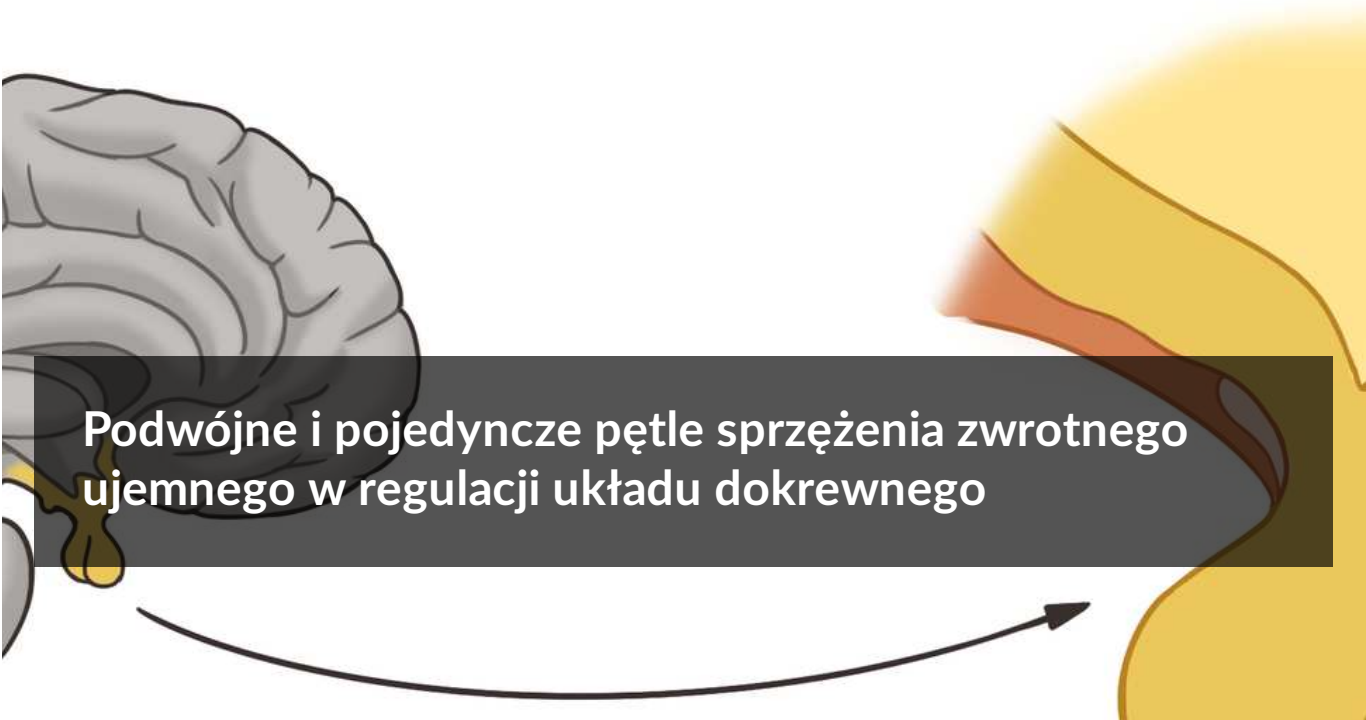




## Podwójne i pojedyncze pętle sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji układu dokrewnego

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Podwójne i pojedyncze pętle sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji układu dokrewnego

Przysadka mózgowa odgrywa szczególnie istotną rolę w regulacji czynności układu dokrewnego. Jej przedni płat produkuje i wydziela hormony tropowe, które pobudzają gruczoły obwodowe do wydzielania właściwych im hormonów.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., na podstawie: Neil Campbell i in., *Biologia*, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2016, licencja: CC BY-SA 3.0.

Układ dokrewny uczestniczy w utrzymaniu homeostazy przez regulowanie podstawowych procesów życiowych organizmu. Układ hormonalny, kontrolując dzięki wydzielanym hormonom: szybkość reakcji biochemicznych, aktywność enzymów i skład płynów ustrojowych, wywołuje zmiany morfologiczne i funkcjonalne w tkankach. W tym celu muszą istnieć precyzyjne mechanizmy kontroli czynności endokrynej gruczołów.

