



Ewolucja i funkcje pęcherza pławnego

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Ewolucja i funkcje pęcherza pławnego

Pęcherz pławny nie występuje u ryb chrzęstnoszkieletowych. U ryb kostnoszkieletowych pełni wiele funkcji: u niektórych gatunków jest wykorzystywany do wydawania dźwięków, u innych służy jako rezonator. Na zdjęciu pstrąg źródlany (*Salvelinus fontinalis*).

Źródło: Derek Ramsey, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.5.

Pęcherz pławny to powstały z przelyku workowaty narząd hydrostatyczny ryb położony nad przewodem pokarmowym. Pełni różne funkcje – m.in. równoważy ciśnienie hydrostatyczne i zmniejsza ciężar właściwy ciała ryby, co pozwala jej utrzymywać się w bezruchu na różnych głębokościach.

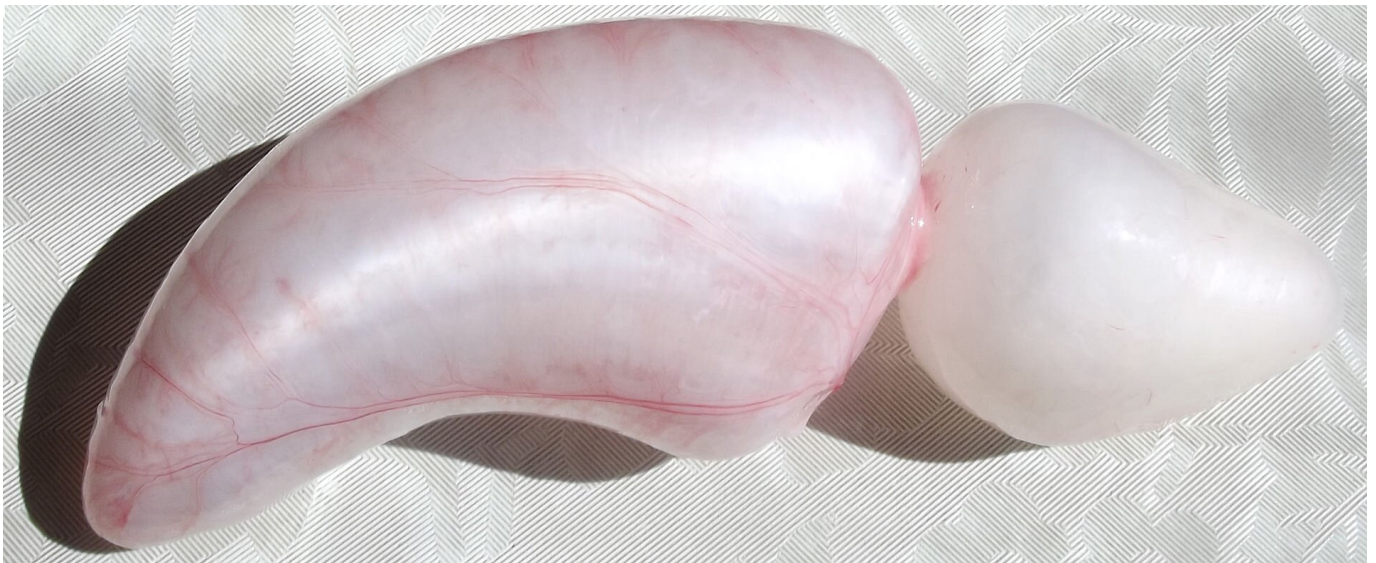
Twoje cele

- Omówisz funkcje pęcherza pławnego.
- Wyjaśnisz, czym jest narząd Webera.
- Porównasz budowę pęcherza pławnego u różnych gatunków ryb.

Przeczytaj

Pęcherz pławny to występujący u ryb promieniopłetwych narząd hydrostatyczny. Powstaje podczas rozwoju zarodkowego jako uwypuklenie jelita – zaraz po wylęgnięciu się zarodka jest napełniany powietrzem połykanym przez rybę bezpośrednio nad powierzchnią wody.

