzne nastąpić mogą”<sup>7</sup>.

Spod pióra Trentowskiego wyszła znakomita rozprawa pt. *Chowanna, czyli system pedagogiki narodowej jako umiejętności wychowania, nauki i oświaty*, zawierająca interesujące wskazówki na temat organizowania lekcji przyrody dla dzieci. W przekonaniu uczonego dzieci chętnie garną się do nauki przyrody, lubią ją poznawać podczas wycieczek czy też

lekcji urozmaicanych pomocami dydaktycznymi. Filozof apelował do rodziców, aby ci zatroszczyli się o naukę biologii swego potomstwa: „Wielu ojców, kierujących prywatnym w domu swym wychowaniem, nie pozwala nauczać dzieci historii naturalnej, dlatego że w niej mowa jest o parzeniu się żywiątek, o rodzeniu płodu itp. Rzeczy tego rodzaju są niezawodnie dzieciom szkodliwe, ale można złemu zaradzić, nauczając ścisłej historii naturalnej, a unikając wszystkiego, co jest fizjologii zwierzęcej przedmiotem. Kaźcie tedy uczyć historii naturalnej, bo ta pomnaża pojęcia i kształci rozum młody nadzwyczajnie, ale porozumiejcie się z ochmistrem”<sup>8</sup>.

Trentowski zalecał przekazywać dzieciom wiedzę o zwierzętach pożytecznych (koń, wół, krowa, pies, drób) i szkodliwych (wilk, wrona, wróble, stworzenia drapieżne). Tak samo radził postępować w przypadku roślin. W jego przekonaniu ważną rolę w edukacji przyrodniczej dzieci powinien odegrać proboszcz: „On, proboszczując zwłaszcza na wsi, ma rozumieć i znać wszystko na świecie, ma być naturalistą, lekarzem, prawnikiem, filozofem, a przynajmniej encyklopedystą. Od niego dowiedzą się wiejskie dzieci, co za rośliny wydają jagody trujące, co za ziółka pot sprawiają, krew tamują, rany goją, diarię lub zatwardzenie przynoszą i wiele innych rzeczy, za które kmiotek lekarzowi drogo płacić musi”<sup>9</sup>.

Prace traktujące o dydaktyce biologii były proste w przekazie, propagowały postępową myśl pedagogiczną. Ich autorzy zwracali uwagę, że nauka przyrody jest równie ważna jak nauka rachunków czy pisanie lub czytanie. O potrzebie edukacji przyrodniczej pisali najznakomitsi przedstawiciele polskiej myśli pedagogicznej pierwszej połowy XIX wieku.

Dr Jan Wnęk

<sup>4</sup> W.I. Choynacki, *Zasady pierwiastkowe pedagogiki i metodyki*, Warszawa 1815, npg.

<sup>5</sup> J. Bychowiec, *Rady dobrej matce, która pragnie usposobić swych synów do wychowania dobrego i wyższego oświecenia*, Wilno 1827, s. 39.

<sup>6</sup> Tamże, s. 40.

<sup>7</sup> B.F. Trentowski, *Panteon wiedzy ludzkiej lub pantologia, encyklopedia wszelkich nauk i umiejętności, propedeutyka powszechna i wielki system filozofii*, t. 1, Poznań 1873, s. 9.

<sup>8</sup> B.F. Trentowski, *Chowanna, czyli system pedagogiki narodowej jako umiejętności wychowania, nauki i oświaty*, t. 2, wstępem i komentarzem opatrzył A. Walicki, Wrocław 1970, s. 329.

<sup>9</sup> Tamże, s. 329.

# Dolina Baryczy

## - mała ojczyzna

**Dolina Baryczy stanowi jeden z najcenniejszych przyrodniczych obszarów Polski. Jej najbardziej charakterystycznym i wartościowym elementem są wielkie zespoły stawowe, rozległe lasy i kompleksy wilgotnych, półnaturalnych łąk.**

Cezary J. Tajer

### Rys fizjograficzny i historyczny

Na omawiany teren składają się dwie duże jednostki fizjograficzne: Kotlina Milicko-Odolanowska i Kotlina Żmigrodzka. Od północy graniczą one z Wysoczyzną Leszczyńską, zaś od południa ze wzniesieniami Wału Trzebnickiego (Kocimi Górami). Środkiem kotlin płynie rzeka Barycz stanowiąca główną oś hydrograficzną regionu. Jej długość to 133 km, natomiast dorzecze – położone częściowo po stronie Wielkopolski, a częściowo po stronie Dolnego Śląska – liczy 5534 km<sup>2</sup>. Spośród nizinnych krajowych rzek wyróżnia Barycz najniższy spadek, np. różnica poziomów na 10-kilometrowym odcinku między Miliczem a Sułowem wynosi zaledwie 30 cm!

Krajobraz omawianego regionu ukształtował się pod wpływem wydarzeń związanych z końcem ostatniej epoki lodowcowej i stopniem się potężnego lądolodu, co nastąpiło około 13 tys. lat temu. Olbrzymie masy wód i kawałki lodowca, uchodząc w kierunku Morza Północnego, wyżyłoby Pradolinę Barucko-Głogowską, której częścią jest pradolina Baryczy oraz wspomniane dwie wielkie kotliny. Ocenia się, że 6–4 tys. lat temu klimat był znacznie bardziej suchy niż obecnie. Procesy eoliczne uformowały wówczas piaszczyste wydmy (Wzgórza Czarownic, Sindry, Winne Góry itp.), zaś poziom wód gruntowych i samej Baryczy był niższy od dzisiejszego.

Kolejne tysiąclecia to kolejne zmiany zarówno za sprawą warun-



Fot. 1. Krzyż pokutny (XIV w.) we wsi Osiek (fot. C.J. Tajer)



Fot. 2. Renesansowa baszta z 1560 r. w Żmigrodzie. Obecnie mieści się tu punkt informacji turystycznej, sala konferencyjna i pokoje sypialne (fot. C.J. Tajer)

ków przyrodniczych, jak i pod wpływem człowieka, który wkroczył na te tereny wkrótce po ustąpieniu lodowca. W epoce kamienia łupanego były to jeszcze nieliczne koczownicze grupy zbieracko-łowieckie, przebywające głównie

na suchych wydmach śródlądowych. Pierwsze trwałe osady zaczęły powstawać dopiero w neolicie i epoce brązu. Chociaż przez całą starożytność zmieniały się plemiona, a wraz z nimi obyczaje i kultura, to jednak ciągłość osadnicza została zachowana aż do początku średniowiecza. Po tych zamierzonych czasach pozostały m.in. ciałopalne cmentarzyska kultury łużyckiej koło Niezgody i Miłosławic oraz grodzisko z okresu halsztackiego koło wsi Kędzie.

W VII–X wieku Barycz stanowiła naturalną linię obronną wzmocnioną siecią małych grodów-fortów strzegących przepraw przez rzekę. Pozostałości po nich to niewysokie wały ziemne i ledwo widoczne ślady dawnych fos. Największe grodzisko – siedziba dawnej kasztelanii milickiej – z przyległym cmentarzyskiem szkieletowym zachowało się pod samym Miliczem (wzgórze Chmielnik). Badania archeologiczne wykazały, że już około X w. istniał tu murowany kościół, co w owym czasie było ewenementem.

Późniejsze okresy historyczne to czas, w którym społeczności ludzkie stają się dominującym czynnikiem kształtującym środowisko. Powstają miasta, kolejne osady i rozbudowana sieć drogowa. Piętno odcisnięte przez rozwój cywilizacyjny to nie tylko dewastacja naturalnego środowiska, ale także powstanie pięknej, zabytkowej architektury, która w postaci kościołów, pałaców, dworców i parków podworskich stanowi dodatkową okrasę doliny Baryczy. Na szczególne wyróżnienie zasługują zespoły pałacowo-parkowe w Miliczu, Żmigrodzie, Mojej Woli i Antoninie, milicki kościół Łaski oraz zabytkowy park w Postolinie.

