

Narządy osmoregulacyjne i wydalnicze bezkręgowców

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



Narządy osmoregulacyjne i wydalnicze bezkręgowców

Stułbia zielona (*Hydra viridissima*) ma mało skomplikowaną budowę ciała, nie potrzebuje więc wyspecjalizowanych narządów osmoregulacyjnych i wydalniczych. Komórki jej ciała przynajmniej z jednej strony mają kontakt z wodą. Zbędne i szkodliwe produkty przemiany materii mogą swobodnie dyfundować bezpośrednio do środowiska zewnętrznego.

Źródło: Peter Schuchert, licencja: CC BY-SA 4.0.

Zadanie narządów wydalniczych i osmoregulacyjnych polega na regulacji gospodarki wodno-mineralnej i azotowej organizmu. U zwierząt bezkręgowych występuje kilka podstawowych typów narządów wydalniczych, które pełnią również funkcję narządów osmoregulacyjnych. Są to: wodniczki tętniące, narządy nefrydialne i cewki Malpighiego. Narządy te pracują w oparciu o mechanizm ultrafiltracji, podczas którego z płynów jamy ciała wyłapywana jest woda i znajdujące się w niej jony i związki azotowe. Mechanizm ten omija związki wielkocząsteczkowe i komórki.

Twoje cele

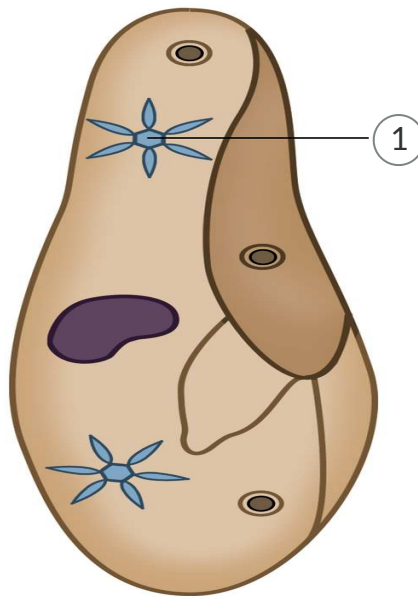
- Wymienisz podstawowe typy narządów wydalniczych i osmoregulacyjnych bezkręgowców.
- Wykażesz, że narządy wydalnicze mimo różnej budowy pełnią podobne funkcje.
- Wyjaśnisz, na czym polegają modyfikacje narządów nefrydialnych u wybranych przedstawicieli bezkręgowców.

Przeczytaj

U zwierząt bezkręgowych o prostej budowie ciała i niskim tempie metabolizmu, prowadzących głównie osiadły tryb życia, jak np. u gąbek i parzydełkowców, regulacja stosunków wodno-mineralnych odbywa się na drodze dyfuzji przez błony komórek ciała. Zmiana trybu życia, zwiększenie aktywności życiowej i komplikacje budowy ciała sprawiły, że w toku ewolucji zwierzęta wytworzyły wyspecjalizowane narządy wydalnicze i [osmoregulacyjne](#). Przy ich pomocy regulują gospodarkę wodną i mineralną.

Wodniczki tętniące

Występują u słodkowodnych protistów zwierzęcopodobnych i niektórych gąbek. Woda słodka stanowi [środowisko hipotoniczne](#) względem wnętrza komórek ciała, co sprawia, że woda osmotycznie napływa do organizmu. Wodniczki tętniące, usuwając nadmiar wody, chronią organizm przez rozerwaniem.