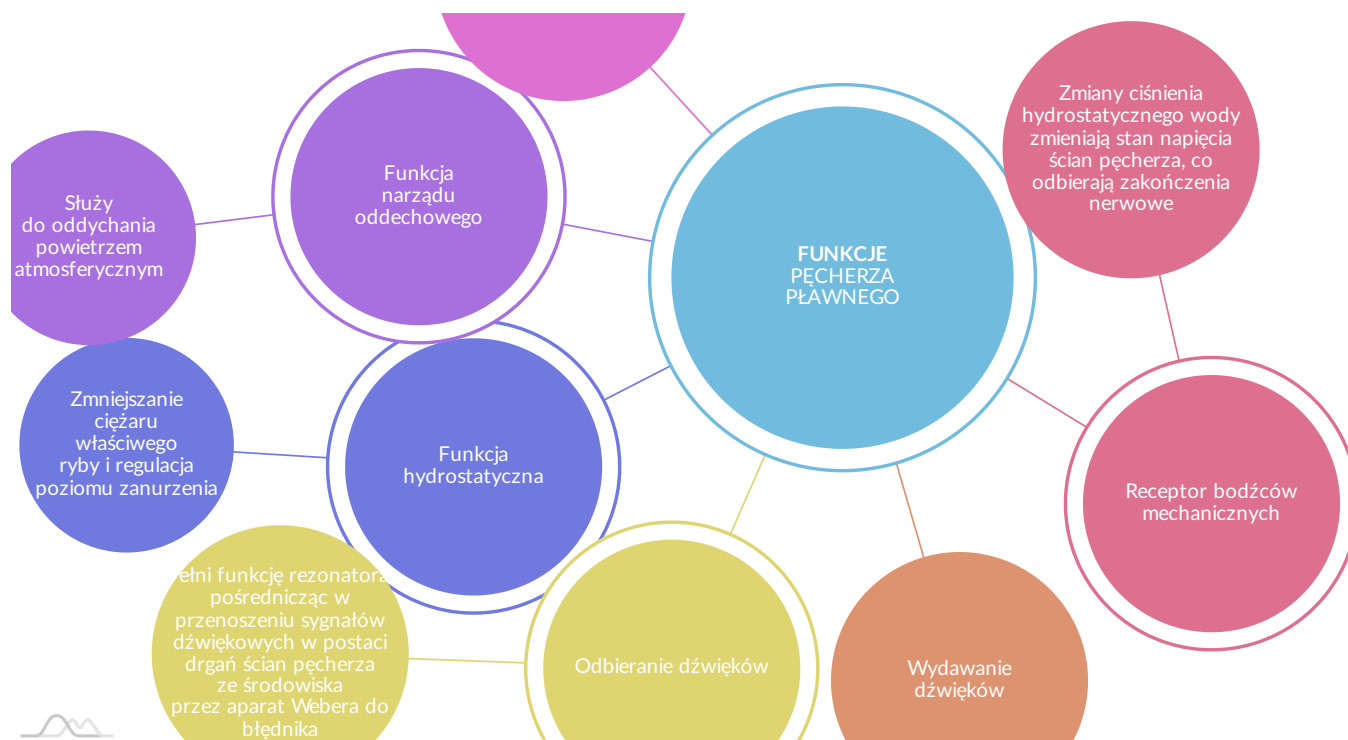
Pęcherz pławny nie występuje u ryb spodoustych (rekinów – Selachii, płaszczkokszałtnych – Batoidea), a u niektórych ryb kostnoszkieletowych (szybko pływających, np. makreli, tuńczyka z rodziny makrelowatych – Scombridae) oraz prowadzących przydenny tryb życia (płastugi) wtórnie zanikł. U dewońskich ryb pełnił rolę płuc, a u niektórych współczesnych gatunków stanowi dodatkowy narząd oddechowy.



Pęcherz pławny leszcza (*Abramis brama*).

Źródło: Wikimedia Commons, Alter welt, licencja: CC BY-SA 3.0.

