



Tolerancja ekologiczna. Prawo Liebiga i prawo Shelforda

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



Tolerancja ekologiczna. Prawo Liebiga i prawo Shelforda

Wrzosa (*Calluna*) są stenobiontami i gatunkami wskaźnikowymi, czyli roślinami, które mają wąski zakres tolerancji na odczyn pH gleby. Widząc wrzosa, możemy z całą pewnością stwierdzić, że gleba, na której rosną, ma kwaśny odczyn pH.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

To, czy organizm będzie mógł żyć i rozmnażać się w danym środowisku, zależy od wielu czynników. Są to czynniki biotyczne, takie jak dostępność pokarmu, konkurencja, drapieżnictwo oraz abiotyczne, takie jak temperatura, wilgotność, właściwości gleby. Zakres czynników działających na organizmy opisuje ich niszę ekologiczną, czyli miejsce organizmu w środowisku wraz ze wszystkimi jego wymaganiami i potrzebami. Zdolność organizmu do życia w danym zakresie czynników środowiskowych to tzw. tolerancja ekologiczna. Czy wiesz, jak najłatwiej rozpoznać, że dane warunki są dla konkretnego organizmu optymalne?

Twoje cele

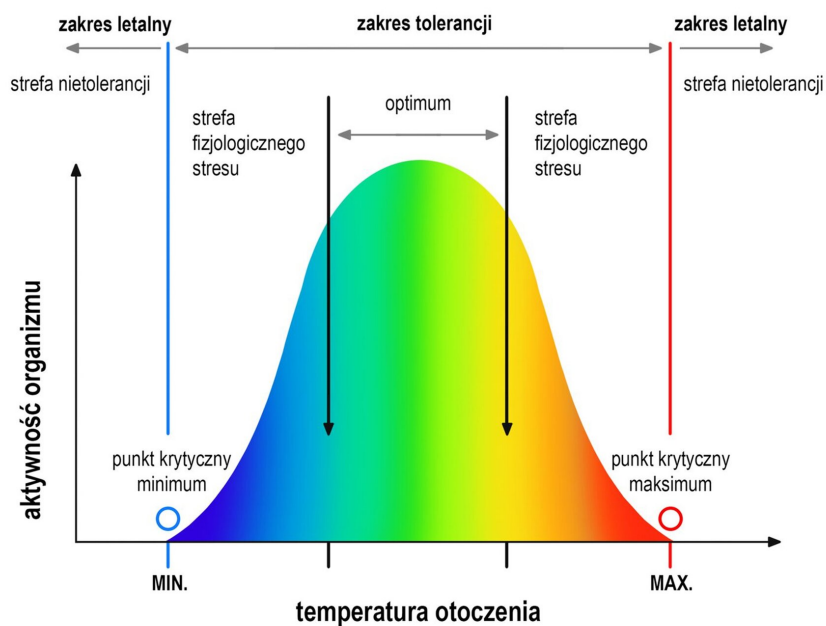
- Zdefiniujesz pojęcia: zakres tolerancji ekologicznej, eurybionty, stenobionty, gatunki wskaźnikowe (bioindykatory).
- Wyjaśnisz, na czym polegają prawo minimum Liebiga oraz prawo tolerancji Shelforda.
- Zanalizujesz wykres zakresu tolerancji organizmu.

Przeczytaj

Tolerancja ekologiczna

Każdy organizm wykazuje tolerancję ekologiczną, czyli ma zdolność przystosowywania się do zmiennych warunków środowiska: ilości i natężenia czynników biotycznych i abiotycznych. Różne organizmy, zarówno roślinne, jak i zwierzęce, aby przeżyć, rosnąć i rozmnażać się, wymagają określonych czynników środowiska, np. w zakresie wartości pH gleby, wilgotności powietrza czy nasłonecznienia.

