



ZAJĘCIA nr 9

ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DO PRZYGOTOWANIA NA ĆWICZENIE: „Populacja jako jednostka ekologiczna”

Cechy i właściwości populacji. Interakcje wewnątrz- i międzygatunkowe. Tolerancja ekologiczna.

LITERATURA

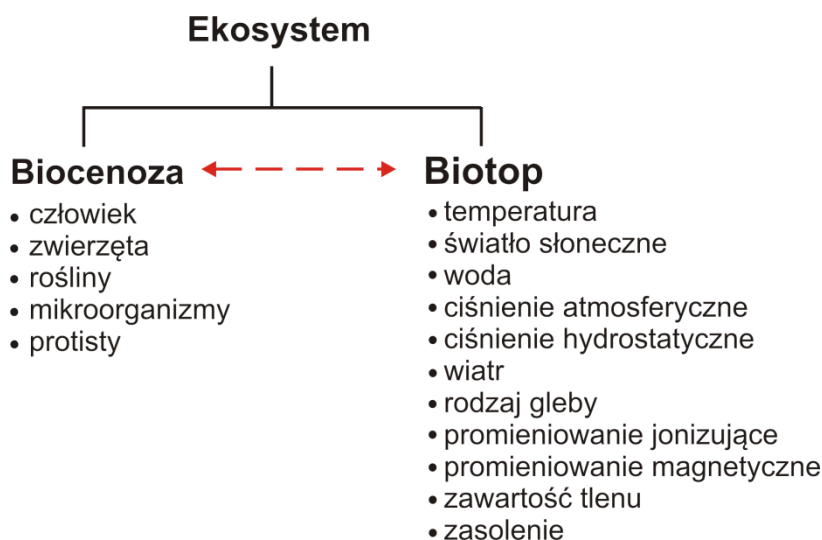
1. Kurnatowska A.: Ekologia: jej związki z różnymi dziedzinami wiedzy: wybrane zagadnienia. PWN, Warszawa 2002.
2. Mackenzie E., Ball A. S., Virdee S. R.: Krótkie wykłady z ekologii. PWN, Warszawa 2007.
3. Krebs Ch.: Ekologia: eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności. PWN, Warszawa 2011.

I. Część teoretyczna

Podstawowe pojęcia:

Ekologia – dziedzina nauki badająca wzajemne zależności między organizmami i środowiskiem.

Ekosystem – układ ekologiczny, w skład którego wchodzi wszystkie żywe organizmy (**biocenoza**), ich nieożywione środowisko (**biotop**) i łączące je interakcje.



Rysunek 1. Elementy ekosystemu.

Populacja - grupa osobników **jednego gatunku** zasiedlających wspólny **teren w określonym czasie**.

Gatunek - osobniki mające wspólne pochodzenie i należące do **wspólnoty rozrodczej populacji**.

Cechy populacji:

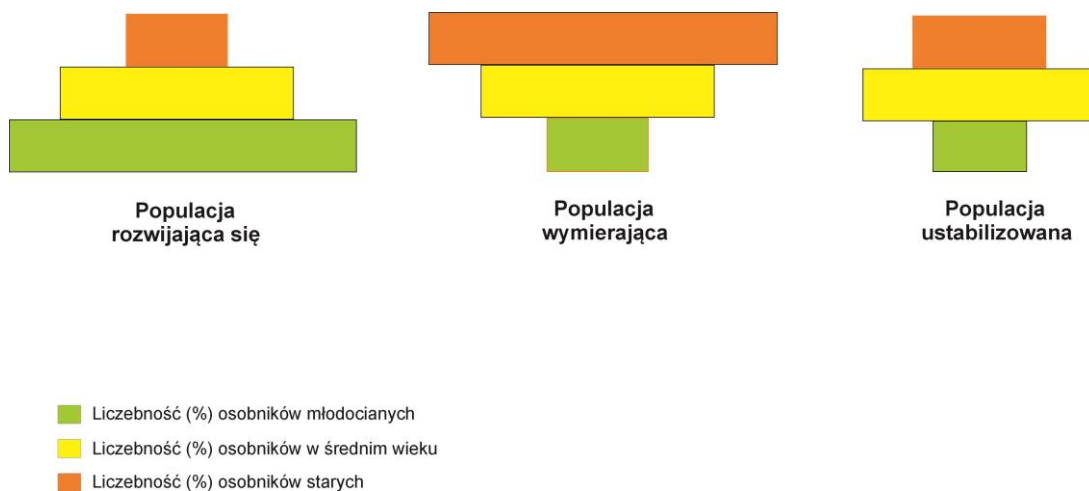
a) **rozrodczość** – to liczba potomstwa pojawiającego się w określonym czasie; zależy od składu płciowego (np. liczby samic i samców zdolnych do rozrodu) i warunków środowiska. Wyróżnia się dwa typy strategii rozrodczej:

- **strategia typu K** (jakościowa) – jest charakterystyczna dla większości ssaków oraz ptaków (wydają nieliczne potomstwo i opiekują się nim do osiągnięcia dojrzałości); jest skuteczna w środowiskach o dużej stabilności i przewidywalności warunków,
- **strategia typu r** (strategia ilościowa) - jest obserwowana u roślin oraz większości bezkręgowców (szybko osiągają wiek rozrodczy i wydają dużą ilość potomstwa, nie dbając o jego dalsze losy); jest skuteczna w środowiskach niestabilnych.

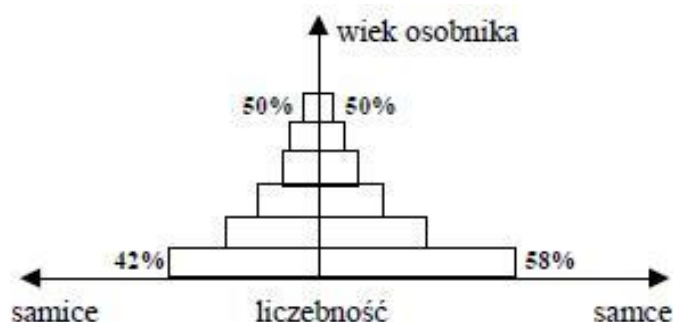
b) **śmiertelność** - jest to liczba osobników danej populacji ubywająca w określonym czasie:

- śmiertelność ekologiczna – ubytek osobników w określonych warunkach środowiskowych (np. w wyniku katastrof środowiskowych lub działania pasożytów i drapieżników),
- śmiertelność fizjologiczna – wynika bezpośrednio ze starzenia się organizmów.

c) **struktura wiekowa** - zróżnicowanie osobników populacji pod względem wieku; jest przedstawiana w postaci piramid wieku (Rysunek 2) i **struktura płciowa** – zależy od proporcji liczebności osobników męskich i żeńskich w danym przedziale czasowym (Rysunek 3).



Rysunek 2. Struktury wiekowe typowe dla populacji w różnych etapach rozwoju.

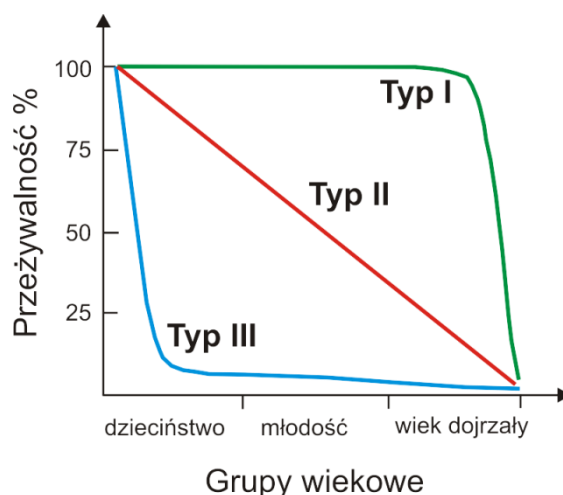


Rysunek 3. Struktura płci populacji.