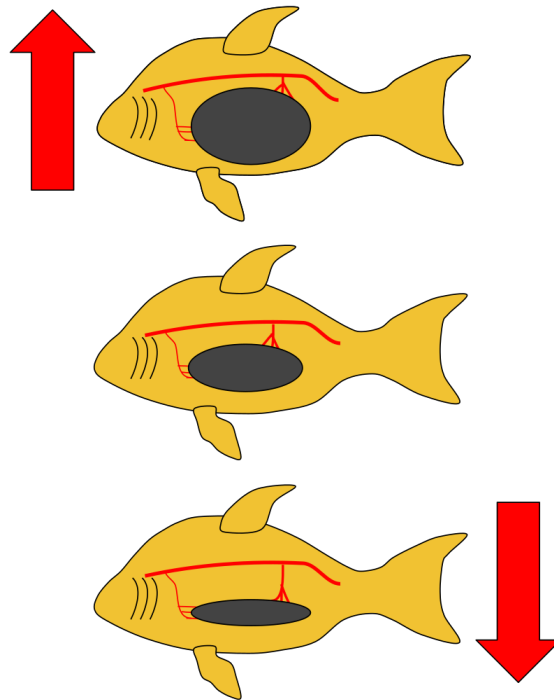
Funkcje pęcherza pławnego



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Uważa się, że pierwotnie pęcherz pławny umożliwiał rybom oddychanie tlenem atmosferycznym.

Pęcherz pławny pełni głównie **funkcję hydrostatyczną**. Zmniejsza ciężar właściwy ciała, co pozwala rybom na swobodne unoszenie się w wodzie pomimo ciężkiego szkieletu. Umożliwia również poruszanie się w płaszczyźnie pionowej, wypełniając się gazami w ilości zależnej od głębokości. U większości gatunków pęcherz pławny wypełniony jest mieszaniną gazów – głównie tlenu, dwutlenku węgla i azotu.



Mechanizm działania pęcherza pławnego.

Źródło: Wikimedia Commons, Turbotronbabyjesus9000, licencja: CC BY-SA 4.0.

U [ryb dwudysznych](#) pęcherz pławny pełni **funkcję narządu oddechowego** do oddychania powietrzem atmosferycznym. Może on służyć także do **wydawania dźwięków** lub **odbioru fal dźwiękowych**. Zakres odbieranych wrażeń słuchowych zwiększany jest przez narząd (aparat) Webera.

Aparat (aparat) Webera

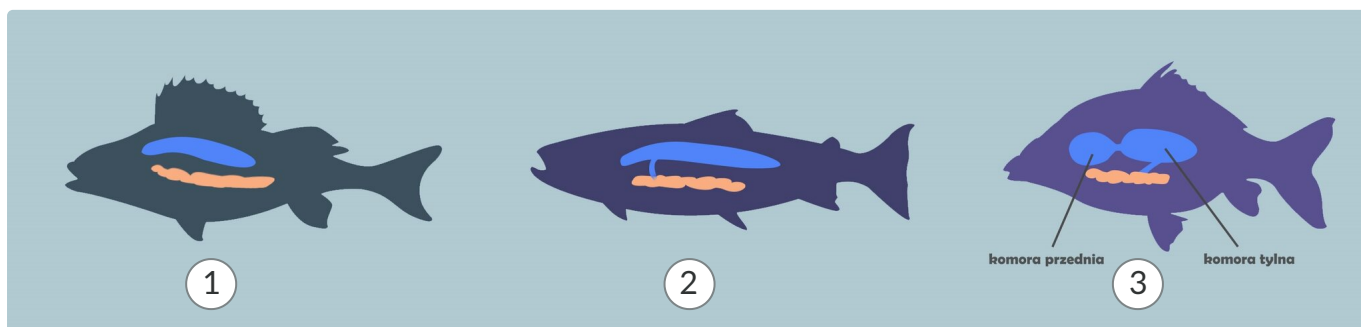
Aparat Webera wspomaga narząd słuchu spotykany u niektórych ryb (np. karpowatych i sumowatych). Utworzony jest z kostnych połączeń między pęcherzem pławnym a [błędnikiem błoniastym](#) (właściwym narządem słuchu). Służy do przekazywania drgań pęcherza pławnego wywoływanych przez dźwięki wysokiej częstotliwości do ucha wewnętrznego.

