

Narządy wymiany gazowej u bezkręgowców lądowych

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Narządy wymiany gazowej u bezkręgowców lądowych

Owady mają skrzydła o charakterystycznej budowie – tworzą je schitynizowane kanaliki, wewnątrz których przebiegają rurki systemu tchawkowego.
Źródło: pontla, licencja: CC BY-NC-ND 2.0.

Narządy oddechowe zwierząt lądowych znajdują się wewnątrz ciała, co chroni je przed wysychaniem. Niektóre powierzchnie oddechowe pokryte są warstwą śluzu, która ułatwia dyfuzję tlenu. U bezkręgowców lądowych wymiana gazowa zachodzi za pośrednictwem układu tchawkowego, płucotchawek lub płuc.

Twoje cele

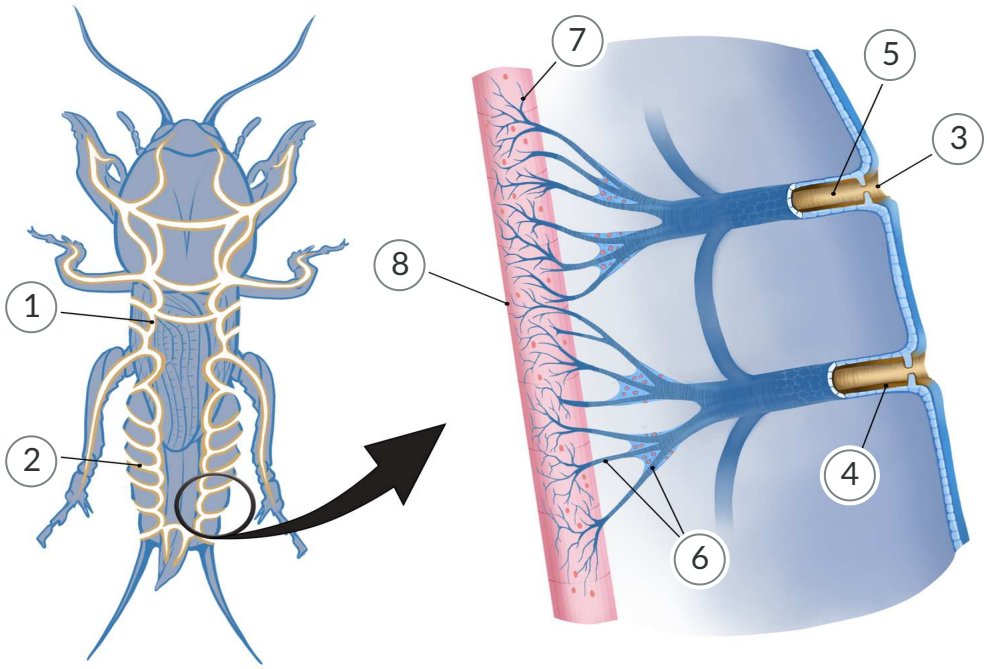
- Scharakteryzujesz i porównasz narządy wymiany gazowej u bezkręgowców lądowych.
- Omówisz przystosowania narządów oddechowych do sprawnej wymiany gazowej na lądzie.
- Wyjaśnisz, na czym polega wymiana gazowa w płucach dyfuzyjnych na przykładzie płucotchawek oraz płuc ślimaków płucodysznych.

Przeczytaj

Narządami wymiany gazowej u zwierząt bezkręgowych, które oddychają powietrzem atmosferycznym, są: tchawki u owadów, wijów i niektórych pajęczaków, płucotchawki u pająków i skorpionów oraz płuca u ślimaków płucodysznych.

Tchawki

Narządem wymiany gazowej owadów, wijów i niektórych pajęczaków (np. kosarzy, zaleszczotków, roztoczy) jest układ tchawkowy. Tworzy go system rozgałęzionych chitynowych rurek, docierających do wszystkich narządów ciała oraz skrzydeł owadów. Układ tchawkowy rozpoczyna się przetchlinkami, od których odchodzą pnie tchawkowe, rozgałęziające się w system kanalików o różnej średnicy. Najmniejszymi, końcowymi odgałęzieniami w tym układzie, docierającymi do poszczególnych komórek, są tracheole.