### Twoje cele

- Wymienisz trzy mechanizmy kontroli czynności hormonalnej organizmu.
- Opiszysz rolę przysadki w regulowaniu aktywności hormonalnej gruczołów obwodowych.
- Określisz funkcje podwzgórza w regulowaniu aktywności hormonalnej przysadki.
- Scharakteryzujesz pojedynczą i podwójną pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego w regulacji czynności układu hormonalnego.

# Przeczytaj

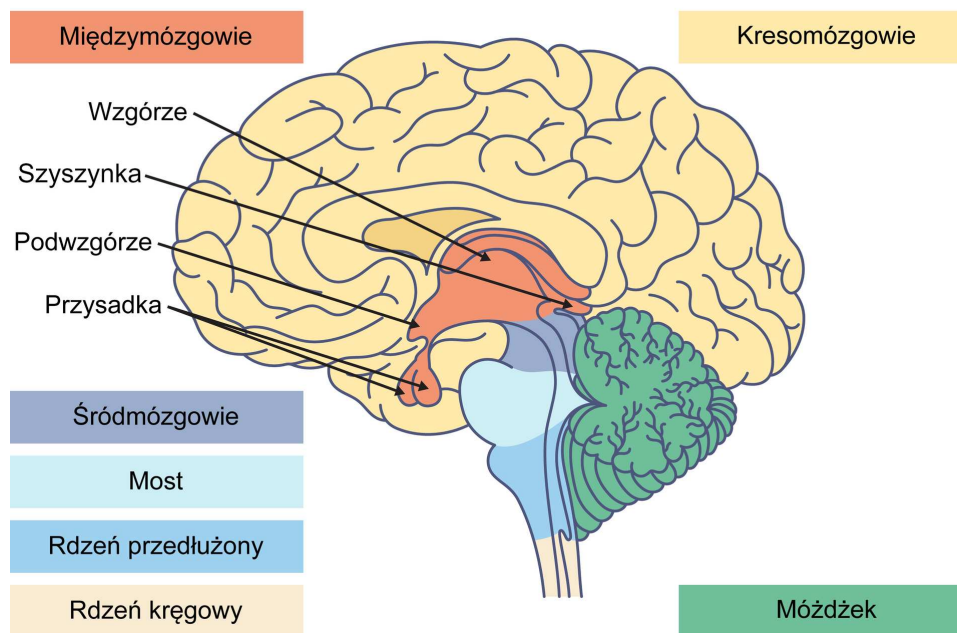
---

Czynność wydzielnicza gruczołów dokrewnych regulowana jest za pomocą złożonych mechanizmów, które dzielimy na trzy grupy: nerwowe, metaboliczne oraz hormonalne. Mechanizmy nerwowe związane są z wpływem **autonomicznego układu nerwowego** na aktywność hormonalną gruczołów, np. trzustki czy rdzenia nadnerczy. Regulacja metaboliczna wynika z bezpośredniego oddziaływania produktów przemian metabolicznych na wydzielanie hormonów – w ten sposób zachodzi np. regulacja wydzielania insuliny i glukagonu oraz zmienia się poziom glukozy w osoczu krwi. Natomiast mechanizmy hormonalne są związane z występowaniem pętli ujemnych sprzężeń zwrotnych, regulujących uwalnianie hormonów gruczołów obwodowych – przysadki mózgowej oraz podwzgórza.

## Hormony podwzgórza, przysadki i gruczołów obwodowych

Szczególnie istotną rolę w regulacji czynności układu dokrewnego odgrywa **przysadka mózgowa**. Jej przedni płat produkuje i wydziela **hormony tropowe** (tyreotropinę, kortykotropinę i gonadotropiny), które pobudzają gruczoły obwodowe (tarczycę, korę nadnerczy i gruczoły płciowe) do wydzielania właściwych im hormonów. Dzięki temu aktualne stężenie hormonu tropowego w osoczu krwi reguluje aktywność wydzielniczą obwodowego gruczołu endokrynnego.