Przedział zmienności określonych czynników środowiska, w których organizm żyje, rozmnaża się i utrzymuje swoje czynności życiowe, to tzw. **zakres tolerancji ekologicznej**. Zakres ten ma trzy główne punkty: minimum, maksimum i optimum. Wartość czynnika najdogodniejsza do wzrostu, życia i efektywności procesów biologicznych danego organizmu to **optimum**. Zwykle możliwe jest w nim rozmnażanie, natomiast poza nim – jedynie wzrost i rozwój. Np. zakres temperatur, w których żyje dorsz bałtycki, wynosi od -2 do $+6^{\circ}\text{C}$, ale rozmnaża się on jedynie w temperaturze od 4 do 5°C . Każdy czynnik, który zbliża się do punktów krytycznych, czyli **minimum** (dolnego zakresu tolerancji) i **maksimum** (górnego zakresu tolerancji), albo je przekracza, jest **czynnikiem letalnym**, tj. takim, który ogranicza występowanie i wzrost danego organizmu. Zakres tolerancji na dany czynnik zależy od płci i wieku organizmu, u młodych osobników jest węższy niż u dorosłych.



Tolerancja ekologiczna organizmu na przykładzie jego aktywności w zależności od zakresu temperatury.

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

Na organizmy działa wiele różnych czynników w tym samym czasie. Zakres tolerancji na niektóre z nich może być szeroki, natomiast na inne – wąski. Na przykład myśliwi rozstawiają lizawki (bryły soli kamiennej do wylizywania) dla naszych rodzimych roślinożerców saren i łosi, aby zrekompensować im niedostatek sodu. Jest go zbyt mało w pokarmie roślinnym, a niedobór sodu ogranicza rozród tych zwierząt. Zakres tolerancji na dany czynnik może być różny u różnych gatunków, np. roślina zielna lepnicza lepka (*Silene viscosa*) kiełkuje w temperaturze od 23°C, natomiast roślina zielna firletka poszarpana (*Lychnis flos-cuculi*) – od 13°C.

Klasyfikacja organizmów ze względu na zakres tolerancji ekologicznej. U niektórych gatunków zakres tolerancji na określony czynnik jest wąski i są one bardziej wyspecjalizowane – mówimy wtedy o stenobiontach (1); u innych gatunków zakres jest szeroki i mogą one rozwijać się w różnorodnym środowisku – mówimy wtedy o eurybiontach (2). Tolerancja u tego samego organizmu może być wąska w stosunku do jednego czynnika i szeroka w stosunku do innego.

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

Zakres tolerancji na dany czynnik w środowisku naturalnym może się zmieniać, np. w wyniku zmian klimatycznych albo przemieszczania się organizmu. Organizmy przyzwyczajają się wtedy do danego czynnika i wykazują fizjologiczne reakcje na

niego. Zjawisko to nazywamy [aklimatyzacją](#). Przykładem jest łoś, który przed nadejściem zimy z torfowisk i lasów nizinnych przenosi się na wyżej położone tereny, do lasów iglastych – jego reakcja fizjologiczna polega na zwiększeniu przepływu krwi w płucach i produkcji czerwonych krwinek w związku z obniżoną zawartością tlenu na większych wysokościach.



Aloes (*Aloe*) należy do sukulentów, czyli form ekologicznych roślin, których zakres tolerancji na suszę jest szeroki. Aloes gromadzi wodę w pokrytych woskowym nalotem liściach.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Organizmy, które mają podobny zakres tolerancji w stosunku do określonego czynnika, nazywamy formami ekologicznymi (np. hydrofity, czyli rośliny żyjące w środowisku wodnym).

Gatunki o wąskim zakresie tolerancji w stosunku do określonego czynnika nazywamy [gatunkami wskaźnikowymi \(bioindykatorami\)](#). Obecność tych gatunków świadczy o występowaniu danego czynnika w określonym natężeniu w środowisku.

Źródło: Macroscopic Solutions, Flickr, licencja: CC BY-NC 2.0.