1

Główny pień tchawkowy

2

Pień tchawkowy poprzeczny

3

Przetchlinki
Przetchlinki stanowią system otworów na powierzchni ciała owada regulujących dopływ powietrza do systemu tchawkowego. Zaopatrzone są we włoski i pozostające pod kontrolą mięśni zastawki, dzięki czemu chronią narządy oddechowe przed wnikaniem zanieczyszczeń i wody. Mechanizm zamykania przetchlinki zabezpiecza także przed nadmierną utratą wody z organizmu.

4

Ściana tchawki
Ściana tchawki zbudowana jest z kilku warstw. Są one przedłużeniem oskórka i leżącego pod nim jednowarstwowego nabłonka.

5

Wnętrze tchawki
Wnętrze tchawki wyścielone jest chityną, która nadaje tej strukturze sztywność, przez co zapobiega jej zapadaniu oraz chroni przed zgnieceniem przez masę otaczających ją tkanek.

6

Przewody tchawkowe
Główny pień tchawkowy rozgałęzia się w system drobnych przewodów tchawkowych.

7

Wymiana gazowa
Ślepo zakończone, najdrobniejsze, końcowe odgałęzienia tchawek to tracheole, które mogą wnikać w światło poszczególnych komórek ciała owada. Stanowią powierzchnię oddechową układu tchawkowego. Są cienkie, pozbawione chitynowej wyściółki i wypełnione płynem. Rozpuszczony w płynie tlen dyfunduje bezpośrednio do komórek, z których dwutlenek węgla przechodzi do tchawek i za ich pośrednictwem usuwany jest na zewnątrz.

8

Włókna mięśniowe
Do pracy mięśni (szczególnie owadów większych i latających) potrzebne są duże ilości energii, uwalnianej podczas oddychania komórkowego. Z tego powodu wymagany jest stały dopływ tlenu do włókien mięśniowych.

Układ tchawkowy rozpoczyna się przetchlinkami, od których odchodzą w głąb ciała poprzeczne pnie tchawkowe, łączące się następnie w dwa wspólne podłużne pnie tchawkowe, przebiegające wzdłuż boków

ciała owada. Od pni głównych odchodzą rozgałęzienia o coraz mniejszej średnicy.
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

U owadów małych i mniej aktywnych przechodzenie tlenu przez przetchlinki i system tchawek odbywa się na drodze dyfuzji. Duże i bardziej aktywne owady, wymagające większej ilości tlenu, zwiększają wentylację przez ruchy ciała. Skurcze mięśni odwłokowych naciskają na narządy wewnętrzne i powodują wypychanie zużytego powietrza z tchawek do środowiska zewnętrznego. Rozluźnienie mięśni sprawia, że odwłok się rozpręża, wracając do swojej wyjściowej objętości, a następnie znów zasysa do tchawek porcję świeżego powietrza. Tchawki owadów latających rozszerzają się na pewnych odcinkach, tworząc tzw. **worki powietrzne**, których zadaniem jest ułatwienie lotu poprzez zwiększanie objętości powietrza zmagazynowanego w ciele. Podczas lotu skurcze mięśni ciała owada powodują przepływ zmagazynowanego powietrza przez tchawki.

Płuca dyfuzyjne

Narządami oddechowymi pozostałych bezkręgowców lądowych są płuca dyfuzyjne, w których mechanizm wymiany gazów oddechowych jest oparty na ich dyfuzji między środowiskiem zewnętrznym a narządem oddechowym.

Płucami dyfuzyjnymi są płucotchawki pajęczaków oraz płuca ślimaków płucodysznych.



Krzyżak ogrodowy (*Araneus diadematus)* – przedstawiciel pajęczaków.