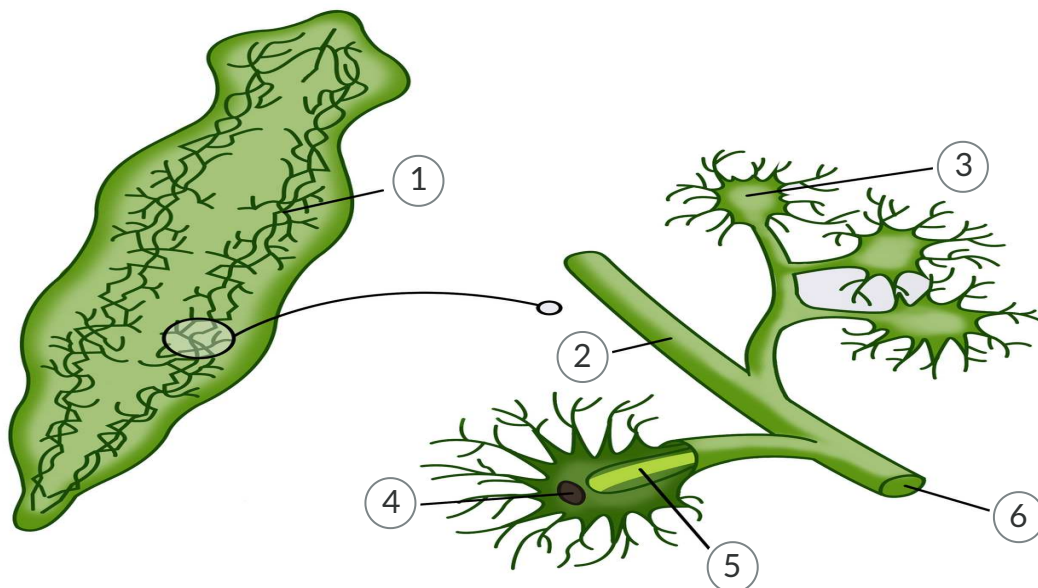
1

wodniczka tętniąca

Wodniczki tętniące tworzą: jedna duża wodniczka centralna, wokół której leżą liczne drobne wodniczki – kanały pomocnicze. Napływająca do nich osmotycznie woda jest od czasu do czasu przekazywana do

Protonefrydia

Narządy nefrydialne mają postać kanalików uchodzących otworami wydalniczymi na zewnątrz ciała. **Protonefrydia** występują u robaków płaskich. Tworzą system rozgałęzionych kanałów, od strony wnętrza ciała zakończonych wyspecjalizowanymi, gwiaździstymi komórkami płomykowymi. Każda z nich jest zaopatrzona w pęczek rzęsek zwany płomykiem, zwrócony do światła kanalik wydalniczego zakończonego otworem wydalniczym.



1

główny kanał wydalniczy

2

kanalik wydalniczy

3

komórka płomykowa

4

jądro komórki płomykowej

5

płomyk rzęsek

6

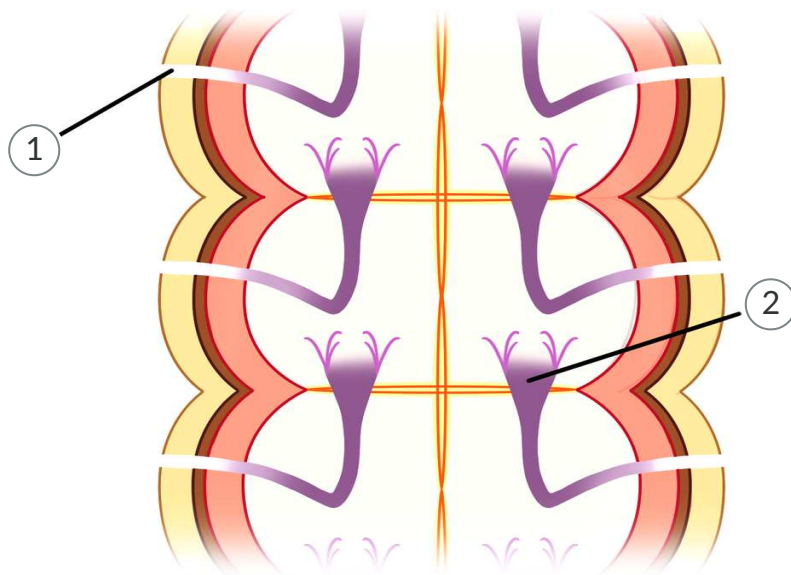
główny kanał wydalniczy

Komórki płomykowe zanurzone w parenchymie wypełniającej wnętrze ciała płazińca, wyłapują wodę i rozpuszczone w niej związki drobnocząsteczkowe. Ruch rzęsek powoduje ich dalszy przepływ w kierunku otworów wydalniczych.

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

Metanefrydia

Występują u pierścienic. Mają postać parzystych kanałów wydalniczych, od strony jamy ciała zaopatrzonych w orzęsiony lejek, a z drugiej strony – otwierających się otworem wydalniczym na zewnątrz.



1

otwór wydalniczy

2

metanefrydium

W większości segmentów ciała (z wyjątkiem pierwszych trzech i ostatniego) znajduje się para metanefrydiów. Orzęsiony lejek zanurzony w płynie jamy ciała zbiera metabolity w obrębie jednego segmentu i przekazuje je dalej do kanalika wydalniczego, który przebijając przegrodę międzysegmentalną uchodzi otworem wydalniczym w następnym segmencie.