### Stawy milickie

Nazwa rzeki Baryczy pochodzi od zapomnianego, starostwoiańskiego rzeczownika *bara* oznaczającego bagno, moczar, trzęsawisko. Mapy i opisy sprzed 300 lat pozwalają na częściową rekonstrukcję dawnego nadbaryckiego pejzażu. Nieobwałowana rzeka rozlewała się wtedy szeroko, tworząc liczne





Fot. 3. Klasycystyczny pałac w Miliczu (fot. C.J. Tajer)



Fot. 4. Widok na Staw Mewi Duży (fot. C.J. Tajer)

odnogi i starorzecza, pomiędzy którymi rosły łągi topolowo-wierzbowe i bagienne lasy olchowe. Zabagnione dna kotlin oraz niski spadek Baryczy i jej dopływów pozwoliły na wybudowanie w tym rejonie wielu stawów służących hodowli karpi. Pierwsze akweny powstały najprawdopodobniej około 1300 r. za sprawą zakonu cystersów mających swoją siedzibę w Lubiążu. W XVI w. inicjatywę tę przejęli nowi właściciele nadbaryckich ziem – baronowie von Kurzbach, którzy znacznie rozbudowali stawy i usprawnili gospodarkę rybacką. W efekcie już na początku XVII w. ogólna powierzchnia stawów przekraczała 13 tys. ha. Największe zbiorniki liczyły nawet 600 ha i rozmiarami oraz nieregularną linią brzegową przypominały jeziora.

Liczba i powierzchnia akwenów uległa znacznemu pomniejszeniu w XIX w. Wiele z nich osuszono i zamieniono na pola uprawne. Przyczyną tego stanu rzeczy były nękające region deficyty wodne, a także w owym czasie nieopłacalność hodowli ryb. Jednak z początkiem XX w. datuje się renesans gospodarki stawowej. Również dzisiaj odgrywa ona znaczącą rolę w rejonie Milicza i Żmigrodu, gdzie istnieje 350 stawów o łącznej powierzchni 80 km<sup>2</sup>. Zgrupowane są one w 22 oddzielnych kompleksach stawowych o różnej wielkości – od kilkudziesięciu do ponad 1500 ha. Największe zbiorniki to Staw Stary, Staw Mewi Duży i Grabownica o powierzchni niemal 300 ha każdy.

Znawcy tematu wskazują, że stawy milicckie należą do najstarszych i największych tego typu obiektów w Europie. Ich właściwe zagospodarowanie i ochrona są więc priorytetem nie tylko dla lokalnych władz, ale także społeczności międzynarodowej.

### Bogactwo przyrodnicze i jego ochrona

W dolinie Baryczy działalność gospodarcza człowieka nałożyła się na istniejące wcześniej warunki naturalne. Wprowadzone zmiany na pewno zasadniczo odmieniły pierwotne środowisko, lecz nie doprowadziły do jego zubożenia. Przez setki lat stawy dosłownie wrosły w krajobraz i stały się jego nieodłączną częścią. Wiele z nich przypomina swoim charakterem płytkie, eutroficzne jeziora. Razem z przylegającymi do nich lasami i łąkami tworzą zróżnicowaną i powiązaną sieć ekosystemów. Sprzyja to istnieniu dużego bogactwa flory i fauny.

W krótkim zarysie można jedynie wspomnieć, że w dolinie Baryczy stwierdzono występowanie 276 gatunków ptaków, z czego 166 to gatunki lęgowe. Spośród nich wymienić należy bieliki, lelki kozodoje, rybitwy czarne, dudki, zimorodki, dzięcioły czarne, kureczki wodne, rycyki, łabędzie krzykliwe, żurawie, sóweczki. Na tutejszych stawach żyje 20% całej krajowej populacji gęsi gęgawy, czyli więcej niż na jeziorach mazurskich. W czasie wiosennych i jesiennych przelotów na odpoczynek zatrzymuje się nawet 45 tys. osobników

będących przedstawicielami awifauny.

Nie mniej interesujący jest świat bezkręgowców reprezentowanych przez rzadkie i chronione gatunki, m.in. jelonka rogacza, kozioroga dębosza, pachnicę dębową czy szczeżuję wielką. W nadbaryckich lasach występują jelenie, danielle, borsuki, jenoty, kuny i nietoperze. Bardzo liczne w ostatnich latach stały się bobry, wydry i czaple białe. W lasach koło Goszcza pod koniec ubiegłego wieku dokonano reintrodukcji żółwia błotnego, którego populacja utrzymuje stosunkowo dobrą kondycję.

Nie można tu nie wspomnieć o lasach. Lasy milicko-żmigrodzkie stanowią środkową część znacznie rozleglejszego kompleksu ciągnącego się równoleżnikowo od Ostrzeszowa i Antonina przez Oleśnicę i Twardogórę do Obornik Śląskich i Góry. Zajmują one zróżnicowane siedliska bagienne i wilgotne w pradolinie Baryczy, nasłonecznione stoki żyznych wzgórz morenowych na Kocich Górach oraz skrajnie suche i jałowe obszary wydm śródlądowych. Wykształciły się na nich różnorodne zespoły leśne, z których wymienić należy: bór sosnowy suchy, bór sosnowy wilgotny, subatlantycki bór sosnowy świeży, świetlistą dąbrowę, grąd środkowoeuropejski, żyzną buczynę niżową, łąg jesionowo-olszowy, ols porzeczkowy, nadrzeczny łąg wierzbowy i topolowy.

Oczywiście wszystkie wymienione fitocenozy noszą silne piętno ludzkiej gospodarki. Mimo to nadal są podstawowym walorem przy-

rodniczym i wielkim bogactwem tegoż regionu.

Przyrodnicze znaczenie doliny Baryczy dostrzeżono jeszcze przed II wojną światową, jednak dopiero pod koniec lat 40. XX w. zaczęto systematycznie planować ochronę przyrody. Jako pierwszy powołano w 1963 r. rezerwat Stawy Milickie, którym objęto ponad 3 tys. ha stawów. Wraz z przyległymi lasami i polami liczy on 5324 ha i jest największym rezerwatem w Polsce. Na początku obecnego stulecia wysunięto pomysł skatalogowania najcenniejszych i zagrożonych zespołów przyrodniczo-krajobrazowych oraz opublikowania Czerwonej Księgi Krajobrazów Polski. Na liście tej znalazły się również Stawy Milickie. Środowiska akademickie i ochroniarskie uważają – co wydaje się zupełnie słuszne – że obszarowi temu należy nadać najwyższą rangę ochronną, jaką jest park narodowy.

Oprócz rezerwatu ornitologicznego na opisywanym terenie są także znacznie mniejsze rezerваты leśne: Wydymacz, Wzgórze Joanny, Radziądź i Olszyny Niezgodzkie. W tym ostatnim ochronie podlega fragment naturalnego olsu porzeczkowego. Kolejnym krokiem mającym na celu ochronę wartości przyrodniczych, krajobrazowych i historycznych było powołanie w 1996 r. Parku Krajobrazowego „Dolina Baryczy”. Zajmuje on obszar ponad 800 km<sup>2</sup>, a jego długość w pozycji równoleżnikowej wynosi 70 km. Park pokrywa się także z obszarami Natura 2000 wyznaczonymi w ramach Dyrektywy Ptasiej i Siedliskowej.