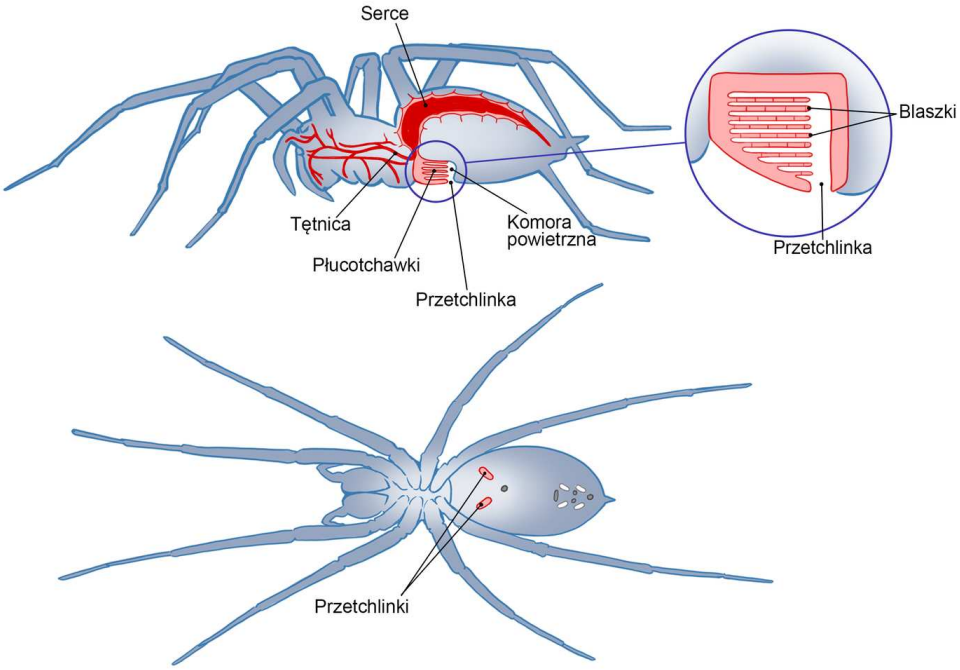
Źródło: Dominik Stodulski, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.



Wstężyk ogrodowy (*Cepaea hortensis)* – przedstawiciel ślimaków płucodysznych.
Źródło: Mad Max, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Płucotchawki

U skorpionów i niektórych pająków (np. ptaszników – Mygalomorphae) narządem wymiany gazowej są płucotchawki, zwane workami płucnymi lub płucami książkowymi.



Płucotchawki stanowią wpuklenia kutykularnej ściany przedniej odwłoka. Pojedyncza płucotchawka składa się z przetchlinki, prowadzącej do komory powietrznej, wewnątrz której znajdują się spłaszczone, grzebykowate, unaczynione blaszki oddechowe. Wymiana gazowa zachodzi pomiędzy hemolimfą, przepływającą w blaszkach oddechowych, a powietrzem krążącym pomiędzy blaszkami.

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

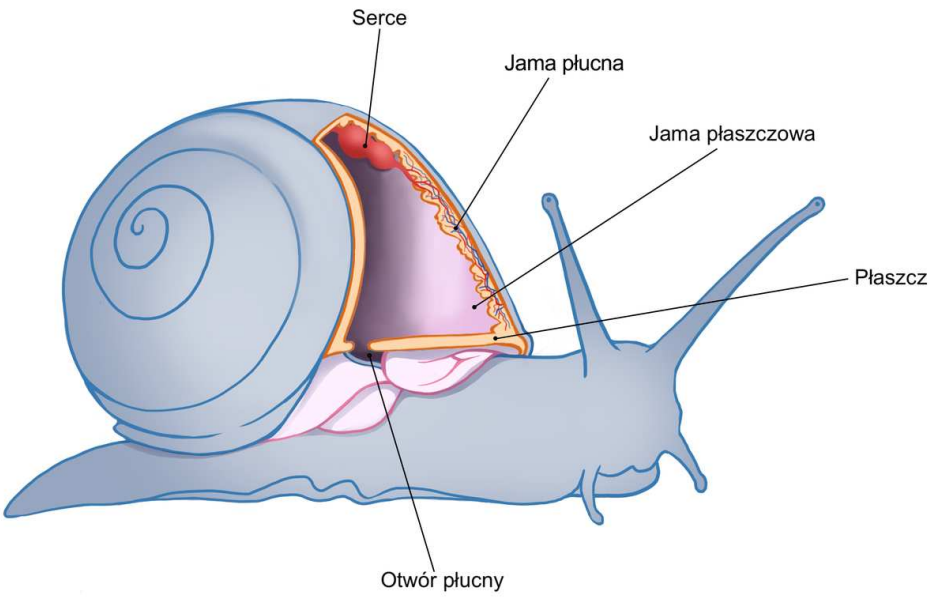
Tlen w komorze płucotchawki przenika do hemolimfy, wskutek czego ciśnienie parcjalne tego gazu w płucotchawce jest niższe niż w powietrzu atmosferycznym. To z kolei powoduje dyfuzyjny napływ tlenu do płucotchawki.