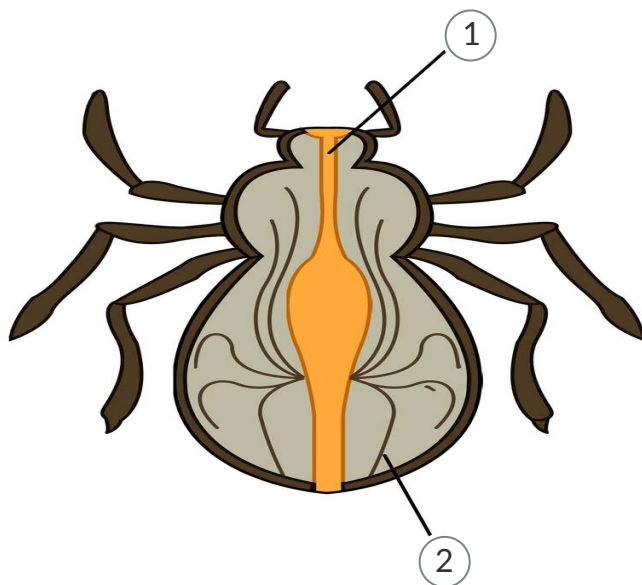
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

U skorupiaków występują zmodyfikowane **metanefrydia**. W miejscu orzęsionego lejka znajduje się w nich cienkościenny pęcherzyk zanurzony w **hemolimfie** wypełniającej jamę ciała. Pęcherzyk wyłapuje z hemolimfy metabolity i odprowadza je do kanalików wydalniczych. W zależności od tego, gdzie znajduje się ujście narządów wydalniczych, noszą one nazwę gruczołów czułkowych, szczękowych lub biodrowych.

U mięczaków zmodyfikowane **nefrydia** mają postać parzystych nerek (u ślimaków nerka jest nieparzysta). Orzęsione lejki otwierają się do jamy worka osierdziowego, skąd wyłapują metabolity i odprowadzają je moczowodami do jamy płaszczowej.

Cewki Malpighiego

Występują u owadów, wijów, pajęczaków. Mają postać ślepo zakończonych palczastych kanalików, od strony jamy ciała uchodzących do przewodu pokarmowego na granicy jelita środkowego i tylnego.



1

przewód pokarmowy

2

cewki Malpighiego

Do ślepo zakończonych cewek (wypełnionych płynem izoosmotycznym w stosunku do omywającej kanalikę hemolimfy) drogą transportu aktywnego przedostają się zbędne i szkodliwe produkty przemiany materii, w tym kwas moczowy. Następnie są transportowane do jelita i usuwane z organizmu wraz z kałem przez otwór odbytowy. Nie występuje tutaj mechanizm ultrafiltracji.

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

Słownik

hemolimfa

płyn ustrojowy krążący w otwartym systemie naczyń krwionośnych bezkręgowców (stawonogów i większości mięczaków), będący funkcjonalnym odpowiednikiem krwi i limfy kręgowców

osmoregulacja

regulacja wody i stężenie soli w niej rozpuszczonych przez organizm lub komórkę

osmoza

dyfuzja cząsteczek wody przez błonę półprzepuszczalną, która oddziela roztwory o różnych stężeniach. Cząsteczki wody przenikają zgodnie z gradientem stężeń

parenchyma (tkanka parenchymatyczna)

luźna tkanka mezodermalna wypełniająca wnętrze ciała płazińców, zbudowana z komórek żernych, podporowych i wydalniczych

środowisko hipotoniczne

środowisko zewnętrzne o mniejszym stężeniu soli, niż środowisko wewnętrzne komórki, co powoduje, że pobiera ona wodę