Budowa pęcherza pławnego u różnych gatunków ryb

Pęcherz pławny jest cienkościennym błoniastym workiem o zróżnicowanej budowie u różnych gatunków ryb.

U ryb otwartopęcherzowych (Ostariophysil) pęcherz pławny połączony jest przewodem powietrznym z przełykiem, co umożliwia regulację ilości znajdującego się w nim gazu. Regulacja ciśnienia odbywa się przez wypuszczanie lub połykanie powietrza z powierzchni wody. U wielu gatunków ryb promieniopłetwych (m.in. u karpiowatych) pęcherz pławny podzielony jest na komory przednią i tylną.

Do ryb otwartopęcherzowych należy ponad 8000 gatunków, z czego ponad 60% to przedstawiciele tylko czterech rzędów: karpiokształtnych (Cypriniformes), kłasczkształtnych (Characiformes), sumokształtnych (Siluriformes) i okoniokształtnych (Perciformes).



1

Zamknięty

2

Otwarty pojedynczy (z jedną komorą)

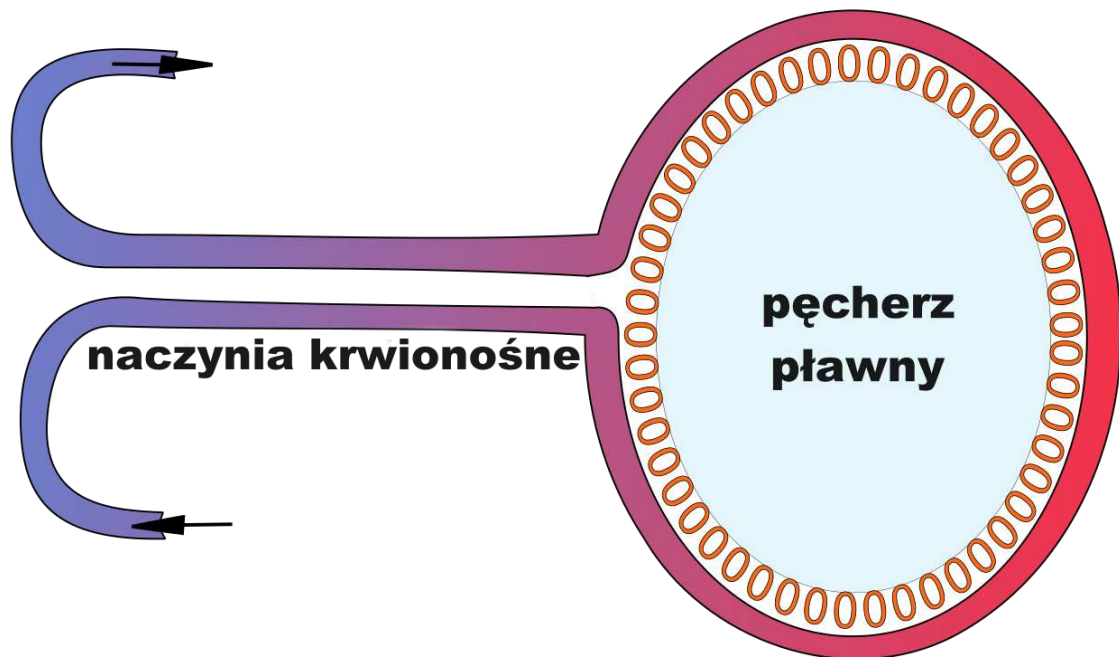
3

Otwarty dwukomorowy

Rodzaje pęcherzy pławnych u ryb.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

U ryb zamkniętopęcherzowych pęcherz pławny nie łączy się z przełykiem poprzez przewód powietrzny. Ryby te mają narządy umożliwiające dostosowywanie ciśnienia gazów w pęcherzu do ciśnienia otaczającej je wody zależnie od głębokości zanurzenia. Wypełnienie pęcherza następuje przez **gruczoł gazowy**, wyspecjalizowany w wydzielaniu gazów do jego wnętrza i jednocześnie zapobieganiu ich wchłaniania do krwi. Jego działanie umożliwia [sieć dziwna \(cudowna\)](#).