Odwrotnie jest z dwutlenkiem węgla, którego zawartość jest większa w płucotchawkach niż w środowisku zewnętrznym, co powoduje jego dyfuzję przez przetchlinki na zewnątrz.

U większych pająków wentylację płucotchawek wspomagają ruchy oddechowe odwłoka – w ten sposób zwiększa się objętość komór powietrznych.

Płuco

U ślimaków płucodysznych (np. ślimaka winniczka – *Helix pomatia*) silnie unaczyniona ściana jamy płaszczowej nazywana jest jamą płucną i pełni funkcję płuca.



U ślimaków płucodysznych ściany jamy płaszczowej zostały przekształcone w jamę płucną. Gazy oddechowe dyfundują przez otwór płucny.

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

Krew zbierana jest najpierw z powłok ciała dzięki naczyniom żylnym, a następnie trafia do jamy płucnej, gdzie zachodzi wymiana gazowa. Do hemolimfy w ścianie jamy płucnej dyfunduje tlen, a dwutlenek węgla z hemolimfy przechodzi do jamy płucnej i na zasadzie dyfuzji wydostaje się na zewnątrz przez otwór płucny.

Słownik

dyfuzja

samorzutne, nieodwracalne mieszanie się cząsteczek lub jonów w wyniku ich chaotycznych ruchów; zachodzi zgodnie z różnicą stężeń – ze środowiska o większym stężeniu do środowiska o mniejszym stężeniu, aż do momentu uzyskania stanu równowagi

hemolimfa

płyn ustrojowy zwierząt bezkręgowych będący funkcjonalnym odpowiednikiem krwi i limfy kręgowców

jama płaszczowa

przestrzeń między workiem trzewiowym a płaszczem, do której uchodzą: układ pokarmowy, wydalniczy i rozrodczy; grzbietowa, ukrwiona część ściany jamy płaszczowej (jama płucna) pełni funkcję płuca

jama płucna

grzbietowa, ukrwiona część jamy płaszczowej ślimaków płucodysznych, pełniąca funkcję płuca
płuca dyfuzyjne

płuca lądowych zwierząt bezkręgowych (ślimaków płucodysznych, pająków), w których wymiana składników powietrza wypełniających narząd oddechowy oparta jest na mechanizmie dyfuzji
płucotchawki

narząd wymiany gazowej skorpionów i niektórych pająków, będący wpukleniem ektodermy w przedniej części odwłoka; składa się z komory powietrznej i unaczynionych blaszek oddechowych, stanowiących powierzchnię oddechową płucotchawki
przetchlinka

otwór w ścianie ciała bezkręgowców lądowych (owadów, pajęczaków) prowadzący do narządu wymiany gazowej (tchawki lub płucotchawki)
tchawki