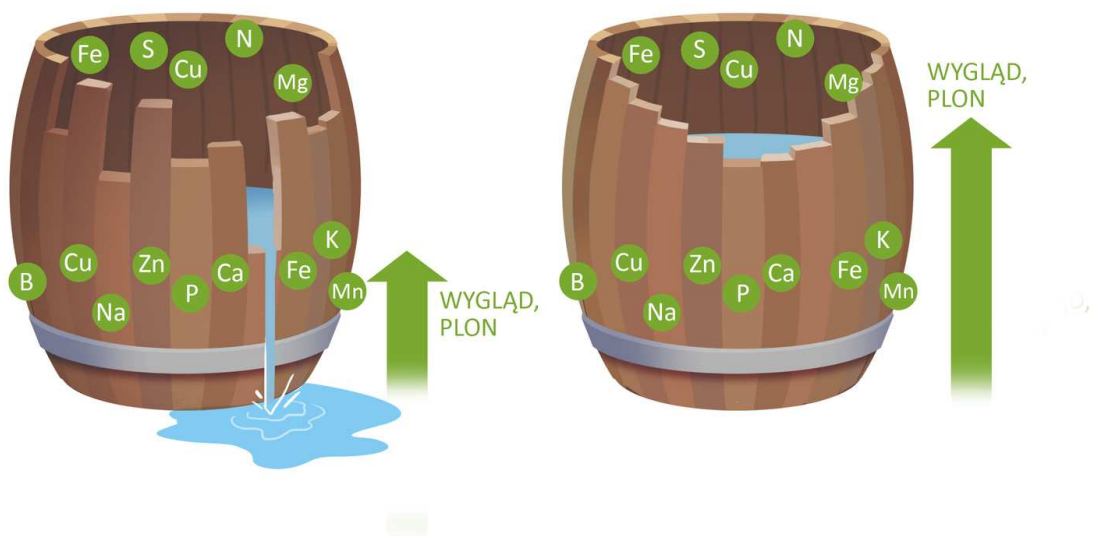
Prawo minimum Liebiga

Patrząc na ogół czynników środowiska możemy zauważyć, że to, czego w środowisku jest najmniej decyduje o tym, ile mamy osobników na danym terenie. Zależność ta nosi nazwę prawa minimum Liebiga.

Prawo minimum Liebiga to jedno z podstawowych praw ekologii, mówiące o tym, że **czynnik, którego jest najmniej (jest w minimum) działa ograniczająco** na organizm, bądź całą populację.

Tę zależność możemy zaobserwować na roślinach – niezależnie od tego, jak dużo w glebie znajduje się składników niezbędnych do wzrostu rośliny, kluczowa jest dostępność azotu – jego brak lub zbyt niski poziom będzie ograniczał występowanie tych organizmów w danym siedlisku.

Beczka Liebiga jest rodzajem wizualizacji tego prawa zaproponowanym przez samego uczonego. Pojemność beczki jest **ograniczana długością jej najkrótszej klepki**. Rozwój organizmu także jest ograniczany czynnikiem, którego jest najmniej.



Beczka Liebiga - wizualizacja prawa minimum Liebiga. Pojemność beczki jest ograniczana długością jej najkrótszej klepki.

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

Rozwinięciem prawa minimum Liebiga jest **prawo tolerancji ekologicznej Shelforda**.

Prawo tolerancji Shelforda

Prawo tolerancji Shelforda mówi o tym, że zarówno niedobór, jak i nadmiar czynnika wpływa ograniczająco na wzrost i rozwój organizmów.

Zgodnie z tym prawem, każdy organizm ma **charakterystyczny dla niego zakres tolerancji na dany czynnik środowiska**. Zakres ten jest wyznaczany przez **dwie skrajne** wartości tego czynnika (minimum i maksimum), a między nimi mieści się wartość **optymalna** (optimum), która jest najkorzystniejsza dla danego organizmu. Przy wartościach przekraczających minimum lub maksimum organizm **umiera**. Natomiast przy wartości optimum **liczba osobników jest największa**, a w miarę oddalania się od tej wartości czynnika, liczba osobników sukcesywnie spada.