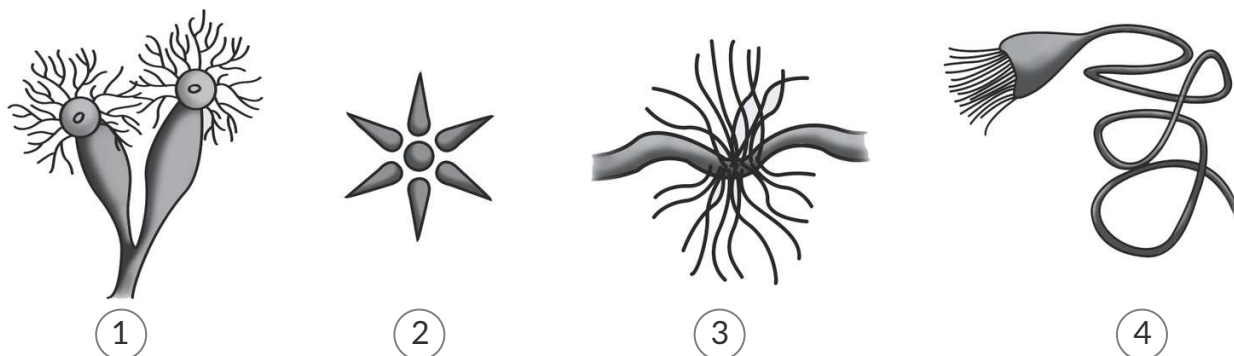
środowisko izoosmotyczne

środowisko, które ma takie samo stężenie soli, jak wewnątrz komórki, którą otacza, co powoduje, że nie ma żadnego przepływu wody do i z komórki

ultrafiltracja

proces, podczas którego z płynów ustrojowych do narządów wydalniczych przemieszczają się woda i rozpuszczone w niej substancje drobnocząsteczkowe

Grafika interaktywna



1

protonefrydia

mają postać kanalików zakończonych od strony jamy ciała komórkami płomykowymi, a z drugiej strony otworem wydalniczym skierowanym do środowiska zewnętrznego. Zbierają i usuwają zbędne i szkodliwe metabolity. U gatunków słodkowodnych pełnią przede wszystkim rolę osmoregulacyjną, usuwając nadmiar wody z organizmu

2

wodniczki tętniące

kuliste pęcherzyki, często dodatkowo zaopatrzonych w kanały pomocnicze utworzone z błon siateczki śródplazmatycznej. Zbierają i usuwają nadmiar wody, która zgodnie z gradientem osmotycznym napływa do ciała słodkowodnych pierwotniaków i gąbek. Liczba wodniczek tętniących jest charakterystyczna dla danego gatunku

3

cewki Malpighiego

te palczaste wyrostki są omywane w jamie ciała przez hemolimfę. Woda z metabolitami i związkami azotowymi trafia do światła kanalików, których komórki wchłaniają zwrotnie wodę i substancje potrzebne organizmowi. Kolejna porcja wody jest odzyskiwana w jelicie. W ten sposób wytracają się kryształki azotowego produktu przemiany materii – kwasu moczowego, który wraz z kałem jest usuwany na zewnątrz

4

metanefrydia

mają postać parzystych kanalików zakończonych orzęsionym lejkiem od strony jamy ciała i otworem wydalniczym uchodzącym na zewnątrz. Lejki wyłapują płyn jamy ciała, który zawiera zarówno substancje pokarmowe, jak i zbędne i szkodliwe produkty przemiany materii. Podczas przepływu w kanaliku wydalniczym komórki go wyścielające wchłaniają z powrotem substancje potrzebne organizmowi, a metabolity są wydalone na zewnątrz

Narządy osmoregulacyjne i wydalnicze bezkręgowców.

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

Polecenie 1

Wymień typy narządów osmoregulacyjnych i wydalniczych. W odpowiedzi uwzględnij charakterystyczne cechy ich budowy.

Polecenie 2

Na podstawie analizy informacji przedstawionych w grafice interaktywnej, porównaj budowę i mechanizm działania protonefrydium i metanefrydium. Uwzględnij jedną cechę wspólną i jedną cechę odróżniającą oba rodzaje narządów nefrydialnych.

Polecenie 3

Określ, jaką rolę w utrzymaniu stałości środowiska wodnego pierwotniaków odgrywają kanały pomocnicze.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1