Schemat sieci dziwnej.

W pęcherzu zamkniętym połączenie z przełykiem zarasta. Wprowadzanie gazów do wnętrza pęcherza następuje przez **gruczoły gazowe**, a usuwanie – poprzez narząd zwany **otworem owalnym**, łączącym pęcherz z **naczyniami krwionośnymi**. Gazy wyprowadzane są do obiegu krwi, a następnie usuwane z organizmu przez skrzela i skórę.

Źródło: Wikimedia Commons, Lukas3, domena publiczna.

Wydzielanie gazów następuje pod wpływem wytwarzania kwasu mlekowego z glikogenu znajdującego się w gruczole gazowym. Zakwaszając krew – wzmacnia on rozkład wodorowęglanów na dwutlenek węgla, który jest uwalniany do pęcherza pławnego, oraz odłącza tlen z hemoglobiny, także wydzielany do pęcherza. Obecność kwasu mlekowego obniża rozpuszczalność azotu w osoczu krwi, który również zostaje oddany do pęcherza pławnego.

Więcej informacji na temat mechanizmu przeciwprądowego znajdziesz w lekcji [Przeciwprądowe wymienniki ciepła u zwierząt homeotermicznych](#).

Ciekawostka



Przedstawiciel rodziny kulbinowatych – *Bairdiella chrysoura*.

Źródło: Wikimedia Commons, Laboratorium NOAA/NMFS/SEFSC Pascagoula, domena publiczna.

Pęcherz pławny kulbinowatych (Sciaenidae) z rzędu okoniokształtnych służy do produkcji kleju rybnego, a w Chinach uważany jest za przysmak.

Słownik

błędnik błoniasty

element narządów słuchu i równowagi u kręgowców

dwudyszne

Dipnoi; podgromada ryb mięśniopłetwych (Sarcopterygii), dział ryb kostnych. Ryby te w okresie suszy oddychają głównie pęcherzem pławnym, pełniącym funkcję płuc (ich skrzela są częściowo zredukowane). Badania morfologiczne i embriologiczne dwudysznych oraz spokrewnionych z nimi trzonopłetwych mają duże znaczenie dla poznania ewolucyjnych dróg kręgowców

sieć dziwna (cudowna)

specyficzny układ naczyń włosowatych układu krążenia, w którym naczynia włosowate powstałe z tętnicy lub żyły ponownie łączą się w naczynie tego samego typu, z jakiego powstały. Poprzeplatane sieci cudowne tętnicze i żyłne tworzą często układy wymienników przeciwprądowych, wspomagające mechanizmy termoregulacyjne (m.in. w mięśniach szybko pływających ryb – makreli, tuńczyków) oraz regulacji stężenia i składu gazów w pęcherzach pławnych ryb