Drugim elementem, związanym z kontrolą czynności wewnątrzwydzielniczej organizmu jest aktywność endokrynną **podwzgórza**. W tej strukturze **międzymózgowia** zlokalizowane są neurony, które syntetyzują hormony sterujące pracą przysadki mózgowej. Należą do nich **liberyny** (podwzgórzowe czynniki stymulujące uwalnianie hormonów przysadki) oraz **statyny** (podwzgórzowe czynniki hamujące uwalnianie hormonów przysadki). Dzięki produkcji i wydzielaniu statyn i liberyn, podwzgórze sprawuje nadrzędną funkcję kontrolną nad aktywnością endokrynną organizmu.



Schemat budowy mózgu człowieka z zaznaczoną lokalizacją podwzgórza.

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

## Pojedyncze i podwójne pętle sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji czynności układu dokrewnego

### Pojedyncze pętle ujemnego sprzężenia zwrotnego

Podstawą działania układu pojedynczej pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego jest interakcja zachodząca pomiędzy przysadką mózgową, a gruczołem obwodowym (tarczycą, korą nadnerczy, gonadami). Hormony tropowe przysadki wpływają pobudzająco na czynność wydzielniczą gruczołów obwodowych, prowadząc do sekrecji hormonów. Z kolei podwyższenie stężenia hormonu gruczołu obwodowego w osoczu hamuje czynność wydzielniczą przysadki. Prowadzi to do hamowania wydzielania hormonu tropowego przez przysadkę i – w efekcie – zmniejsza sekrecję hormonu gruczołu obwodowego. Gdy jednak poziom w osoczu hormonu wydzielanego przez gruczoł obwodowy staje się zbyt niski, przysadka (niehamowana już na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego), zwiększa wydzielanie hormonu tropowego, pobudzając gruczoł obwodowy.

### Podwójne pętle ujemnego sprzężenia zwrotnego

## Słownik

autonomiczny układ nerwowy

część układu nerwowego unerwiająca narządy wewnętrzne, która nie podlega świadomej kontroli. Dzieli się na układ współczulny i przywspółczulny

### **hormony tropowe**

hormony przedniego płata przysadki mózgowej, których funkcją jest kontrola czynności wydzielniczej gruczołów obwodowych. Do hormonów tropowych zalicza się tyreotropinę, kortykotropinę oraz gonadotropiny

### **liberyny**

podwzgórzowe hormony pobudzające uwalnianie hormonów tropowych przysadki

### **międzymózgowie**

część mózgu kręgowców, której głównymi strukturami są wzgórze oraz podwzgórze

### **statyny**

podwzgórzowe hormony hamujące uwalnianie hormonów tropowych przysadki

Trwa wczytywanie danych ..



## Podwójne i pojedyncze pętle sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji czynności układu dokrewnego



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1I3hdbXcLv1c>

Podwójne i pojedyncze pętle sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji czynności układu dokrewnego.

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

Film opisuje podwójne i pojedyncze pętle sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji czynności układu dokrewnego.

---




Polecenie 1

Polecenie 2



# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Przyporządkuj prawidłowe opisy do wymienionych poniżej mechanizmów regulacji czynności wydzielniczej gruczołów dokrewnych.

wpływ autonomicznego układu nerwowego na aktywność hormonalną gruczołów. Np. stymulacja wydzielania soków trawiennych w układzie pokarmowym przez przywspółczulny układ nerwowy, występowanie pętli ujemnych lub dodatnich sprzężeń zwrotnych. Np. hamowanie wydzielania tyreotropiny (hormonu przysadki) przez wysokie stężenia tyroksyny (hormonu tarczycy), bezpośrednie oddziaływanie produktów metabolicznych na wydzielanie hormonów. Np. regulacja wydzielania insuliny i glukagonu przez zmiany poziomu glukozy w osoczu krwi

<b>regulacja nerwowa</b>	
<b>regulacja metaboliczna</b>	
<b>regulacja hormonalna</b>	

## Ćwiczenie 2



Oceń i zaznacz czy podane stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Utrzymanie homeostazy i podstawowych funkcji życiowych człowieka jest niezależne od regulacji hormonalnej układu dokrewnego.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Przysadka pełni funkcję nadrzędną nad wszystkimi innymi strukturami wydzielniczymi organizmu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Podwzgórze bezpośrednio reguluje czynność gruczołów obwodowych.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Najważniejsze gruczoły obwodowe układu dokrewnego, których aktywność jest regulowana przez podwzgórze i przysadkę, to tarczyca, kora nadnerczy i gruczoły płciowe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sygnały o obwodowym stężeniu hormonu we krwi przesyłane są	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

jedynie za pomocą  
autonomicznych  
nerwów obwodowych.