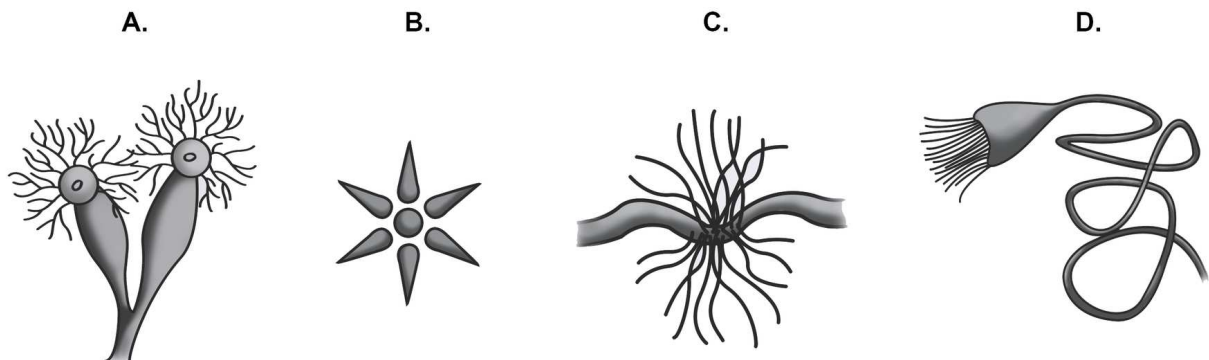


Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania:

U stawonogów nie występuje proces ultrafiltracji ponieważ:

- ☐ nie ma struktur orzęsionych, które mogłyby wytwarzać podciśnienie.
- ☐ większość produktów przemiany materii wydalana jest przez powierzchnię ciała.
- ☐ płyn z jamy ciała wpływa do palczastych wyrostków.
- ☐ zbędne i szkodliwe produkty przemiany materii są aktywnie wydzielane do światła cewek.

Ćwiczenie 2



Na schemacie przedstawiono typy narządów osmoregulacyjnych i wydalniczych kręgowców. U szereguj ich nazwy w prawidłowej kolejności.

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

A

metanefrydium

B

cewki Malpighiego

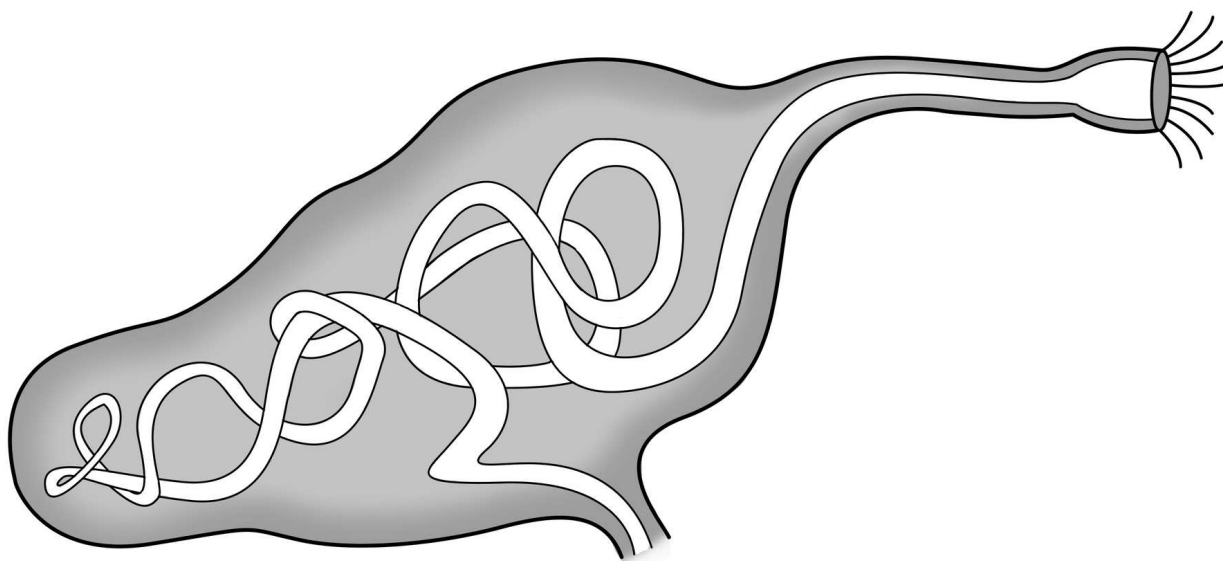
C

wodniczka tętniąca

D

protonefrydium

Ćwiczenie 3



Na schemacie przedstawiono jeden z typów narządów wydalniczych bezkręgowców.

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

Na podstawie analizy schematu zaznacz prawidłowe dokończenie zdania wraz z uzasadnieniem.

Przedstawiony na schemacie typ narządu wydalniczego to:

metanefrydium ☐

protonefrydium ☐

którego cechą charakterystyczną są

komórki z pęczkiem rzęsek ☐

orzęzione lejki ☐

wyłapujące zbędne metabolity z

parenchymy ☐

płynu jamy ciała ☐

Ćwiczenie 4



Uzupełnij zdania poprawnymi stwierdzeniami.