Słownik

aklimatyzacja

fizjologiczne przystosowanie do zmieniających się warunków środowiska

eurybionty

(gr. *eurýs* – szeroki) organizmy, które mają szeroki zakres tolerancji ekologicznej w stosunku do określonego czynnika środowiska

gatunki wskaźnikowe (bioindykatory)

gatunki o wąskim zakresie tolerancji w stosunku do określonego czynnika środowiska (stenobionty). Pozwalają one między innymi na określenie stopnia

zanieczyszczenia wody, powietrza, zawartości różnych substancji w glebie, np. duże miasta oraz okolice fabryk i innych zakładów przemysłowych, a także dróg są miejscami, gdzie stężenie SO_2 wynosi powyżej 170 mg/m^3 . Jest to tzw. pustynia porostowa, ponieważ nawet najbardziej odporne porosty nie są w stanie przeżyć w takich warunkach

organizmy kosmopolityczne

gatunki zwierząt i roślin o bardzo rozległych zasięgach, rozprzestrzenione na wielu kontynentach, zdolne do bytowania i rozrodu w różnych środowiskach i strefach klimatycznych

polip

jedna z dwóch, oprócz meduzy, form życiowych parzydełkowców

stenobionty

(gr. *stenós* – wąski) organizmy, które mają wąski zakres tolerancji ekologicznej w stosunku do określonego czynnika środowiska

tolerancja ekologiczna

(łac. *tolerantia* – cierpliwa wytrwałość, od łac. czasownika *tolerare* – wytrzymywać, znosić, przecierpieć) zdolność organizmów do życia w określonym zakresie zmian czynników biotycznych i abiotycznych

Symulacja interaktywna

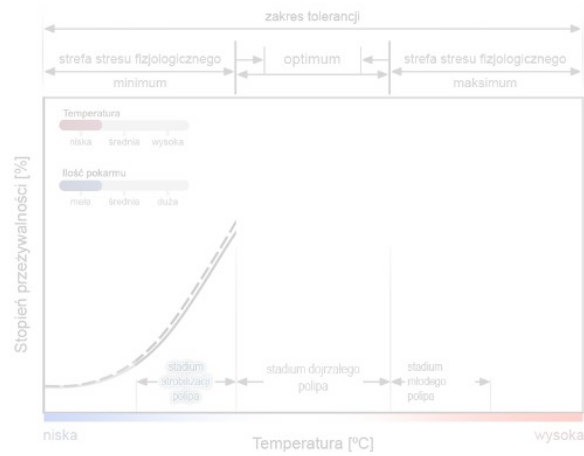
Tolerancja ekologiczna polipów chełbi modrej na wybrane czynniki środowiska

Na symulacji przedstawiono wykres stworzony na podstawie danych literaturowych, które były wstępem do przeprowadzenia doświadczenia przez Xupenga Chi i współpracowników – naukowcy ci badali tolerancję ekologiczną polipów chełbi modrej w stosunku do temperatury, wpływ dostępności i jakości pokarmu na ich zdolność do przechodzenia różnych stadiów rozwojowych oraz stopień ich przeżywalności w danych warunkach. Chełbia modra jest zamieszkującym oceany, kosmopolitycznym (czyli gatunkiem o bardzo rozległych zasięgach, rozprzestrzenionym na wielu kontynentach) krążkopławem. Przeanalizuj symulację i wykonaj polecenia. We wniosku uwzględnij prawo minimum Liebiga lub prawo tolerancji Shelforda.

Więcej informacji na temat przemiany pokoleń u chełbi modrej (*Aurelia aurita*) znajdziesz [tutaj](#).