Przeżywalność osobników w poszczególnych grupach wiekowych przedstawia się graficznie w postaci **krzywych przeżywania** (Rysunek 4):

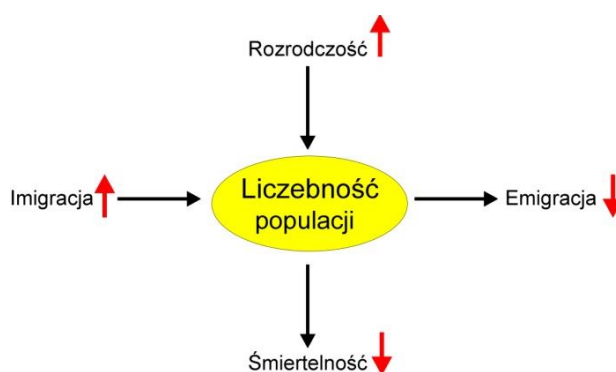
- **typ I (krzywa wypukła)**: mała śmiertelność potomstwa w pierwszym okresie życia i stopniowe zwiększanie się śmiertelności w klasach osobników najstarszych (np. ssaki, w tym człowiek),
- **typ II (krzywa nachylona jednostajnie)**: stałe tempo wymierania w ciągu całego okresu życia organizmów; nie zależy od wieku (np. stułbia),

- o **typ III (krzywa wklęsła)**; śmiertelność największa wśród najmłodszych klas wiekowych; do okresu starości dożywają tylko nieliczne osobniki (np. ryby, bezkręgowce).



Rysunek 4. Modelowe krzywe przeżywania.

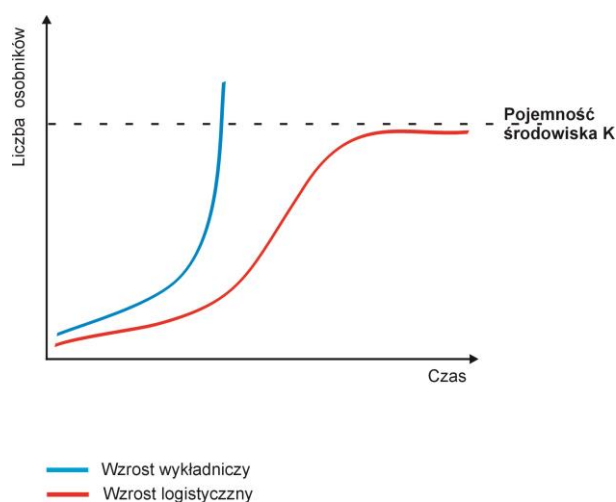
- d) liczebność** - liczba wszystkich osobników należących do populacji zasiedlającej określony obszar; zależy od rozrodczości, śmiertelności i migracji (emigracja, imigracja).



Rysunek 5. Czynniki wpływające na liczebność populacji.

Wyróżnia się dwa modele wzrostu liczebności populacji:

- wzrost wykładniczy – populacja powiększa się w stałym tempie w środowisku o nieograniczonych zasobach (krzywa w kształcie litery **J**; jest to wzrost „teoretyczny”),
- wzrost logistyczny - populacja powiększa się w stałym tempie, ale jej wzrost ograniczany jest zasobami środowiska (krzywa esowata). Maksymalną liczebność populacji określa się jako **pojemność środowiska K** (tzw. opór środowiska).