Grafika interaktywna

Pęcherz pławny u karpiowatych

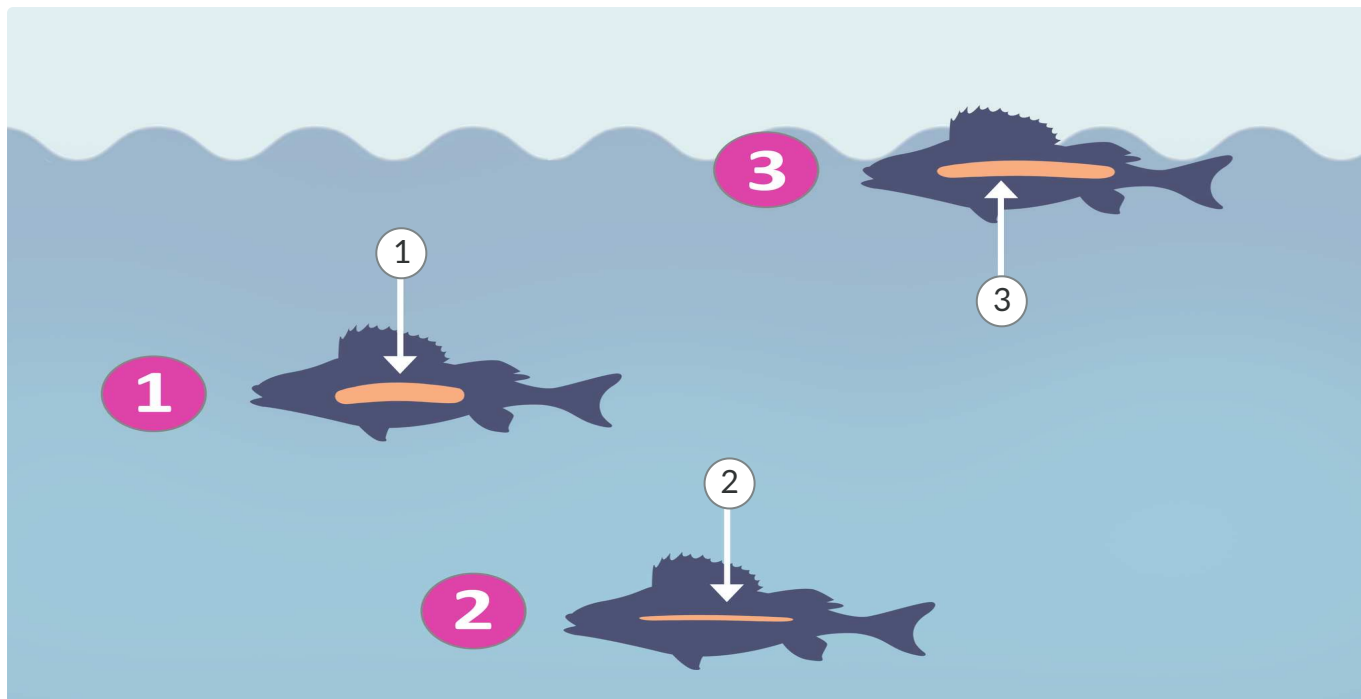
OBIEKT MULTIMEDIALNY

KLIKNIJ, ABY OTWORZYĆ NA PEŁNYM EKRANIE

Budowa pęcherza pławnego ryb.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Funkcjonowanie pęcherza pławnego



1

Pęcherz pławny jest błoniastym workiem występującym u wielu gatunków ryb. Pełni funkcję narządu hydrostatycznego. Pozwala na regulowanie stopnia zanurzenia bez utraty energii. Wypełnia go mieszanina gazów (głównie azotu, tlenu i dwutlenku węgla).

2

Usuwanie gazów z pęcherza pławnego u ryb zamkniętopęcherzowych następuje przez wyprowadzenie ich do obiegu krwi i wydalenie przez skrzela oraz skórę, doprowadza do zmniejszenia objętości pęcherza pławnego. Skutkuje to zwiększeniem ciężaru właściwego ryby, która może pływać bliżej dna. U ryb otwartopęcherzowych ilość gazu regulowana jest przez przewód łączący pęcherz pławny z przełykiem. U ryb zamkniętopęcherzowych odbywa się to przez łączący pęcherz pławny z naczyniami krwionośnymi otwór owalny.

3

Wprowadzanie gazów do pęcherza ryb zamkniętopęcherzowych odbywa się poprzez gruczoły gazowe – zwiększenie objętości pęcherza skutkuje zmniejszeniem ciężaru właściwego ryby i sprawia, że może ona pływać bliżej powierzchni. U ryb otwartopęcherzowych ilość gazu regulowana jest przez przewód łączący pęcherz pławny z przełykiem.

Funkcjonowanie pęcherza pławnego.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Przeanalizuj grafikę interaktywną i opisz mechanizm działania pęcherza pławnego jako narządu hydrostatycznego oraz rezonatora.

Polecenie 2

Na podstawie grafiki oraz własnej wiedzy wyjaśnij, dlaczego ryby szybko pływające oraz przydenne nie mają pęcherza pławnego.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz wszystkie główne funkcje pęcherza pławnego.