### Turystyka i edukacja

Teren doliny Baryczy od dawna inspirował twórców-przyrodników. Znany polski fotografik i filmowiec Włodzimierz Puchalski właśnie tutaj nakręcił w 1947 r. swój pierwszy powojenny, długometrażowy film przyrodniczy pt. *Ptasia wyspa*. Od tego czasu powstało wiele przewodników, folderów, programów radiowych i telewizyjnych promujących region. Dzięki staraniom leśników z nadleśnictw Milicz i Żmigród pod ko-



Fot. 5. Pomnikowy, 400-letni dąb szypułkowy o obwodzie równym ponad 7 m w milickim parku. Pień drzewa spowija dorodny bluszcz pospolity (fot. C.J. Tajer)

niec 2011 r. Dyrektor Generalny Lasów Państwowych powołał Leśny Kompleks Promocyjny „Lasy Doliny Baryczy”. Wszystko to sprawia, że zainteresowanie tym rejonem ze strony turystów dość szybko rośnie. Z tego powodu wyznaczono tutaj wiele kilometrów różnych szlaków turystycznych. Naj-

ciekawsze z nich to niebieski pieszy szlak zwany archeologicznym, szlak konny, szlak kajakowy po Baryczy, międzynarodowy rowerowy szlak EuroVelo R9 wiodący z Gdańska do Splitu (Chorwacja) nad Adriatykiem oraz szlak rowerowy biegnący dawną trasą nieczynnej kolejki wąskotorowej.

Na potrzeby edukacji przyrodniczej i ekologicznej wytyczono ścieżki przyrodnicze i dydaktyczne, m.in. w rezerwacie Stawy Milickie i Olszyny Niezgodzkie, a także w zespole pałacowo-parkowym w Miliczu oraz wokół stawu Niezgodza. Oprócz standardowego oznakowania na ścieżkach tych ustawiono plansze informacyjne, drewniane czatownie i wieże do podglądania ptasiego życia. Ze ścieżek korzystają indywidualni turyści, przyrodnicy amatorzy i miejscowe szkoły. Zadania związane z edukacją przyrodniczą realizuje również Dolnośląski Zespół Parków Krajobrazowych we Wrocławiu, którego terenowi pracownicy prowadzą dla zorganizowanych grup młodzieży szkolnej i osób dorosłych zajęcia dotyczące m.in. rozpoznawania ptaków, drzew, roślin zielnych, zwierząt łownych, a także podstaw hydrobiologii.



Fot. 6. Fragment rezerwatu Olszyny Niezgodzkie (fot. C.J. Tajer)

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 grzybów poliporoidalnych na kształt i wielkość liści brzozy brodawkowatej (*Betula pendula*)

RAFAŁ BIAŁEK

**Opiekun:** Tamara Kropiowska

**Szkoła:** II Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. A.Mickiewicza w Słupsku ul. Mickiewicza 32, 76-200 Słupsk

### STRESZCZENIE

Badania nad wpływem grzybów poliporoidalnych na kształt i rozmiar liści *Betula pendula* zostały przeprowadzone latem 2009 roku na terenie miasta Słupska i okolic. Do pomiarów pobrano po 30 liści z 24 prób. Dla każdej próby ustalono wartości: długość ogonka, długość blaszki liściowej, szerokość blaszki liściowej w połowie długości oraz asymetria fluktuacyjna. Ustalono różnice kształtu i rozmiaru dla drzew zainfekowanych i zdrowych. Próby porównano testem Kołmogorowa-Smirnowa (badanie istotności różnicy dwóch prób). Obecność grzybów poliporoidalnych na brzozie brodawkowatej może mieć wpływ na rozmiar jej liści. Liście zebrane z drzew zainfekowanych były mniejsze niż zebrane z drzew zdrowych. Nie stwierdzono zależności pomiędzy występowaniem grzybów poliporoidalnych na brzozie brodawkowatej a asymetrią fluktuacyjną i długością ogonków jej liści.

### WSTĘP

Brzoza brodawkowata (*Betula pendula*) jest drzewem liściastym z rodziny brzozowatych. Posiada charakterystyczną białą korę. Liście zwykle mają kształt romboidalny lub trójkątny. Kwiaty zebrane są w kotki. Występuje w lasach iglastych i liściastych, głównie na stanowiskach suchych [1]. Jej liście mają kształt trójkątny do romboidalnego. Posiadają podwójne ząbkowanie [10].

Grzyby poliporoidalne to grzyby wielkoowocnikowe, które rozwijają się głównie na martwym lub żywym drewnie. Ich owocniki potocznie nazywane są hubami. Grzybnia większości tych grzybów rozwija się w drewnie, powodując rozpad substancji drzewnej. Reprezentują klasę *Basidiomycetes* (grzyby podstawkowe), których większość gatunków zgrupowanych jest w czterech rodzinach: *Ganodermataceae* (Lakownicowate), *Hymenochaetaceae* (Szczecinkowate), *Coriolaceae* (Powłócznikowate) i *Polyporaceae* (Żagwiowate) [8]. Grzyb, po wnikięciu do rośliny-gospodarza, nawiązuje z nią kontakt pasożytniczy. Kontakt ten przy dal-

szym rozwoju procesu chorobowego prowadzi do występowania różnych zmian w strukturze i funkcji komórek, tkanek, poszczególnych organów i całej rośliny oraz zmian w czynnościach fizjologicznych rośliny [5].

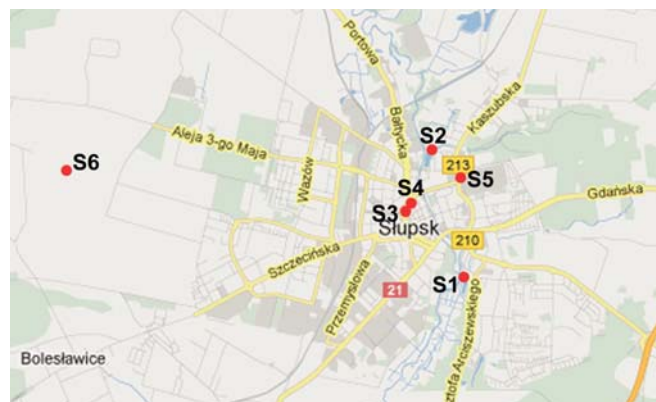
Na terenie miasta Słupska przeprowadzono już badania dotyczące występowania grzybów poliporoidalnych [8].

Celem pracy jest próba wykazania zależności między obecnością grzybów poliporoidalnych a kształtem i rozmiarem liści *Betula pendula*.

### MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań nad wpływem grzybów poliporoidalnych na kształt i rozmiar liści *Betula pendula* pochodził z terenu Słupska i okolic. Materiał zebrano z 6 stanowisk. Każde stanowisko to 1-3 drzew porażonych grzybem i 1-7 drzew niezainfekowanych. Z każdego drzewa zebrano po 30 liści. Grzyby występujące na drzewach oznaczono przy pomocy kluczy i atlasów [3,7,14].