### Ćwiczenie 3



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., na podstawie: Neil Campbell i in., *Biologia*, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2016, licencja: CC BY-SA 3.0.

### Ćwiczenie 4



Na podstawie tekstu z części Przeczytaj, oraz własnej wiedzy, uzupełnij tabelę, przeciągając w odpowiednie miejsca hasła podane poniżej.

**Lokalizacja, Wydzielane grupy hormonów, Przykłady wydzielanych hormonów, Pobudzone struktury, Inne funkcje, dół kostny – „siodło tureckie”**

	Przysadka	Podwzgórze
Lokalizacja	dół kostny – „siodło tureckie”	
Wydzielane grupy hormonów		
Przykłady wydzielanych hormonów		
Pobudzone struktury		
Inne funkcje		

## Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, wybierając prawidłowe sformułowania spośród podanych propozycji.

Sprzężenie zwrotne to rodzaj patologicznego mechanizmu fizjologicznego mechanizmu regulacyjnego, w którym produkty końcowe substraty procesu wpływają na jego sygnały wyjściowe produkty końcowe. Obecność tych mechanizmów w układzie dokrewnym człowieka pozwala na otrzymywanie informacji o stężeniu tempie produkcji hormonów w organizmie przez nadrzędne obwodowe ośrodki sterujące wydzielaniem. Umożliwia to zwiększenie wydajności samoregulację systemu. Podstawą działania systemu sprzężeń zwrotnych są pętle pojedyncze impulsacje autonomicznego układu nerwowego. Przykładem takiej pętli jest interakcja przysadki i koryrdzenia nadnerczy w regulacji stężenia kortykosteroidów w ciele człowieka. Przysadka pełni nadrzędną funkcję ośrodkową obwodową, natomiast nadnercza są gruczołami ośrodkowymi obwodowymi. Przysadka Podwzgórze wydziela hormon tropowy – ACTH, który pobudza nadnercza do wydzielania kortykosteroidów liberyn. Hormony te przedostają się do autonomicznego układu nerwowego krwiobiegu, a ich zwiększone stężenie zwrotnie hamuje pobudza wydzielanie ACTH. Mniejsze stężenie ACTH zmniejsza zwiększa pobudzenie wydzielnicze nadnerczy i prowadzi do spadku wzrostu stężenia kortykosteroidów w organizmie. W dalszym etapie, gdy poziom hormonów obwodowych stanie się zbyt niski, zostanie zniesiona ich funkcja hamująca pobudzająca i ponownie zwiększy się zmniejszy się wydzielanie hormonu tropowego z następowym zahamowaniem pobudzeniem gruczołu obwodowego.

## Ćwiczenie 6

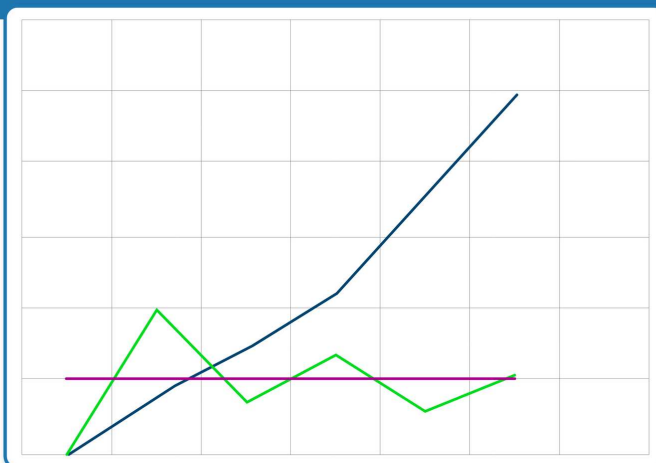


## Ćwiczenie 7



„Ujemne sprzężenie zwrotne jest najczęściej spotykanym sposobem utrzymania homeostazy hormonalnej organizmu. W najszerszym ujęciu polega ono na tym, że wydzielanie hormonu jest hamowane przez efekty fizjologiczne jego działania (wykrywane przez specjalne układy receptorowe). Dodatkowo sprzężenia zwrotne występują rzadko, są ograniczone w czasie i zaprojektowane na kulminację, która zarazem kończy ich działanie. Procesy, w których biorą udział dodatnie sprzężenia zwrotne to m.in. owulacja, ejakulacja i laktacja. Jednak po osiągnięciu tych efektów całość czynności endokrynnej organizmu jest przywracany do normy (czyli do dominacji ujemnych sprzężeń zwrotnych) na czas potrzebny do regeneracji zasobów”.