- ☐ Regulacja ciężaru właściwego ryby
- ☐ Regulacja szybkości oddychania wewnątrzkomórkowego
- ☐ Oddychanie powietrzem atmosferycznym
- ☐ Odbieranie bodźców elektromagnetycznych
- ☐ Regulacja tętna
- ☐ Odbiór fal dźwiękowych
- ☐ Wydawanie głosu
- ☐ Regulacja zmiany ciśnienia osmotycznego

Ćwiczenie 2



Zaznacz zdania prawdziwe i fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Wszystkie ryby mają pęcherz pławny.	☐	☐
Główną funkcją pęcherza pławnego u większości ryb jest funkcja hydrostatyczna.	☐	☐
U ryb dwudysznych pęcherz pławny jest narządem służącym do oddychania powietrzem atmosferycznym.	☐	☐
U większości gatunków pęcherz pławny jest wypełniony jedynie tlenem.	☐	☐

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj odpowiedniej rodzinie ryb – okoniowatym i karpiowatym – właściwe opisy.

Okoniowate (Perciformes)

Karpiowate (Cyprinidae)

Dwie komory pęcherza

Pęcherz pławny zamknięty

Pęcherz pławny otwarty

Jedna komora pęcherza

Pęcherz ma połączenie z przełykiem

Pęcherz nie ma połączenia z przełykiem

Ćwiczenie 4



Ułóż w odpowiedniej kolejności procesy zachodzące w organizmie ryby podczas wynurzenia się na płytszą wodę, zaczynając od wytworzenia kwasu mlekowego, a kończąc na pływaniu bliżej powierzchni wody.

Wydzielanie tlenu i dwutlenku węgla do pęcherza



Pływanie bliżej powierzchni wody



Zmniejszenie pH krwi



Zmniejszenie ciężaru właściwego ryby



Zwiększenie objętości pęcherza



Rozkład wodorowęglanów i wypieranie tlenu z hemoglobiny



Wytwarzanie kwasu mlekowego



Ćwiczenie 5



Uzupełnij tabelę.

Elementy	Pęcherz pławny	Narząd Webera
Rola		
Mechanizm działania		
Struktura tworząca		

Połączenia kostne

Wspomaganie narządu słuchu

Na zasadzie przekazywania drgań pęcherza pławnego spowodowanych odbieranymi przez niego dźwiękami do ucha wewnętrznego

Błoniasty worek, głównie włókna kolagenowe

Rola hydrostatyczna, oddechowa, regulacja ciśnienia gazów wewnątrz pęcherza

Różny w zależności od spełnianej funkcji

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tekst poprawnymi sformułowaniami.

Pęcherz pławny powstaje w rozwoju embrionalnym jako uchyłek . W ścianie pęcherza pławnego u wielu ryb występuje . Jest to narząd wyspecjalizowany w wydzielaniu gazów do i zapobiegający wchłanianiu ich do .

Jego działanie jest możliwe dzięki istnieniu , czyli specjalnego układu . W odróżnieniu od innych części ciała, w których naczynia , tutaj naczynia . Przeplatanie się powstałych sieci umożliwia stworzenie wymienników , które wspomagają wiele mechanizmów w ciele ryby, m.in. i regulację składu gazów pęcherza pławnego.

gruczoł gazowy

naczyń powietrznych

krwi

otwartego

tętnicze przechodzą w tętnicze, a żyłne w żyłne

chrzęstnoszkieletowych

zamkniętego

termoregulację

promieniopłetwych

ściany przełyku

tętnicze przechodzą w żyłne

ściany tchawicy

przeciwpływowych

wnętrza pęcherza

gazowych

naczyń włosowatych

sieci dziwnej

Ćwiczenie 7



„Jednym z (...) objawów jest charakterystyczna deformacja kształtu ciała wskutek obrzęku brzucha, na przestrzeni między odbytem a płetwami brzuszными. Sekcja ryb wykazuje chroniczny stan zapalny pęcherza pławnego, przy czym w większości przypadków druga komora pęcherza jest zgrubiała i bezpowietrzna. W jamie ciała występuje wtedy duża cienkościenna torbiel, ciągnąca się od pierwszej komory pęcherza pod nerkę i obejmując następnie komorę tylną, przebiega dalej ku tyłowi i dołowi. (...) Przy wytwarzaniu się torbieli wypełnionej gazem punkt ciężkości ryby zostaje przemieszczony ku dołowi. Powstaje wtedy trudność w utrzymaniu normalnego położenia ciała. Chore ryby przyjmują - często na długi okres czasu niejako „pozycję do góry brzuchem”, dopiero po spłószeniu uciekają”.