Poniżej podano oznaczenia stanowisk (lokalizacja stanowisk na mapie – Ryc. 1), liczbę drzew zainfekowanych (DC) i niezainfekowanych (DZ), gatunki grzybów występujące na danym stanowisku oraz datę zbioru:



Ryc. 1 – Lokalizacja stanowisk

S1 – 3 DC, 7 DZ, *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus*, 18.07.09

S2 – 1 DC, 4 DZ, *Piptoporus betulinus*, 20.07.09

S3 – 1 DC, 1 DZ, *Piptoporus betulinus*, 19.07.09

S4 – 1 DC, 2 DZ, *Piptoporus betulinus*, 19.07.09

S5 – 1 DC, 4 DZ, *Piptoporus betulinus*, 18.07.09

S6 – 1 DC, 4 DZ, *Piptoporus betulinus*, 21.07.09

Przeprowadzono selekcję zebranego materiału poprzez oznaczenie gatunków drzew będących obiektem badań z wykorzystaniem kluczy [2,6,9,10,11], atlasu [4] i zielnika dydaktycznego Akademii Pomorskiej w Słupsku. Odrzucono drzewa należące do gatunku *Betula pubescens*, gdyż obiektem badań są drzewa gatunku *Betula pendula*. Do dalszych badań zakwalifikowano:

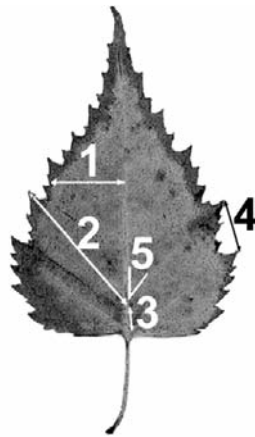
S1 – 3 DC, 7 DZ,

S2 – 1 DC, 4 DZ,

S4 – 1 DZ,

S5 – 1 DC, 4 DZ,

S6 – 3 DZ.



Ryc. 2 – Sposób pomiaru cech

Dla każdego zakwalifikowanego liścia zmierzono długość blaszki liściowej, długość ogonka oraz po każdej ze stron nerwu głównego: szerokość w połowie długości (cecha 1), długość drugiej żyłki (cecha 2), odległość między początkami pierwszej i drugiej żyłki (cecha 3), odległość między końcami pierwszej i drugiej żyłki (cecha 4), kąt ostry między głównym nerwem i drugą żyłką (cecha 5). Sposób pomiaru cech obrazuje Ryc. 2. Długość ogonka zmierzono przy pomocy linijki na ig2 oraz arkusza kalkulacyjnego Excel 2007.

Na podstawie zebranych danych obliczono średnie asymetrię fluktuacyjną dla cech 1–5 wg wzoru [4]:

$$|L - R| / |L + R|,$$

gdzie:

L – wartość danej cechy zmierzonej po lewej stronie od nerwu głównego,

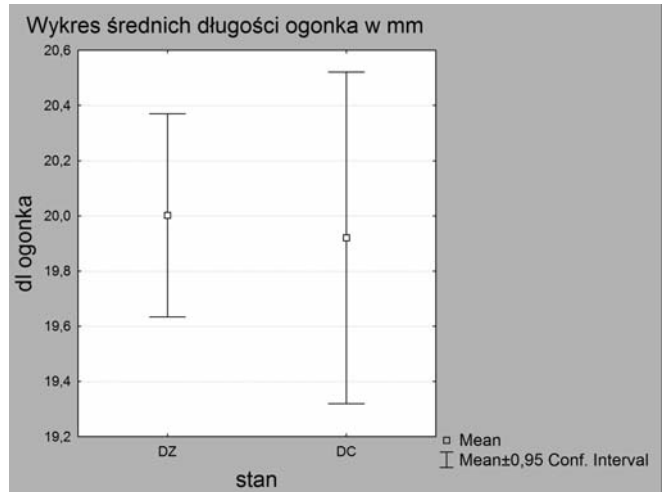
R – wartość danej cechy zmierzonej po prawej stronie od nerwu głównego.

Dla otrzymanych danych obliczono średnie arytmetyczne, odchylenie standardowe, rozstęp i dokonano rozkładu normalnego. Istotność różnic między kształtem i rozmiarem liści osobników zainfekowanych i zdrowych sprawdzono testem Kołmogorowa-Smirnowa [12]. Do analizy statystycznej użyto programów: Excel 2007 i Statistica StatSoft.

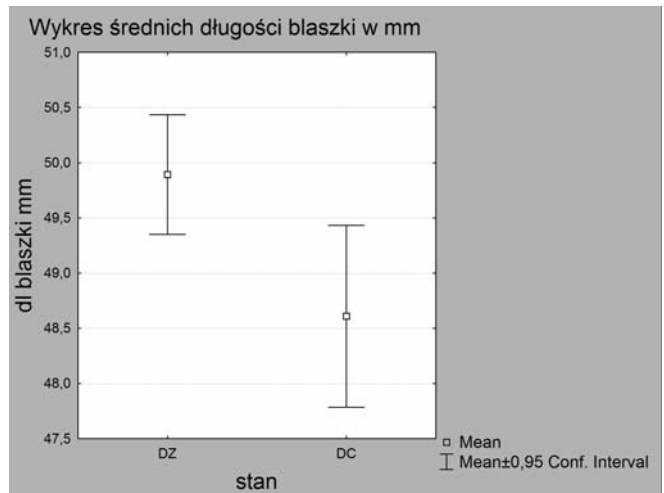
## WYNIKI

Na podstawie przeprowadzonych testów istotności różnicy Kołmogorowa-Smirnowa ustalono, że różnica w asymetrii i długości ogonka liści drzew zainfekowanych i niezainfekowanych jest nieistotna. Pozostałe różnice nie zostały przez ten test odrzucone.

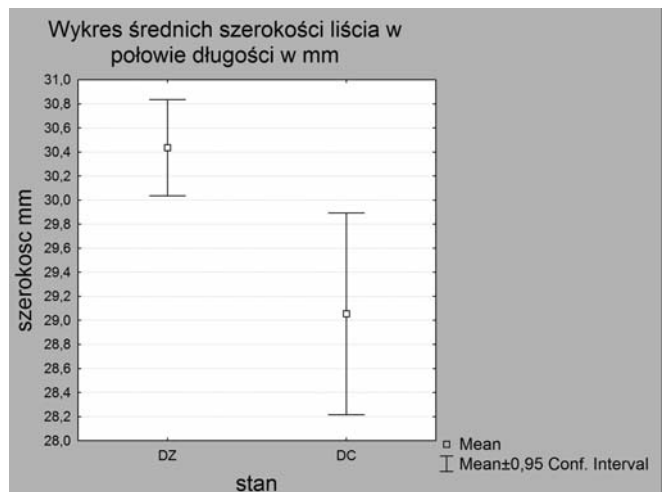
Analiza wykresów i wyników testu istotności Kołmogorowa-Smirnowa pozwoliła stwierdzić, jakie są



Wykres 1 – Średnie długości ogonka [mm]



Wykres 2 – Średnie długości blaszki [mm]



Wykres 3 – Średnie szerokości liścia w połowie długości [mm]

różnice pomiędzy wartościami zmiennych dla drzew zainfekowanych i zdrowych:

- Długość ogonka – liście drzew zainfekowanych posiadają krótsze średnio o 0,08 mm ogonki niż drzew zdrowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa odrzucił istotność tej różnicy. Przedziały ufności na wykresie pokrywają się w znaczący sposób.
- Długość blaszki liściowej – liście drzew zainfekowanych posiadają krótsze średnio o 1,28 mm blaszki

Tabela 1 Zestawienie długości ogonka i blaszki liściowej z badań własnych i danych literaturowych.

Cecha	[6]	[11]	[9]	[10]	[2]	Badanie własne (średnia)
Długość ogonka mm	20–30	1/4–1/2 długości blaszki	–	–	20–30	20,38
Długość blaszki mm	30–80	30–80	30–70	30–70	–	49,15

niż drzew zdrowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa nie odrzucił istotności tej różnicy. Przedziały ufności na wykresie pokrywają się w niewielkim stopniu.

- Szerokość blaszki liściowej w połowie długości – liście drzew zainfekowanych posiadają średnio o 1,38 mm węższe blaszki niż drzew zdrowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa nie odrzucił istotności tej różnicy. Przedziały ufności na wykresie są rozłączne.
- Asymetria fluktuacyjna – liście drzew zainfekowanych wykazują średnio o 0,00053 mniejszą asymetrię niż drzew zdrowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa odrzucił istotność tej różnicy.