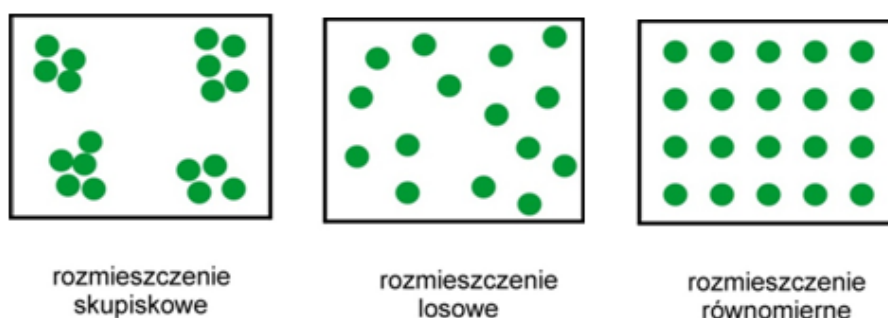
Rysunek 6. Typy wzrostu liczebności populacji.

e) **zagęszczenie** - liczba osobników populacji przypadających na jednostkę przestrzeni (powierzchni lub objętości); nadmierne zagęszczenie może prowadzić do negatywnych skutków - autointoksykacji (patrz interakcje wewnątrzgatunkowe antagonistyczne),

f) **rozmieszczenie osobników w populacji:**

- skupiskowe – osobniki tworzą grupy różnej wielkości: stada (np. wilki, dziki, sarny), kolonie (np. bakterie, niektóre glony), kępy roślin (np. turzycy *Carex* sp.),

- losowe – rozmieszczenie każdego osobnika nie zależy od pozycji innego w obrębie tego samego gatunku (występuje rzadko, np. mniszek lekarski *Taraxacum officinale* rosnący na trawniku),
- równomierne – każdy osobnik dysponuje określonym terytorium (np. kolonie lęgowe pingwinów).



Rysunek 7. Typy rozmieszczenia osobników w obrębie zasięgu geograficznego populacji.

g) struktura genetyczna (zajęcia nr 9).

Interakcje wewnątrzgatunkowe (Tabela 1)

to wzajemne oddziaływania osobników należących do jednego gatunku. Wyróżnia się :

a) interakcje antagonistyczne - przynoszą negatywne skutki dla osobników:

- **autointoksykacja** - samozatrucie populacji produktami przemiany materii (np. fitoplankton produkuje substancje, które hamują jego wzrost),
- **eksploatacja** - bezpośrednia walka o byt (np. zjadanie mniejszych osobników własnego gatunku-kanibalizm),
- **konkurencja** - pośrednia walka o byt (np. o przestrzeń, pokarm, warunki do rozrodu).

b) interakcje protekcyjnistyczne – przynoszą korzyści osobnikom tego samego gatunku :

- **allelokataliza** - wzajemne pobudzanie się osobników do rozrodu i rozwoju poprzez produkty przemiany materii (np. nicienie i stawonogi wydzielają feromony),

- o **kooperacja** - współpraca organizmów związana z rozrodem (np. opieka nad potomstwem) lub niezwiązana z rozrodem (np. podział funkcji w społeczności pszczoł).

Tabela 1. Interakcje wewnątrzgatunkowe.

Interakcje wewnątrzgatunkowe	
Antagonizm (-)	Protekcjonizm (+)
autointoksykacja	allelokataliza
eksploatacja	kooperacja
konkurencja	
(-) – hamowanie wzrostu populacji (+) – przyspieszanie wzrostu populacji	

Interakcje międzygatunkowe (Tabela 2)

to wzajemne oddziaływania osobników należących do różnych gatunków. Wyróżnia się :

a) **interakcje protekcjonistyczne** – gatunki występują na określonej przestrzeni z korzyścią przynajmniej dla jednego z nich:

- o **foreza** - bierne przenoszenie przedstawicieli jednego gatunku przez osobniki drugiego (np. mucha domowa *Musca domestica* na odnóżach przenosi formy rozwojowe pasożytów człowieka; cysty protistów, jaja tasiemców, nicieni),
- o **synoikia** - współzamieszkiwanie różnych dwóch gatunków w tym samym miejscu i zupełny brak zależności między nimi (np. występowanie w kolonii gąbek różnych gatunków ryb),
- o **epioikia** – osiedlanie się jednego gatunku na innym gatunku (np. epifity zasiedlające korę drzew),
- o **endoikia** – osiedlanie się jednego gatunku wewnątrz ciała innego gatunku (np. pasożyty występujące w układzie pokarmowym człowieka),
- o **komensalizm** (współbiednictwo) – interakcja przynosi korzyść dla jednej populacji, dla drugiej jest to obojętne (np. bakterie i grzyby na skórze człowieka),