Wykres stężenia hormonów, względem poziomu homeostatycznego, w odpowiedzi na pozytywną i negatywną pętlę sprzężenia zwrotnego.



— Pętla pozytywna

— Pętla negatywna

— Poziom homeostatyczny

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

Źródło: *Fizjologia układu wydzielania wewnętrznego – pojęcia ogólne, podwzgórze, przysadka, tarczyca, nadnercza, podstawy regulacji gospodarki wapniowo-fosforanowej*, Katedra i Zakład Patologii Ogólnej i Doświadczalnej <https://pathology.wum.edu.pl>.

## Ćwiczenie 8



Test hamowania deksametazonem służy do diagnostyki przyczyn hiperkortyzolemii, czyli nadmiernego wydzielania kortykosterydów przez korę nadnerczy. Gdy przyczyną hiperkortyzolemii jest choroba nadnerczy, wówczas mówi się o zespole Cushinga, jeśli – przysadka mózgowa, wpływająca na produkcję hormonów w nadnerczach – o chorobie Cushinga. Polega (test – przyp. red.) na doustnym przyjęciu najczęściej 1 mg deksametazonu przed snem, o godz. 23–24 i pomiarze stężenia kortyzolu w surowicy następnego dnia na czczo między 8. a 9.

Źródło: <https://diag.pl>.

Deksametazon to syntetyczny hormon kory nadnerczy z grupy glikokortykosteroidów (...).

Źródło: *Charakterystyka produktu leczniczego, Pabi-Dexamethason, 500 mikrogramów (µg), tabletki;*

<https://pub.rejestrymedyczne.csioz.gov.pl>.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat: Podwójne i pojedyncze pętle sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji układu dokrewnego**

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

**Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

6. Regulacja hormonalna. Uczeń:

3) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki);

4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad);

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

5) Regulacja hormonalna. Uczeń:

d) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki),

e) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad),

**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 trzy mechanizmy kontroli czynności hormonalnej organizmu.
- Opiszysz rolę przysadki w regulowaniu aktywności hormonalnej gruczołów obwodowych.
- Określisz funkcje podwzgórza w regulowaniu aktywności hormonalnej przysadki.
- Scharakteryzujesz pojedynczą i podwójną pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego w regulacji czynności układu hormonalnego.

### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- film samouczek;
- mapa myśli.

### **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;
- arkusze papieru A1, flamastry.

### **Przed lekcją:**

1. Uczniowie zapoznają się z treścią 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, jakie istnieją trzy mechanizmy kontroli czynności hormonalnej organizmu i czym się charakteryzują.

## Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimediuum zawarte w sekcji „Film samouczek”.
2. **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 – rola przysadki w regulowaniu aktywności hormonalnej gruczołów obwodowych  
Grupa II – funkcje podwzgórza w regulowaniu aktywności hormonalnej przysadki  
Grupa III – charakterystyka pojedynczej i podwójnej pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego w regulacji czynności układu hormonalnego z przykładami  
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.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 7 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, odnosząc się do tekstu źródłowego, dlaczego ujemne sprzężenia zwrotne są spotykane w fizjologii znacznie częściej niż dodatnie), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.
4. Uczniowie wykonują w parach ćwiczenie nr 8 (dotyczące wpływu testu hamowania deksametazonem na stężenie kortyzolu), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Podczas wspólnych dyskusji rozwiązują zadanie, następnie łączą się z inną parą i kontynuują swoją dyskusję, uzasadniając swój wybór.

## Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 2 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

**Praca domowa:**

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

**Materiały pomocnicze:**

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

**Dodatkowe wskazówki metodyczne:**

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium z sekcji „Film samouczek” w celu przygotowania się do lekcji powtórkowej.