Dla długości ogonka, długości blaszki i szerokości blaszki w połowie długości wykonano wykresy średnich z drzew zainfekowanych i zdrowych.

## DYSKUSJA

Dane dostępne w literaturze dotyczące wielkości liści *Betula pendula* [4,6,9,10,11] mogą stanowić źródło porównania dla wyników własnych (Tabela 1.).

Z porównania danych wynika, że otrzymane wyniki dotyczące długości ogonka i blaszki liściowej mieszczą się w zakresach standardowych opublikowanych w literaturze fachowej. Zbadana próba jest więc próbą reprezentatywną.

Z przeprowadzonych badań wynika, że cechą najbardziej różniącą drzewa zainfekowane od zdrowych jest szerokość blaszki w połowie długości. Drzewa zainfekowane charakteryzują się mniejszą szerokością liścia. Wykres długości blaszki liściowej rozkłada się w podobny sposób, lecz istotność różnicy między drzewami zainfekowanymi a zdrowymi jest mniejsza. Podsumowując, liście drzew zainfekowanych są krótsze i węższe.

Długość ogonka nie zależy od obecności grzybów poliporoidalnych na drzewie. Test Kołmogorowa-Smirnowa odrzucił istotność różnicy pomiędzy drzewami zainfekowanymi i zdrowymi dla tej zmiennej. Długość ogonka jest cechą najbardziej zmienną [13], co powoduje jej małą przydatność do porównań prób. Zarówno drzewa zainfekowane, jak i zdrowe posiadają porównywalne wartości długości ogonka.

Do tej pory nikt nie opublikował wyników badań dotyczących zależności rozmiaru liści *Betula pendula* od obecności grzybów poliporoidalnych. Nie można więc porównać wyników przeprowadzonych badań z wynikami innych badaczy.

Powodem mniejszego rozmiaru liści drzew zainfekowanych mogą być problemy drzewa z dostarczeniem odpowiednich substancji budulcowych do tkanek. Problemy te spowodowane są porażeniem drzewa przez grzyb poliporoidalny. Grzyby poliporoidalne – jako grzyby pasożytnicze – powodują rozkład substancji drzewnej (zgniliznę), powstającą z rozkładu chemicznego celulozy i ligniny [8]. Zgniła tkanka przewodząca nie pełni prawidłowo swej funkcji, jaką jest rozprowadzanie

wody, soli mineralnych i substancji odżywczych po całej roślinie. Niedożywione liście rosną mniejsze i produkują mniej substancji odżywczych. Z każdym rokiem drzewo staje się coraz słabsze, aż w końcu obumiera.

Asymetria fluktuacyjna jest wartością, którą oblicza się w celu sprawdzenia wpływów środowiska zewnętrznego na roślinę, takich jak zanieczyszczenie środowiska [15]. Do tej pory nie są znane próby wykorzystywania tego wskaźnika do opisywania zależności kształtu liści brzozy od obecności grzyba poliporoidalnego. Z przeprowadzonych badań wynika, że obecność grzybów poliporoidalnych nie ma wpływu na asymetrię fluktuacyjną liści *Betula pendula*.

## PIŚMIENNICTWO

- Batur W. (2007) Biologia. Encyklopedia Szkolna PWN – Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Broda B., Mowszowicz J. (2000) Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych – Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa
- Domański S. (1965) Grzyby – Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- Johnson O. (2009) Drzewa – Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa
- Kochman J. (1980) Zakażenia roślin przez grzyby – Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław
- Kościelny S., Sękowski B. (1971) Drzewa i krzewy. Klucze do oznaczania – Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa
- Pilat A. (1969) Houby Československa – Československá Akademie Věd, Praga
- Ratuszniak E. (2007) Grzyby poliporoidalne występujące w zadrzewieniach miejskich i przydrożnych – Zeszyty Nauk. Wydz. Budown. i Inżyn. Środow., Politechnika Koszalińska, 23: 827-835
- Rutkowski L. (2007) Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej – Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Szafer W. (1919) Flora polska. Rośliny naczyniowe Polski i ziem ościennych. Tom II – Polska Akademia Umiejętności, Kraków
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B. (1986) Rośliny polskie – Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- Tadeusiewicz R. (1993) Biometria – Wydaw. AGH, Kraków
- Wojda T. (2007) Zmienność cech morfologicznych liści brzozy brodawkowej (*Betula pendula* Roth) w Polsce [Online] [http://d.wanfangdata.com.cn/NSTLQK\\_NSTL\\_QK15434078.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/NSTLQK_NSTL_QK15434078.aspx) [11.10.2009]
- Wojewoda W. (2003) Checklist of Polish larger *Basidiomycetes* – Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, Kraków
- Дадаева... (2006) Оценка качества среды по состоянию листьев на примере берёзы – НовГУ, Великий Новгород

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 temperatury na zjawisko fotoperiodyzmu na przykładzie koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) oraz chryzantemy wielokwiatowej (*Dendranthema grandiflora* L.)

EUKASZ MAREK DZIAŁAŁACH

**Opiekun:** Katarzyna Arciszewska-Stępień

**Szkoła:** II LO im. Mikołaja Kopernika, ul. Matejki 19, 47-220 Kędzierzyn-Koźle

### Streszczenie

W trakcie swoich badań obserwowałem wpływ temperatury na intensywność procesu zwanego fotoperiodyzmem. Rezultaty moich badań wyraźnie pokazują, że temperatura jest czynnikiem, który ma istotny wpływ na powyższe zjawisko, a zatem wpływa na proces zakwitania roślin wybranych do mojego doświadczenia. Wyniki obserwacji ukazują jednak różnice w reagowaniu na ten czynnik u koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense*) oraz chryzantemy wielokwiatowej (*Dendranthema grandiflora*).

Kwitnienie koniczyny łąkowej przy odpowiednim fotoperiodzie (roślina dnia długiego) było stymulowane dzięki niskiej temperaturze. Nie oznacza to jednak, iż rośliny hodowane w miejscu o temperaturze wyższej nie zakwitły. Koniczyna łąkowa reagowała ilościowo na niską temperaturę, tj. rośliny hodowane przy niższej temperaturze zakwitwały szybciej. Podobna sytuacja miała miejsce przy hodowli chryzantemy wielokwiatowej. Przy odpowiednim fotoperiodzie (roślina dnia krótkiego) rośliny umieszczone w pomieszczeniu o niskiej temperaturze zakwitły najwcześniej, natomiast w wysokiej najpóźniej. Mimo to różnica czasu pomiędzy zakwitaniem poszczególnych okazów chryzantemy była bardzo mała (2-3 dni), wobec czego można stwierdzić, iż temperatura nie wpływa na indukcję kwitnienia u tego gatunku ani jakościowo, ani ilościowo.

### Wstęp

Fotoperiodyzm to niezwykle interesująca reakcja roślin, której cechą charakterystyczną jest biologiczne odmierzenie względnych długości dnia i nocy, a efektem przejście roślin ze stadium wegetatywnego w stadium generatywne. Rośliny różnią się jednak w reagowaniu na czas trwania światła i ciemności, dzięki czemu można

podzielić je na 3 podstawowe grupy: rośliny krótkiego dnia, rośliny długiego dnia oraz rośliny neutralne. Te pierwsze kwitną wówczas, gdy dzienny okres oświetlenia (tzw. fotoperiod) jest krótszy od pewnej krytycznej długości, zależnej od gatunku rośliny. Rośliny dnia długiego kwitną natomiast, gdy okres naświetlania jest dłuższy od tzw. krytycznej długości dnia, a rośliny neutralne to rośliny niewrażliwe na okres dostępu do światła – zakwitają niezależnie od długości dnia.