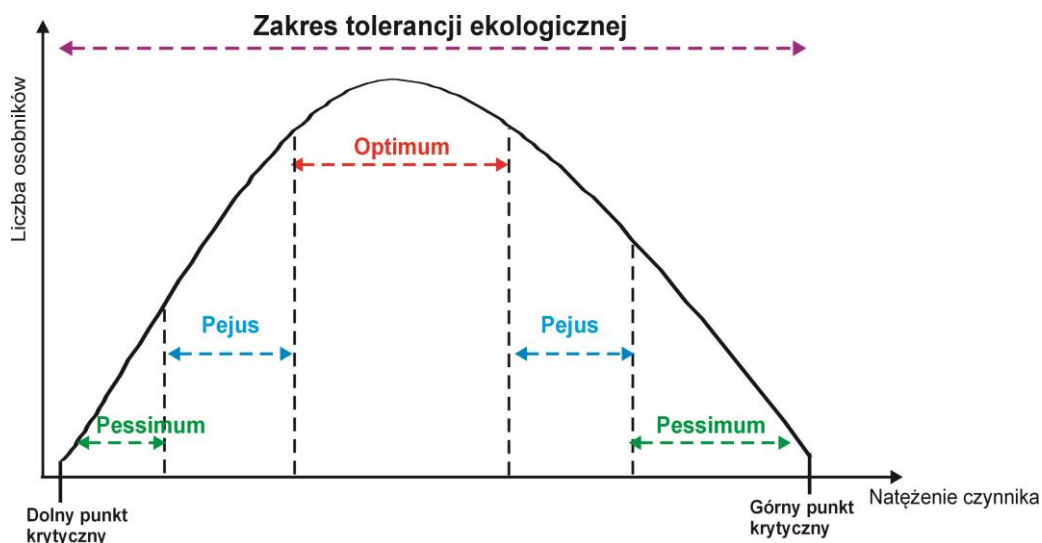
- **protokooperacja** – współzycie dwóch różnych gatunków zwiększające szanse przeżycia obu gatunków, które jednak nie jest niezbędne do rozwoju i reprodukcji każdego z nich (np. bąkojady usuwające pasożyty ze skóry bawoła),
 - **mutualizm** – współzycie dwóch gatunków przynoszące obustronne korzyści, niezbędne dla tych gatunków (np. pałeczka okrężnicy *Escherichia coli* produkująca witaminy w jelicie grubym człowieka; orzęski rozkładające celulozę w żołądku przeżuwaczy).
- b) interakcje neutralistyczne** – populacje różnych gatunków nie oddziałują na siebie bezpośrednio:
- **koegzystencja** – współlistnienie dwóch gatunków w tym samym ekosystemie; jeden nie oddziałuje na drugi (np. rośliny koegzystują z drapieżcami),
 - **saprobioza** – odżywanie się szczątkami martwych organizmów (np. niektóre bakterie, grzyby),
- c) interakcje antagonistyczne** – prowadzą do obustronnych szkód:
- **antybioza** (amensalizm) – populacja jednego gatunku hamuje rozwój populacji drugiego gatunku poprzez własne metabolity (np. grzyby produkujące penicylinę hamują rozwój bakterii; cyjanobakterie *Anabaena* wytwarzają anatoksynę, powodującą silne zatrucia u człowieka),
 - **konkurencja** – dwa gatunki zajmujące wspólną niszę ekologiczną współzawodniczą o te same zasoby środowiska (np. różne gatunki roślinożerców występujące w tym samym ekosystemie),
 - **drapieżnictwo** – osobniki jednego gatunku (drapieżcy) żywią się osobnikami innego gatunku (ofiary),
 - **pasożytnictwo** – trwały związek między dwoma gatunkami o charakterze obligatoryjnym (pasożyt jest całkowicie zależny metabolicznie od żywiciela).