Symulacja 1

Zmień wartości czynników środowiska i obserwuj jak zmienia się tolerancja polipów do danych warunków.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DIyw1iIT6>

Tolerancja ekologiczna. Prawo Liebiga i prawo Shelforda

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

Polecenie 1

Polecenie 2

Polecenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Informacja do ćwiczenia 4

Przeczytaj poniższy tekst, a następnie zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.

” W wysoko produktywnych ekosystemach sztucznych, czyli uprawach, gatunki (i ich specjalnie wyhodowane odmiany) dobierane są w sposób maksymalizujący tempo produkcji, a plon wynoszony jest poza obręb ekosystemu. Dlatego też w uprawach daje się we znaki niedobór poszczególnych pierwiastków odżywczych: azotu, fosforu, a nawet wapnia i potasu.

Źródło: January Weiner, *Życie i ewolucja biosfery*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 121.

Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



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

Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7

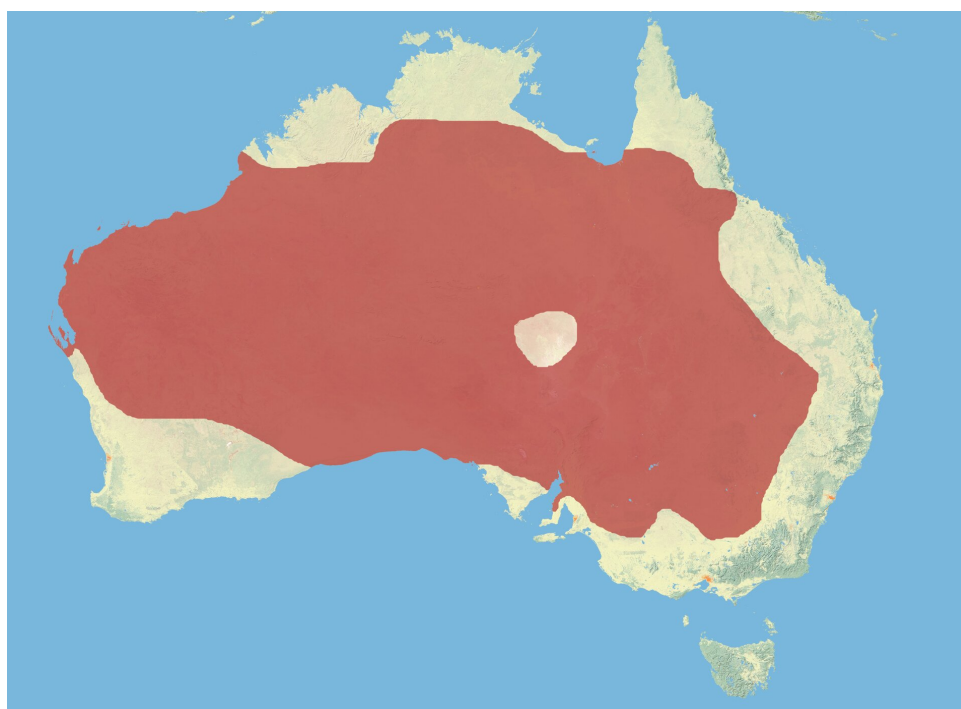


Wykres przedstawia tolerancję ekologiczną organizmu na wilgotność gleby w zależności od jego aktywności. Wstaw odpowiednie opisy w zaznaczone miejsca.

Ćwiczenie 8



Mapa przedstawia granice zasięgu rozmieszczenia kangura rudego. Występuje on na suchych obszarach na kontynencie australijskim. Granice jego zasięgu wyznaczone są przez sumę rocznych opadów wynoszącą 400 mm, a co za tym idzie – przez występowanie trawiastej roślinności pustynnej i półpustynnej, która stanowi główne pożywienie tego zwierzęcia.



Czerwonym kolorem zaznaczone jest rozmieszczenie kangura rudego (*Osphranter rufus*) w Australii

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

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Ilona Kułak, Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Tolerancja ekologiczna. Prawo Liebiga i prawo Shelforda

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

X. Ekologia. Uczeń:

3) wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XVII. Ekologia.