Do napisania pracy biologicznej związanej z tematem fotoperiodyzmu skłoniło mnie praktyczne wykorzystanie tego procesu. Zjawisko to ma niezwykle ważne znaczenie przy uprawie roślin. Dzięki pewnym zabiegom możemy przecież cieszyć się kwitającymi złościami, czy hodować dorodne korzenie spichrzowe rzodkiewki przez cały rok. W swoich badaniach chciałem jednak poznać nie tylko wpływ odpowiedniego fotoperiodu na zakwitanie roślin, ale również korelację tego zjawiska z temperaturami o różnych wartościach. Celem tego zabiegu miało być jeszcze lepsze poznanie mechanizmu indukującego zakwitanie roślin, ale również możliwość jeszcze praktyczniejszego wykorzystania zjawiska fotoperiodyzmu.

Do przeprowadzenia badań wybrałem okazy nieobojętne fotoperiodycznie gatunków roślin – chryzantemę wielokwiatową (*Dendranthema grandiflora*) oraz koniczynę łąkową (*Trifolium pratense*). Dzięki różnicom w reagowaniu na fotoperiod gatunki te stworzyły odpowiednią podstawę badawczą do sprawdzenia, czy korelacja temperatury ze zjawiskiem fotoperiodyzmu wpłynie na kwitnienie roślin dnia długiego i krótkiego.

### Materiał i metody

**Obiektami obserwacji były dwa gatunki roślin o następującej przynależności systematycznej:**

**Pierwszy obiekt obserwacji:** koniczyna łąkowa

**Systematyka:**

**Rząd:** bobowce (*Fabales*)

**Rodzina:** bobowate (*Fabaceae*)

**Rodzaj:** koniczyna (*Trifolium*)

**Gatunek:** koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense*)

**Drugi obiekt obserwacji:** chryzantema wielokwiatowa

**Systematyka:**

**Rząd:** astrowce (*Asterales*)

**Rodzina:** astrowate (*Asteraceae*)

**Rodzaj:** chryzantema (*Dendranthema*)

**Gatunek:** chryzantema wielokwiatowa (*Dendranthema grandiflora*)

**Obserwacje prowadziłem w pomieszczeniach swojego domu rodzinnego.**

**Metoda oraz zakres obserwacji:**

Koniczyna łąkowa to roślina, która należy do roślin dnia długiego. Zwiększająca się długość dnia w okresie zbliżania się ku latu pobudza je do kwitnienia. Mimo okresu letniego i niewysokiej wartości krytycznej długości dnia (rośliny nie kwitną przy dniach krótszych od wartości krytycznej – dla tego gatunku wynosi ona 12 h.) w swoich badaniach wykorzystałem pomocniczą metodę krótkiego błysku światła przerywającego stały okres ciemności. Błysk ten wykonywałem latarką każdego dnia o godzinie 24: 00.

Chcąc sprawdzić wpływ temperatury na intensywność tego procesu, umieściłem po 3 rośliny w otoczeniach o różnych temperaturach. Rośliny te wcześniej wyhodowałem z nasion. By przeciwdziałać zakwitaniu (przed rozpoczęciem doświadczenia) zastosowałem podczas ich wzrostu wegetatywnego metodę nakładania kartonowych pudeł – skracanie długości dnia.



**Metoda krótkiego błysku światła.**

**Metoda oraz zakres obserwacji:**

Chryzantemy to rośliny należące do roślin dnia krótkiego. W naszym klimacie rośliny te kwitną jedynie przy odpowiednio krótkim dniu, tj. w miesiącach jesiennych. Ich kwitnienie można jednak zaindukować odpowiednio skracając dzień w lecie lub przedłużając go zimą. W swoich doświadczeniach wykorzystałem metodę zaciemniania roślin, poprzez nakładanie na nie kartonowych pudeł, które całkowicie ograniczały dostęp światła do obiektów badań ze wszystkich stron. Okres zaciemniania roślin przypadał każdego

dnia w godzinach 15: 30-6: 30 (krytyczna długość dnia tego gatunku to <15 h).

Podobnie, jak w przypadku koniczyny łąkowej, w 3 pomieszczeniach o różnych temperaturach umieściłem po 3 rośliny. Zakupiłem je u ogrodnika jako niewielkie sadzonki, które przed rozpoczęciem doświadczenia, hodowałem w stadium wegetatywnym.



**Metoda krótkiego błysku światła.**

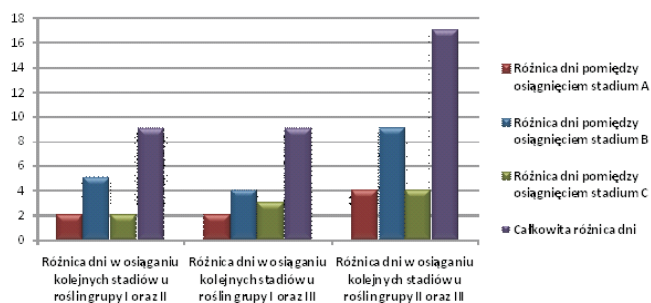
**Warunki kontrolne** – temperatura 18–25°C – tzw. temperatura pokojowa (grupa roślin I oraz IV).

**Warunki badawcze 1** – temperatura 5–10°C – temperatura uzyskana dzięki chłodzeniu pomieszczenia wentylatorem w czasie 10: 00–15: 30 każdego dnia (grupa roślin II oraz V).

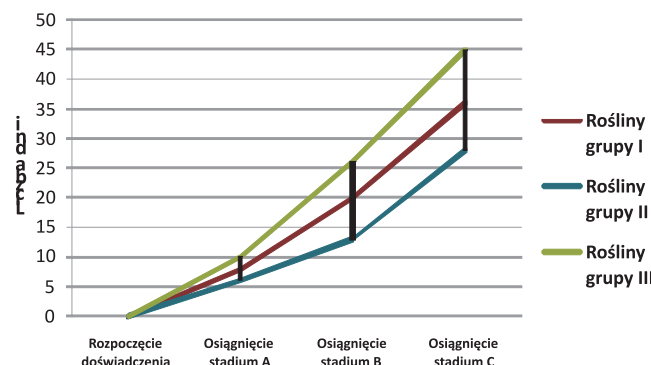
**Warunki badawcze 2** – temperatura 26–30°C – temperatura uzyskana dzięki ogrzewaniu pomieszczenia grzejnikiem. (grupa roślin III oraz VI).

**W każdym z pomieszczeń rośliny miały jednakowy dostęp do światła, a temperatura kontrolowana była przynajmniej raz dziennie.**

**Wyniki**



**Wykres 1. Różnice w osiągnięciu poszczególnych stadiów rozwoju między poszczególnymi okazami koniczyny łąkowej (wartości uśrednione)**



**Wykres 2. Dynamika rozwoju poszczególnych okazów koniczyny łąkowej (wartości uśrednione)**

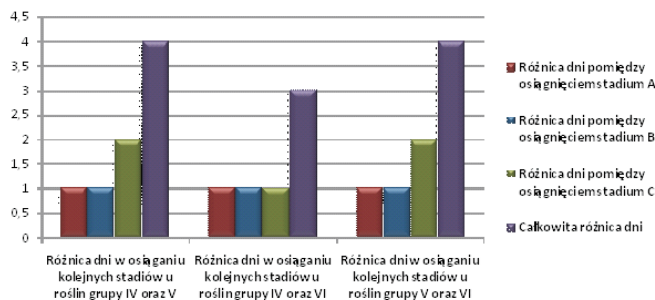
Tabela 1. Terminy osiągnięcia poszczególnych stadiów rozwoju przez okazy koniczyny łąkowej i chryzantemy wielokwiatowej.