Tabela 2. Interakcje międzygatunkowe.

Neutralizm	Antagonizm	Protekcjonizm
koegzystencja (0,0) saprobioza (0,0)	antybioza (0,-) konkurencja (-,-) eksploatacja (+,0)	foreza (+,0) synoikia (+,0) epioikia (+,0) endoikia (+,0) komensalizm (+,0) mutualizm (+,+)
<p>(0,0) brak oddziaływań między populacjami dwóch gatunków (0,-) brak oddziaływania na pierwszy gatunek, hamowanie wzrostu populacji drugiego gatunku (-,-) hamowanie wzrostu populacji obu gatunków (+,0) przyspieszanie wzrostu populacji pierwszego gatunku, brak oddziaływania na drugi gatunek (+,+) przyspieszanie wzrostu populacji obu gatunków</p>		

Tolerancja ekologiczna – prawo Shelforda (Rysunek 8)

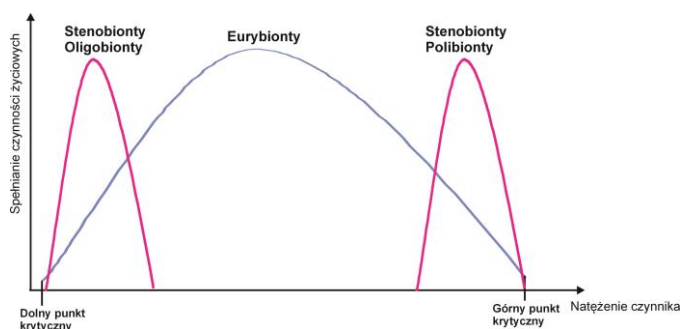
określa zakres możliwości adaptacyjnych organizmu do zmieniającego się środowiska w odniesieniu do poszczególnych czynników (np. temperatury, dostępności pożywienia i wody, ilości światła). Minimalna wartość progowa danego czynnika, warunkująca jeszcze przeżycie organizmu to **dolny punkt krytyczny**, natomiast maksymalna wartość danego czynnika, pozwalająca na przetrwanie organizmu to **górny punkt krytyczny**. **Strefa optimum** obejmuje najkorzystniejsze wartości czynnika dla rozwoju i rozrodu osobnika. W **strefie pejus** organizm rozwija się prawidłowo, ale posiada pewne ograniczenia (np. nie rozmnaża się). W pobliżu punktów krytycznych w **strefie pessimum** obserwuje się znaczne obniżenie sprawności lub aktywności organizmu.



Rysunek 8. Krzywa zakresu tolerancji ekologicznej organizmu.

Różne gatunki wykazują odmienną tolerancję względem tego samego czynnika (Rysunek 9):

- o **eurybionty** – gatunki wykazujące szeroki zakres tolerancji względem danego czynnika środowiska,
- o **stenobionty** – gatunki wykazujące wąski zakres tolerancji: **polibionty** preferują wysokie wartości danego czynnika; **oligobionty** preferują niskie wartości czynnika. Niektóre oligobionty są wykorzystywane do oceny stanu środowiska (np. porosty epifityczne i niektóre gatunki mszaków są bioindykatorami stopnia zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki).



Rysunek 9. Krzywe zakresów tolerancji ekologicznej różnych gatunków.

II. Część praktyczna

1. Na podstawie danych liczbowych dotyczących różnych populacji ludzkich uczniowie określają i przedstawiają graficznie strukturę wiekowo-płciową.
2. Uczniowie rozwiązują zadania maturalne dotyczące populacji jako jednostki ekologicznej.