Cewki Malpighiego ☐

Protonefrydia ☐

mogą pełnić funkcję osmoregulacyjną

u gatunków słodkowodnych. Zmodyfikowane

metanefrydia ☐

protonefrydia ☐

u raka

noszą nazwę gruczołów czólkowych.

Metanefrydia ☐

Cewki Malpighiego ☐

pozwalają

pasikonikowi usuwać azotowe produkty przemiany materii bez utraty wody.

Ćwiczenie 5



Oceń słuszność stwierdzeń dotyczących narządów osmoregulacyjnych i wydalniczych bezkręgowców.

	Prawda	Fałsz
U wypławka – przedstawiciela wolnożyjących płazińców nie występuje proces ultrafiltracji.	☐	☐
Wodniczki tętniące zbierają i magazynują w ciele gąbek nadmiar napływającej osmotycznie wody.	☐	☐
Ściany cewek Malpighiego mają zdolność zwrotnego wchłaniania wody.	☐	☐
Ruch rzęsek komórek płomykowych w protonefrydiach powoduje przesuwanie metabolitów w kanalik wydalniczym.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Wyjaśnij, w jaki sposób parzydełkowce i gąbki usuwają z organizmu azotowe i inne produkty metabolizmu.

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, na czym polega związek między układem wydalniczym i pokarmowym u owadów.



Cewki Malpighiego pasikonika są omywane w jamie ciała przez hemolimfę. Komórki ścian cewek zbierają z hemolimfy rozpuszczone w niej substancje i przekazują do światła kanalików, a następnie zwrótnie wchłaniają substancje potrzebne oraz wodę. Gdy ilość wody w cewkach spada, kwas moczowy zaczyna wytrącać się w postaci kryształków. Metabolity wraz z wodą z cewek trafiają do jelita, gdzie również zachodzi wchłanianie wody. Kwas moczowy wydalaný jest wraz z kałem, za pośrednictwem układu wydalniczego.

Źródło: Cynthia D. Kelly, Thomas J. Fellers, Michael W. Davidson, *Grasshopper Malpighian Tubules*, Molecular Expressions 2002

Na podstawie analizy powyższej informacji wyjaśnij, w jaki sposób pasikonik prowadzi oszczędną gospodarkę wodną. W odpowiedzi uwzględnij rolę cewek Malpighiego.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Narządy osmoregulacyjne i wydalnicze bezkręgowców

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.

4) Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

d) przedstawia układy wydalnicze zwierząt i określa tendencje ewolucyjne w budowie kanalików wydalniczych,

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):

- Wymienisz podstawowe typy narządów wydalniczych i osmoregulacyjnych bezkręgowców.
- Wykażesz, że narządy wydalnicze mimo różnej budowy pełnią podobne funkcje.
- Wyjaśnisz, na czym polegają modyfikacje narządów nefrydialnych u wybranych przedstawicieli bezkręgowców.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- mapa myśli;
- 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 „Narządy osmoregulacyjne i wydalinicze bezkręgowców”. 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, by uczniowie w parach opracowali mapy myśli związane z tematem. Wybrane pary przedstawiają swoje propozycje, ochotnik zapisuje je na tablicy. Pozostali uczniowie odnoszą się do odnotowanych sugestii, uzupełniając je o swoje pomysły.

Faza realizacyjna:

1. **Praca w parach z treścią e-materiału.** Uczniowie na podstawie informacji zawartych w medium w sekcji „Przeczytaj” układają pytania do quizu dla innych par. 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.

2. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, porównali budowę i mechanizm działania protonefrydium i metanefrydium, uwzględniając jedną cechę wspólną i jedną różniącą oba rodzaje narządów nefrydalnych. Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.
3. Uczniowie wykonują indywidualnie polecenie nr 3: „Określ, jaką rolę w utrzymaniu stałości środowiska wodnego pierwotniaków odgrywają kanały pomocnicze”. Ochotnicy przedstawiają swoje odpowiedzi na forum klasy.
4. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie w parach wykonują ćwiczenie nr 7 (dotyczące związku między układem wydalniczym i pokarmowym u owadów) i ćwiczenie nr 8 (dotyczące gospodarki wodnej u pasikoników, z uwzględnieniem roli cewek Malpighiego) w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie weryfikują swoje mapy myśli opracowane we wstępnej fazie lekcji i w razie potrzeby uzupełniają je.
2. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 5 (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.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia 3, 4 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:

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