Poszczególne stadia rozwoju	Koniczyna łąkowa									Chryzantema wielokwiatowa								
	Grupa I			Grupa II			Grupa III			Grupa IV			Grupa V			Grupa VI		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	9	9	8	6	6	6	10	10	11	15	15	16	15	15	16	16	16	17
B	11	12	12	7	8	7	14	15	17	22	23	22	21	22	21	22	22	23
C	16	17	16	14	15	16	18	19	19	30	31	31	29	29	30	30	31	32

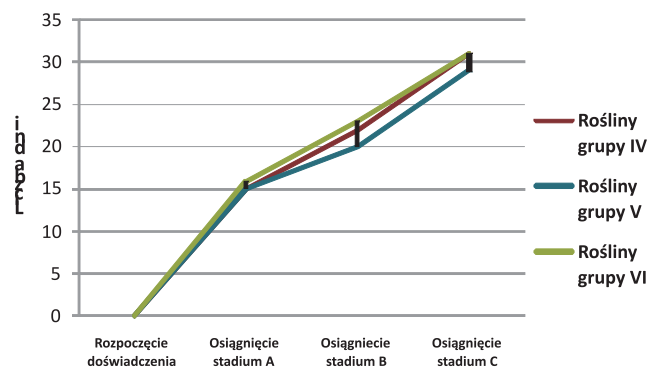
**Stadium A** – ilość dni od rozpoczęcia doświadczenia do pojawienia się pąków kwiatowych,

**Stadium B** – ilość dni od pojawienia się pąków kwiatowych do zakwitnięcia pierwszego z nich,

**Stadium C** – ilość dni od zakwitnięcia pierwszego pąka do zakwitnięcia ok. 75% pąków.



Wykres 3. Różnice w osiągnięciu poszczególnych stadiów rozwoju między poszczególnymi okazami chryzantemy wielokwiatowej (wartości uśrednione)



Wykres 4. Dynamika rozwoju poszczególnych okazów chryzantemy wielokwiatowej (wartości uśrednione)

## Dyskusja

Wyniki mojej obserwacji wykazują, iż okazy koniczyny łąkowej hodowane w niskiej temperaturze zakwitły zdecydowanie szybciej od pozostałych, które hodowane były w temperaturach wyższych. Okazy te zakwitły średnio o 9 i 17 dni szybciej odpowiednio w stosunku do roślin trzymany w pomieszczeniach o temperaturze pokojowej oraz o temperaturze najwyższej.

**Wniosek:** Korelacja odpowiedniego fotoperiodu z temperaturą wpływa na zakwitanie koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense*). Niska temperatura pobudza roślinę do kwitnienia.

Rośliny hodowane w wyższych temperaturach nie pozostały jednak w stadium wegetatywnym, tylko zakwitły nieco później.

**Wniosek:** Koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense*) reaguje ilościowo na niską temperaturę, tzn. niska tem-

peratura jedynie przyspiesza kwitnienie tego gatunku, jednak nie jest niezbędna do zajścia tego procesu.

Z wykresu nr 1 wynika, iż największa różnica w ilości dni potrzebnych do osiągnięcia kolejnego stadium rozwoju, przypada na okres pomiędzy stadium A, a stadium B. Jest to okres, w trakcie którego dochodzi do rozkwitnięcia pierwszego z pąków.

**Wniosek:** Niska temperatura największe znaczenie ma przy zainicjowaniu rozkwitnięcia pąków kwiatowych, a mniejsze przy samym ich pojawieniu się.

Pozostaje jednak wciąż pytanie, dlaczego otrzymany wynik był taki, a nie inny? Jak podaje literatura [2] istnieje hipotetyczna substancja regulująca kwitnienie zwana florigenem. By zainicjować kwitnienie substancja ta powinna składać się z dwóch innych substancji, tj. gibereliny oraz antezyny. W przypadku koniczyny łąkowej, należącej do roślin dnia długiego, antezyna zawsze obecna jest wewnątrz rośliny. Inaczej jest jednak z gibereliną, której rośliny dnia długiego nie wytwarzają w dostatecznej ilości, co całkowicie ogranicza ich kwitnienie lub je opóźnia. Dzięki działaniu niskiej temperatury produkcja gibereliny zwiększa się, natomiast odpowiedni fotoperiod uaktywnia antezynę, co inicjuje zakwitanie roślin.

W przypadku obserwacji chryzantemy wielokwiatowej nie stwierdziłem, iż temperatura bezpośrednio koreluje z procesem fotoperiodyzmu. Różnice pomiędzy osiągnięciem kolejnych stadiów przez poszczególne rośliny były niewielkie, w zasadzie znikome.

**Wniosek:** Korelacja odpowiedniego fotoperiodu z temperaturą nie wpływa na zakwitanie chryzantemy wielokwiatowej (*Dendranthema grandiflora*). Niska temperatura ani nie indukuje, ani nie przyspiesza procesu kwitnienia.

Jak podaje literatura [2], w przypadku chryzantemy wielokwiatowej również możemy powiedzieć o hipotetycznym hormonie kwitnienia, jakim jest florigen. W tym przypadku również składa się on z substancji takich jak giberelina oraz antezyna. Obie również potrzebne są temu gatunkowi do zakwitnięcia. Jednak, inaczej niż w przypadku roślin dnia długiego, u roślin dnia krótkiego zamiast odpowiedniego poziomu antezyny obecny jest odpowiedni poziom gibereliny. Wobec tego wpływ niskiej temperatury na gatunki należące do tej grupy nie odegra większej roli w procesie kwitnienia. Jedynym warunkiem potrzebnym do spełnienia jest odpowiedni fotoperiod. To on w roślinie za-



indukuje produkcję antezyny, co zauważymy dzięki zakwitnięciu rośliny.

Jednak, jak podaje inne źródło [3], chryzantema wielokwiatowa wymaga okresu zimna,

by zakwitnąć, co świadczy o niewystarczającym poziomie gibereliny produkowanej przez przedstawiony gatunek. W rzeczywistości fakt ten jednak uchodzi uwadze, gdyż rośliny rozmnażane są głównie wegetatywnie, a efekt działania niską temperaturą przenosi się przez sadzonki.

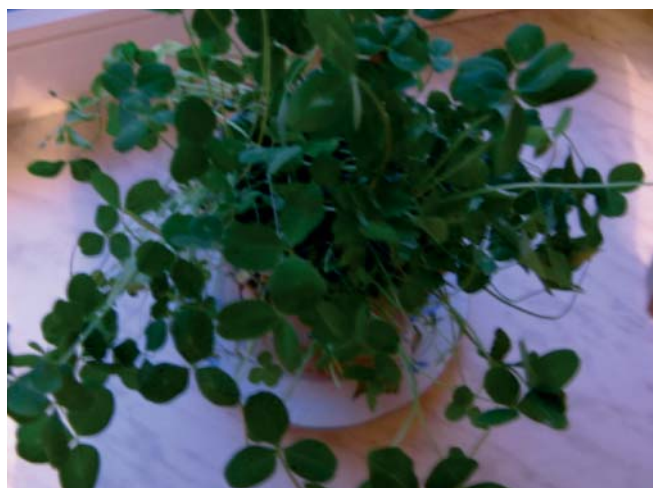
**Wniosek:** Korelacja odpowiedniego fotoperiodu z temperaturą wpływa na zakwitanie chryzantemy wielokwiatowej (*Dendranthema grandiflora*). Niska temperatura pobudza roślinę do kwitnienia. Efekt ten

jest jednak pomijany ze względu na sposób rozmnażania tego gatunku.