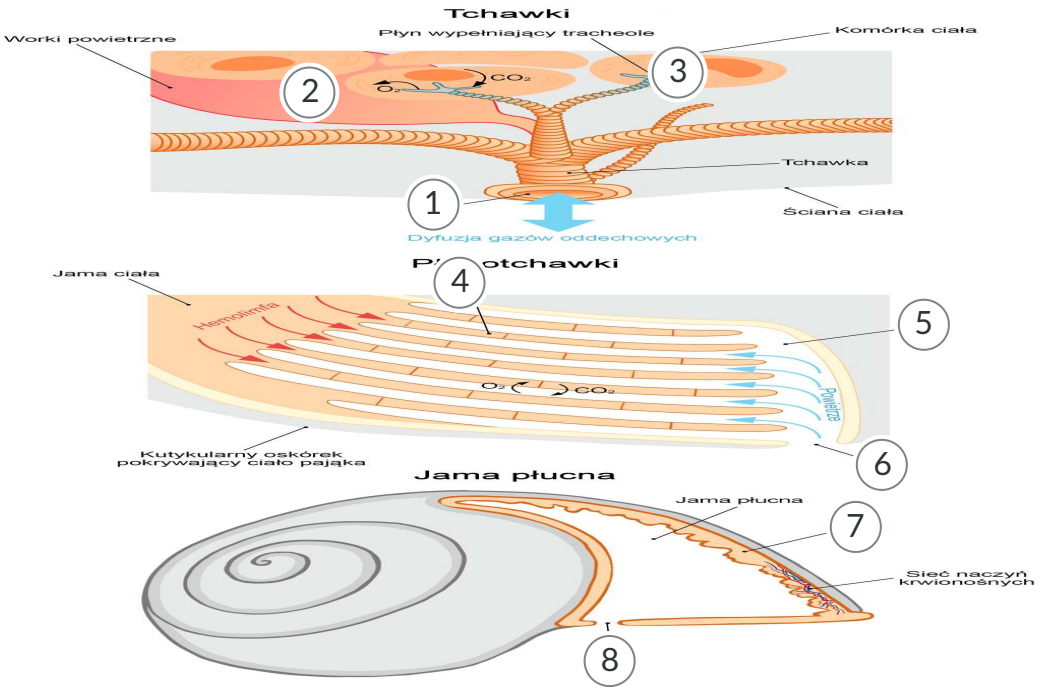
narząd wymiany gazowej owadów i niektórych pajęczaków, występujący w postaci sieci rozgałęziających się kanalików, wysłanych chitynową wyściółką; ich funkcją jest rozprowadzanie po organizmie gazów oddechowych
tracheole

najcieńsze odgałęzienia tchawek, pozbawione chitynowej wyściółki, wypełnione płynem; docierają do komórek ciała, gdzie powierzchnię wymiany gazowej stanowi płyn na końcu tracheoli
wymiana gazowa

proces wymiany gazów oddechowych (tlenu i dwutlenku węgla) między organizmem a otoczeniem oraz między płynami ustrojowymi a komórkami ciała; oparty na mechanizmie dyfuzji

Grafika interaktywna

Porównanie anatomii narządów wymiany gazowej u bezkręgowców lądowych



1

Przetchlinka

Przetchlinki łączą środowisko zewnętrzne z systemem tchawek. Jest to maksymalnie 10 par otworów – np. u pasikonika (*Tettigonia*) 2 pary przetchlinek tułowiowych (na 2 i 3 segmencie) oraz 8 par przetchlinek odwłokowych.

2

Worki powietrzne

Na układ tchawkowy, oprócz systemu rozgałęziających się kanalików, składają się też worki powietrzne – rozszerzenia tchawek położone wzdłuż głównych pni tkankowych. Pełnią one

funkcję magazynów tlenu. Ich wielkość oraz liczba są różne i charakterystyczne dla danej grupy systematycznej owadów.

3

Tracheole

Płyn wypełniający tracheole umożliwia rozpuszczanie tlenu, co ułatwia jego dyfuzję do komórek ciała. Gdy owad zużywa więcej tlenu, płyn przepływa z końcowego odcinka tracheoli w kierunku ciała, co zwiększa powierzchnię oddechową układu tchawkowego.

4

Blaszki oddechowe

Blaszki oddechowe, w liczbie od 10 do 100, ustawione są względem siebie równolegle, jak kartki książki. W blaszkach znajdują się zatoki krwionośne wypełnione hemolimfą.

5

Komora powietrzna

Komora powietrzna wypełniona jest powietrzem dyfundującym przez przetchlinki.

6

Przetchlinka

W zależności od gatunku pajęczaka na stronie brzusznej odwłoka występuje od 1 do 4 par otworów prowadzących do płucotchawek.

7

Ściana jamy płucnej

Silnie ukrwiona jama płucna, położona po stronie grzbietowej, pełni funkcję płuca u ślimaków lądowych, ale też wodnych, np. błotniarki stawowej (*Lymnaea stagnalis*), która żyjąc w wodzie, co pewien czas wynurza się nad powierzchnię, aby zaczerpnąć powietrza atmosferycznego.

Otwór płucny

Otwór płucny stanowi wejście do jamy płucnej. Jest on prawie całkowicie osłonięty przez brzegi płaszcza, co stanowi ochronę przed wyschnięciem jamy płaszczowej. Rytmiczne otwieranie i zamykanie otworu płucnego, a czasami również ruchy bocznej ściany jamy płaszczowej, usprawniają dyfuzję gazów oddechowych.