1. Ekologia organizmów. Uczeń:

3) wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna; planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- zdefiniuje terminy: zakres tolerancji ekologicznej, eurybionty, stenobionty, gatunki wskaźnikowe (bioindykatory);
- wyjaśni, na czym polegają prawo minimum Liebiga i prawo tolerancji Shelforda;
- zanalizuje wykres zakresu tolerancji organizmu;
- zaproponuje praktyczne wykorzystanie prawa minimum i prawa tolerancji ekologicznej w uprawie roślin doniczkowych lub rosnących w ogrodzie przydomowym.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- strategia obserwacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- rozmowa kierowana;
- gra dydaktyczna.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- karteczki z zagadnieniami: tolerancja ekologiczna, zakres tolerancji ekologicznej, prawo minimum Liebiga, prawo tolerancji Shelforda, aklimatyzacja, eurybionty, stenobionty, gatunki wskaźnikowe;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyjaśnia kontekst lekcji, posługując się wstępem do e-materiału. Ilustruje prawo minimum Liebiga za pomocą zaproponowanej przez badacza beczki, której objętość ograniczona jest wysokością najkrótszego szczebelka. Rozszerza prawo minimum Liebiga o prawo tolerancji Shelforda, obrazując zasadę, że na organizmy

wpływają zarówno niedobór, jak i nadmiar danego czynnika (np. nadmiar wody powoduje gnicie roślin, a jej niedostatek – usychanie).

2. Nauczyciel przedstawia temat i cel lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie indywidualnie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj” i zapisują na kartkach minimum pięć pytań do tekstu. Wybrana osoba zbiera pytania do urny. Uczniowie dzielą się na pięćosobowe grupy, losują pytania z puli i przygotowują odpowiedzi. Zespół, który jest gotowy, zgłasza się i przedstawia rezultaty swojej pracy. Pozostali uczniowie wraz z nauczycielem weryfikują poprawność odpowiedzi.
2. Nauczyciel wyświetla symulację interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, wykonali polecenia od 1 do 3 – uczniowie formułują hipotezę badawczą do zobrazowanego doświadczenia, proponują do niego dwie obserwacje oraz formułują wnioski. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą. Wybrane zespoły przedstawiają swoje rozwiązania.
3. Uczniowie wykonują ćwiczenie interaktywne nr 6. Ochotnicy przedstawiają na forum klasy swoje propozycje praktycznego zastosowania wąskiego zakresu tolerancji ekologicznej.
4. Uczniowie wykonują ćwiczenie interaktywne nr 7. Nauczyciel sprawdza, czy poprawnie opisali wykres tolerancji ekologicznej.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel dzieli klasę na osiem grup – każda z nich losuje karteczkę z określonym zagadnieniem poznany na lekcji (tolerancja ekologiczna, zakres tolerancji ekologicznej, prawo minimum Liebiga, prawo tolerancji Shelforda, aklimatyzacja, eurybionty, stenobionty, gatunki wskaźnikowe) i układa do niego dwa pytania. Po wykonaniu ćwiczenia uczniowie zadają pytania wskazanym przez nauczyciela grupom.
2. Na zakończenie nauczyciel przeprowadza w klasie krótką pogadankę na temat możliwości praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej na lekcji w uprawie roślin ogrodowych lub doniczkowych, które uczniowie mają w domu.

Praca domowa:

1. Dla wszystkich: Wykonaj ćwiczenia od 1 do 5.
2. Dla chętnych: Wykonaj ćwiczenie nr 8.

Materiały pomocnicze:

- „*Encyklopedia szkolna. Biologia*”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania symulacji interaktywnej:

Symulacja może również zostać wykorzystana na lekcji *Tolerancja ekologiczna a środowisko życia* oraz na lekcji o czynnikach abiotycznych wpływających na organizmy.