Wykonanie pracy badawczej pozwoliło mi się przekonać o tym, że stymulacja niską temperaturą przyspiesza kwitnienie roślin fotoperiodycznie nieobjętych. Wykorzystanie tej wiedzy umożliwić może w sposób bardziej wydajny uzyskiwać, np. nasiona zbóż. Wysoka temperatura oraz nieodpowiedni fotoperiod pozwoli uzyskać większe organy wegetatywne, np. u buraka. Zdarza się również, że rośliny przeznaczone do krzyżowania kwitną w różnych okresach, a dzięki zastosowaniu modyfikacji opartych na wzajemnym oddziaływaniu temperatury i fotoperiodu będzie można zsynchronizować ich kwitnienie.



Kwitnąca chryzantema wielokwiatowa hodowana w temperaturze 26–30°C.



Stadium wegetatywne koniczyny łąkowej hodowanej w temperaturze 18–25°C.



Pąki kwiatowe u chryzantemy wielokwiatowej hodowanej w temperaturze 5–10°C



Sadzonki chryzantemy wielokwiatowej hodowane w temperaturze 26–30°C.

#### PIŚMIENICTWO

- Bukala Barbara, *Fizjologia roślin*, Wydawnictwo Szkolne Omega, Kraków 2010;
- Czerwiński Witold, *Fizjologia roślin*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1977;
- Kopcewicz Jan i Lewak Stanisław, *Fizjologia roślin*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007;
- Salisbury B. Franck i Ross Cleon, *Fizjologia roślin*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1975.

# Drodzy Czytelnicy!

Żyjemy w czasach niezwykłego rozwoju mediów. Lawinowo rośnie liczba informacji i publikacji. Fachowa literatura stała się dziś przewodnikiem po świecie wiedzy. Nie musicie tracić czasu na wyszukiwanie potrzebnych Wam materiałów – na łamach czasopism pedagogicznych znajdziecie informacje o najnowszych osiągnięciach naukowych, artykuły problemowe, scenariusze lekcji, projekty ścieżek edukacyjnych, nowe strategie, metody i techniki nauczania, propozycje metodyczne, pomysły aktywnych form współpracy z dziećmi i rodzicami, materiały do kopiowania oraz wiele innych propozycji, przydatnych w codziennej pracy w szkole lub w przedszkolu.



## Czasopisma pedagogiczne:

- najbardziej odpowiadają potrzebom nauczyciela przedmiotu;
- przekazują fachową wiedzę przygotowaną przez najlepszych specjalistów;
- są wiarygodnym źródłem informacji;
- dzięki nim – możecie uczyć lepiej, ciekawiej i bardziej efektywnie.

## WARUNKI PRENUMERATY NA 2013 ROK

### I. PRENUMERATA ZA POŚREDNICTWEM WYDAWCY

Zamawiając roczną prenumeratę za pośrednictwem wydawcy, otrzymujecie Państwo rabat w wysokości 5% od ceny czasopisma.

Prenumeratę za pośrednictwem Wydawcy można zamówić:

- przez Internet, zakładka „Prenumerata” na stronie [www.edupress.pl](http://www.edupress.pl) i w sklepie internetowym [www.raabe.com.pl](http://www.raabe.com.pl)
- e-mailem: [prenumerata@raabe.com.pl](mailto:prenumerata@raabe.com.pl); ■ telefonicznie, pod numerem (22) 244 84 78, (22) 244 84 07; ■ faksem, z dopiskiem „Prenumerata”, fax: (22) 244 84 10;
- listownie, pod adresem: Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Sp. z o.o. Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa

Liczba wydań w 2013 r. (I i II półrocze)	Tytuł czasopisma	Cena 1 wyd. w 2013 r. (w tym 5% VAT)	Prenumerata roczna 2013 r. (w tym 5% VAT)	Prenumerata na I półrocze 2013 r. (w tym 5% VAT)
MIESIĘCZNIKI 11 (6+5)	Matematyka	16,50	181,50	99,00
	Polonistyka	17,50	192,50	105,00
	Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne	19,50	214,50	117,00
	Wychowanie w Przedszkolu z dodatkiem „Poradnik Prawny Nauczyciela i Dyrektora Przedszkola”	18,50	203,50	111,00
	Życie Szkoły (dla nauczycieli klas 1–3)	18,50	203,50	111,00
DWUMIESIĘCZNIKI 6 (3+3)	Biologia w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Chemia w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Fizyka w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Geografia w Szkole	19,50	117,00	58,50
	Polski w Praktyce	19,50	117,00	58,50
	Wiadomości Historyczne	19,50	117,00	58,50
	Język Niemiecki. Nauczaj lepiej!	22,50	135,00	67,50
	Emocje – czasopismo wychowawców, pedagogów i psychologów oraz rodziców	16,50	99,00	49,50

### II. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ FIRMY KOLPORTERSKIE:

1. RUCH SA – przez Telefontyczne Biuro Obsługi Klienta (koszt połączenia wg taryfy operatora):
  - połączenie z telefonów stacjonarnych 801 800 803 i z telefonów komórkowych +48 (22) 717 59 59
  - Zamówienia na prenumeratę krajową przyjmują Zespoły Prenumeraty właściwe dla miejsca zamieszkania klienta: [www.prenumerata.ruch.com.pl](http://www.prenumerata.ruch.com.pl), e-mail: [prenumerata@ruch.com.pl](mailto:prenumerata@ruch.com.pl)
  - Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę: +48 (22) 693 67 75, [www.ruch.pol.pl](http://www.ruch.pol.pl), e-mail: [prenumerata@ruch.com.pl](mailto:prenumerata@ruch.com.pl)
2. GARMOND PRESS – [www.gamondpress.pl](http://www.gamondpress.pl), tel. (22) 836 70 08, (22) 836 69 21
3. KOLPORTER S.A. – Prenumeratę instytucjonalną można zamawiać w oddziałach firmy Kolporter S.A. na terenie całego kraju. Informacje na stronie internetowej [www.kolporter.com.pl](http://www.kolporter.com.pl)

### III. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ POCZTĘ POLSKĄ:

4. Zamówienia we wszystkich urzędach pocztowych lub u listonoszy. Zamówienia drogą elektroniczną – [www.poczta-polska.pl/prenumerata](http://www.poczta-polska.pl/prenumerata). Infolinia: działa w dni robocze w godzinach 8:00–20:00:
  - dla korzystających z telefonów stacjonarnych – 801 333 444 (opłata jak za połączenie lokalne)
  - dla korzystających z telefonów komórkowych i z zagranicy – (+48) 43-842-06-00 (opłata wg cennika operatora) 801 333 444.

### IV. PRENUMERATA ZAMAWIANA PRZEZ KIOSK24

- [www.kiosk24.pl](http://www.kiosk24.pl) Katalog Edukacja, Oświata.

**Zamów prenumeratę przez Internet [edupress.pl](http://edupress.pl) [kiosk24.pl](http://kiosk24.pl) [raabe.com.pl](http://raabe.com.pl)**

Prenumerata czasopisma dla szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych w województwie dolnośląskim dofinansowana jest ze środków WFOŚiGW we Wrocławiu. Poglądy autorów i treści zawarte w czasopiśmie nie zawsze odzwierciedlają stanowisko WFOŚiGW we Wrocławiu.

# Czasopisma pedagogiczne **odkryj je na nowo!**

Teraz w nowym, większym formacie  
W poszerzonej objętości  
Z nową szatą graficzną, bogatą w rysunki i fotografie

- Nowe, ciekawe treści - przydatne, praktyczne, inspirujące
- Więcej doświadczeń, eksperymentów i pomysłów na ciekawe lekcje
- Nowe propozycje metodyczne
- Prezentacje najnowszych odkryć oraz osiągnięć naukowych i akademickich
- Atrakcyjne pomoce dydaktyczne

Zmieniamy się  
dla Ciebie!



**Sprawdź nas - zamów prenumeratę!**

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)

# Czasopisma pedagogiczne **Twoim ATUTEM!**



Zamów prenumeratę

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)