Zadanie 1

Spośród zestawów organizmów A-D wybierz i zaznacz ten, który jest przykładem interakcji nieantagonistycznych między populacjami różnych gatunków.

- A. jemioła - topola
- B. ukwiał - krab pustelnik
- C. kleszcz - borsuk
- D. żyto - chaber

Zadanie 2

Zanzibar - afrykańska wyspa na Oceanie Indyjskim jest jedynym miejscem na świecie, gdzie występuje mała wąskonos: gereza czerwona (*Piliocolobus kirkii*), zagrożona wyginięciem. Populacja małp licząca obecnie 2 tys. osobników zamieszkuje na wyspie rezerwat Jozani Forest o powierzchni 36 km². Gerezy żyją w grupach rodzinnych zawierających ok. 40 osobników, wśród których występują najczęściej cztery dorosłe samce.

Na podstawie: <http://glow.pl/galerie/przyroda/jozani-forest-rezerwat>

Spośród podanych cech populacji (A–E) wybierz i zaznacz dwie, które można określić na podstawie informacji dotyczących populacji gerezy czerwonej, podanych w tekście.

- A. rozrodczość
- B. zagęszczenie
- C. struktura płciowa
- D. struktura wiekowa
- E. typ struktury przestrzennej

Zadanie 3

Przykładem współżycia opartego na obustronnej korzyści jest symbioza niektórych gatunków akacji i żyjących na nich mrówek. Akacje mają duże, wypełnione miękką tkanką ciernie, w których mrówki drążą komory mieszkalne. Dla mrówek podstawowym źródłem białka i tłuszczu są specjalne ciała wyrastające na zakończeniach pierzastych liści akacji, a źródłem cukru - wydzielina powstająca u nasady jej ogonków liściowych. Mrówki patrolują liście oraz gałęzie akacji i atakują każdego roślinożercę próbującego zjadać liście lub korę drzewa,

niszczą również każdą obcą roślinę dotykającą drzewa akacjowego, oczyszczają też z roślinności powierzchnię ziemi wokół drzewa, na którym żyją.

Na podstawie informacji z tekstu wymień dwie korzyści odnoszone przez populację mrówek w opisanej symbiozie.

Zadanie 4

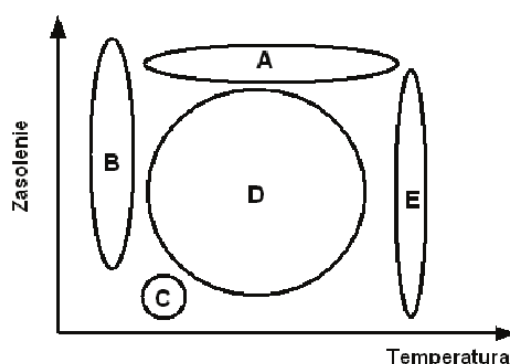
Liczebność populacji ulega zmianom.

Uzupełnij schemat, wpisując w miejsca oznaczone numerami 2 i 3 odpowiednie określenia dotyczące regulacji liczebności populacji.



Zadanie 5

Organizmy charakteryzują się różnym zakresem tolerancji na czynniki środowiska. Na schemacie przedstawiono zakresy tolerancji pięciu gatunków żyjących w środowisku wodnym (A, B, C, D oraz E) na dwa czynniki środowiska - temperaturę oraz zasolenie.



Określ, wpisując oznaczenia literowe, który gatunek jest

- stenobiontem pod względem obydwu czynników
- eurybiontem pod względem obydwu czynników

Zadanie 6

Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Komensalizm to zależność międzygatunkowa, w której

- A. obydwa gatunki czerpią korzyści, ale mogą funkcjonować samodzielnie.
- B. jeden gatunek czerpie korzyści, a drugi ani nie korzysta, ani nie traci.
- C. jeden gatunek ponosi straty, a drugi ani nie korzysta, ani nie traci.
- D. jeden gatunek czerpie korzyści, a drugi ponosi straty.