Budowa tchawek, płucotchawek i jamy płucnej.

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

Polecenie 1

Porównaj budowę systemu tchawkowego i płucotchawek oraz wskaż jedną cechę wspólną i jedną cechę różniącą te narządy wymiany gazowej.

Polecenie 2

Wyjaśnij, na czym polega przystosowanie jamy płaszczowej ślimaka do pełnienia funkcji narządu wymiany gazowej.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Wybierz prawidłowe dokończenie zdania.

Cechą charakterystyczną płuc dyfuzyjnych jest...

- obecność mechanizmów wymuszających wentylację płuc.
- wymiana gazów oddechowych między krwią a komórkami ciała na zasadzie dyfuzji.
- obecność płynu, który przenosi gazy z narządów oddechowych do tkanek.
- oparta na dyfuzji wymiana składników powietrza wypełniających narząd oddechowy.

Ćwiczenie 2

Przyporządkuj gatunki bezkręgowców do narządu wymiany gazowej, który u nich występuje.

Tchawki

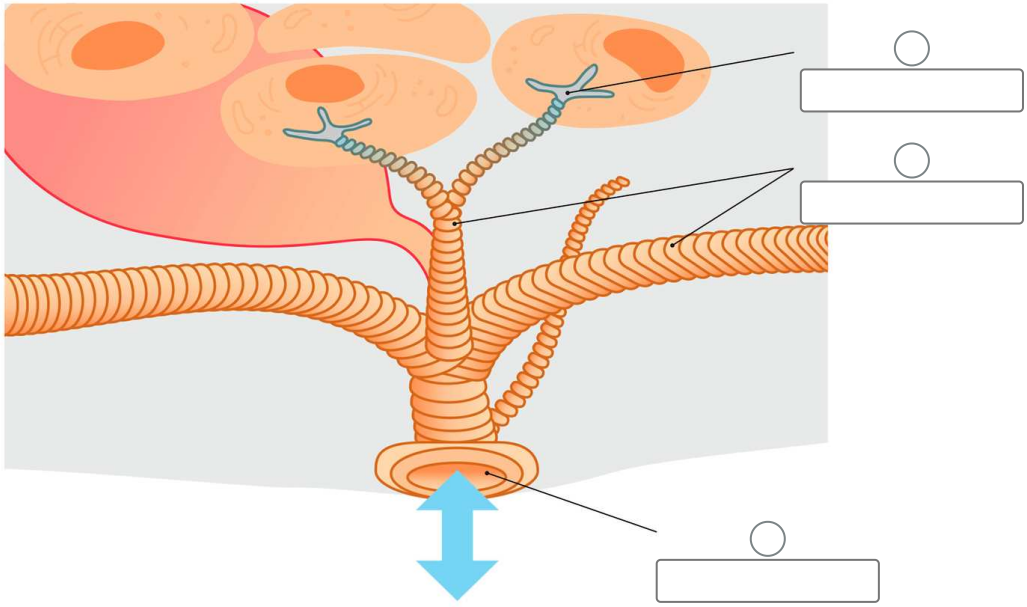
Płucotchawki

Płuca

ślimak winniczek | skorpion | mucha domowa | turkuć podjadek | kosarz | błotniarka moczarowa

Ćwiczenie 3

Na schemacie przedstawiono budowę układu oddechowego owadów. Z podanych niżej pojęć wybierz te, które dotyczą układu tchawkowego, a następnie wstaw je we właściwe miejsca na schemacie.