Źródło: F. Markiewicz, *Zakaźne schorzenie pęcherza pławnego karpia*, [w:] „Medycyna Weterynaryjna”, 1966, nr 1, s. 16-17.

Przeanalizuj powyższy tekst i określ, czy miejsce położenia pęcherza pławnego w ciele ryby ma wpływ na jego funkcję. Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



„Surowce rybne znajdowały szerokie zastosowanie w tradycyjnej farmacji. Najbardziej znany jest klej rybi, czyli Ichtyocolla, znany pod nazwą *Colla piscum*, produkowany z oczyszczonych i wysuszonych pęcherzy pławnych ryb jesiotrowatych (...).

Właściwości fizyczne i chemiczne spowodowały, że Ichtyocolla był podstawowym składnikiem między innymi tzw. plastrów angielskich (*Sericum anglicum adhesivum*), stosowanych na rany i w leczeniu niektórych chorób skóry (...). Kolagen uzyskiwany z ryb stosuje się do opatrunków na blizny po oparzeniach, rany trudno gojące się, w kuracjach wspomagających leczenie nowotworów, paradontozy, alergii, chorób skóry, obrzęków, stanów zapalnych stawów. W dermatologii estetycznej kolagen pochodzenia rybnego stosuje się w preparatach zapobiegających starzeniu się skóry”.

Źródło: M. Cieśla, J. Śliwiński, *Od rybołówstwa do salonu piękności, czyli o roli ryb jako zwierząt towarzyszących człowiekowi*, [w:] „Przegląd Hodowlany”, 2011, nr 11, s. 20.

Na podstawie przedstawionego tekstu oceń poprawność sformułowania: „Kolagen budujący pęcherz pławny ryb wykazuje podobieństwo do kolagenu znajdującego się w ludzkiej skórze”. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Ewolucja i funkcje pęcherza pławnego

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Uczeń:

3) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją;

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

c) podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Omówisz funkcje pęcherza pławnego.
- Wyjaśnisz, czym jest narząd Webera.
- Porównasz budowę pęcherza pławnego u różnych gatunków ryb.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- analiza tekstu źródłowego;
- gra dydaktyczna.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Ewolucja i funkcje pęcherza pławnego”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Rozmowa wprowadzająca.** Nauczyciel prosi chętnych/wybranych uczniów o wyjaśnienie, u jakich przykładowych gatunków ryb występuje pęcherz pławny i jakie cechy tego narządu pozwalają mu pełnić jego funkcje.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by opisali mechanizm działania pęcherza pławnego jako narządu hydrostatycznego oraz rezonatora (polecenie nr 1) i wyjaśnili, dlaczego ryby szybko pływające oraz przydenne nie mają pęcherza pławnego (polecenie nr 2). Uczniowie, pracując w parach, formułują wyjaśnienie. Następnie ochotnicy przedstawiają swoje wyjaśnienia na forum klasy, a nauczyciel ocenia ich poprawność.
2. **Gra dydaktyczna.** Uczniowie dzielą się na zespoły i układają dla innych grup pytania quizowe dotyczące tematu lekcji. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na

liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską drużynę.

3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie w parach wykonują ćwiczenie nr 7 (dotyczące wpływu położenia pęcherza pławnego w ciele ryby na jego funkcje, odnoszące się do tekstu źródłowego) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie porównują swoje odpowiedzi z najbliższymi siedzącymi sąsiadami. Nauczyciel w razie trudności naprowadza podopiecznych na właściwe rozwiązania lub wyjaśnia wątpliwości.
4. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie ocenić – na podstawie tekstu źródłowego – poprawność sformułowania: „Kolagen budujący pęcherz pławny ryb wykazuje podobieństwo do kolagenu znajdującego się w ludzkiej skórze”), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 3 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Treści w sekcji „Grafika interaktywna” można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu i utrwaleniu wiedzy uczniów.