przetchlinka | otwór płucny | tchawki | blaszki oddechowe | tracheole

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

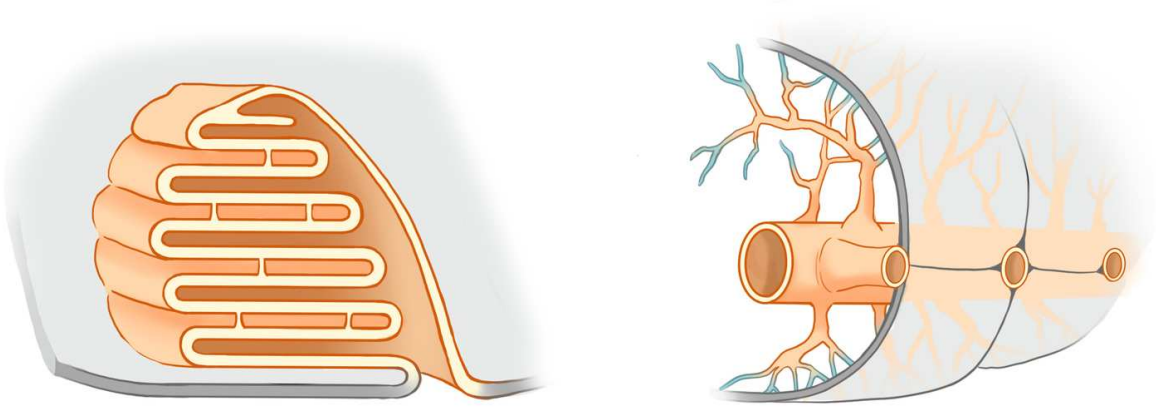
Ćwiczenie 4

Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Gazy oddechowe dyfundują przez przetchlinki do jamy płaszczowej błotniarki.	○	○
Drożność tracheoli zapewnia chityna, wyścielająca wnętrze kanalików.	○	○
System tchawek u pasikonika uzupełniają worki powietrzne.	○	○
Ślimaki lądowe mają silnie unaczynioną powierzchnię wewnętrzną jamy płaszczowej.	○	○

Ćwiczenie 5

Na schematach przedstawiono budowę narządów wymiany gazowej pająka i pszczoły.



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

Korzystając z informacji przedstawionych na schematach oraz własnej wiedzy, wymień jedną wspólną cechę budowy obydwu tych narządów.

Ćwiczenie 6

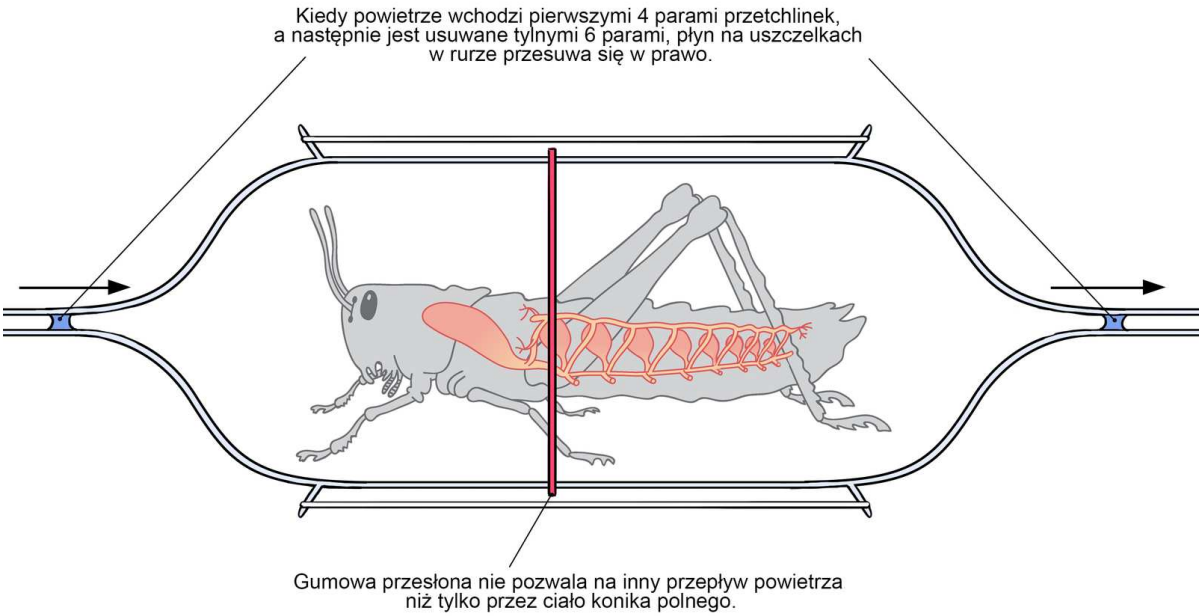
Tlenek węgla (potocznie zwany czadem) wiąże się ok. 200 razy szybciej z hemoglobiną niż tlen, przez co w krótkim czasie blokuje dopływ tlenu do organizmu. Wyjaśnij, dlaczego owady nie ulegają zaczadzeniu.

Ćwiczenie 7

Oceń prawdziwość stwierdzenia: „Tracheole stanowią miejsce wymiany gazowej, a tchawki drogę przewodzącą gazy". Uzasadnij swoją odpowiedź, uwzględniając budowę narządów oddechowych.

Ćwiczenie 8

Na schemacie przedstawiono wynik doświadczenia Fraenkla, wykazującego jednokierunkowy przepływ powietrza przez ciało konika polnego.



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

Na podstawie analizy schematu ilustrującego eksperyment wyjaśnij, jakie znaczenie dla efektywności wymiany gazowej ma jednokierunkowy przepływ powietrza przez ciało owada.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan
Przedmiot: Biologia

Temat: Narządy wymiany gazowej u bezkręgowców lądowych

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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):

- Scharakteryzujesz i porównasz narządy wymiany gazowej u bezkręgowców lądowych.
- Omówisz przystosowania narządów oddechowych do sprawnej wymiany gazowej na lądzie.
- Wyjaśnisz, na czym polega wymiana gazowa w płucach dyfuzyjnych na przykładzie płucotchawek oraz płuc ślimaków płucodysznych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- grupy ekspertów.

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 „Narządy wymiany gazowej u bezkręgowców lądowych". Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 2 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. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel prosi o przypomnienie, jakie przystosowania do wymiany gazowej wykształciły bezkręgowce wodne, oraz wskazanie – na podstawie przeczytanego przed lekcją tekstu w sekcji „Przeczytaj" – do jakich warunków wymiany gazowej musiały się z kolei przystosować bezkręgowce lądowe. Następnie uczniowie formułują pytania dotyczące tematu zajęć, na które odpowiedzą na koniec lekcji.

Faza realizacyjna:

1. **Praca w grupach z treścią e-materiału.** Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy. Każda z grup opracowuje jedno zagadnienie na podstawie informacji zawartych w e-materiale.
   Grupa I – układ tchawkowy
   Grupa II – płucotchawki

Grupa III – jama płucna
Po opracowaniu zagadnień przez każdą z grup nauczyciel miesza uczniów tak, aby w każdym z nowych zespołów było przynajmniej dwóch przedstawicieli ze starej grupy. Każdy z uczniów przedstawia kolegom partię materiału, którą opracował wcześniej (uczenie się przez nauczanie innych).
Nauczyciel prosi o wypisanie na małych kartkach pojęć, jakie uczniowie zapamiętali na dany temat. Grupy porządkują kartki w zbiory, wyszukując połączenia pomiędzy zapisanymi pojęciami. Grupy przyklejają kartki na arkuszu papieru A1, łączą strzałkami, rysują linie i dopisują nowe hasła, tworząc mapę myśli.
Przedstawiciele grup omawiają swoje mapy myśli. Nauczyciel weryfikuje informacje, w razie potrzeby uzupełnia.

2. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna").** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by porównali budowę systemu tchawkowego i płucotchawek oraz wskazali jedną cechę wspólną dla obu tych narządów wymiany gazowej. Uczniowie, pracując w parach, formułują wyjaśnienie. Następnie ochotnicy przedstawiają swoje wyjaśnienia na forum klasy, a nauczyciel ocenia ich poprawność.
3. Nauczyciel wprowadza uczniów w treść polecenia nr 3: „Wyjaśnij, na czym polega przystosowanie jamy płaszczowej ślimaka do pełnienia funkcji narządu wymiany gazowej". Uczniowie wykonują je w parach, a następnie porównują swoje rozwiązanie z innym zespołem.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się". Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenia interaktywne 7 (w którym mają za zadanie ocenić słuszność stwierdzenia: „Tracheole stanowią część oddechową, a tchawki drogę przewodzącą gazy", uwzględniając budowę narządów oddechowych), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.
5. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie – na podstawie analizy schematu – wyjaśnić, jakie znaczenie dla efektywności wymiany gazowej ma jednokierunkowy przepływ powietrza przez ciało owada), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 4 (typu „prawda/fałsz") z sekcji „Sprawdź się". Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Uczniowie odpowiadają na pytania sformułowane we wstępnej fazie lekcji.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia 3, 5 i 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:

- Multimedium zamieszczone w sekcji „Grafika interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.