

Budowa, działanie i funkcje enzymów

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



Budowa, działanie i funkcje enzymów

Ananasy zawierają bromelinę – enzym proteolityczny rozkładający wiązania peptydowe w cząsteczkach białek. Z tego powodu świeże kawałki ananasa nie nadają się do przygotowania deserów, których podstawą jest galaretka: żelatyna wchodząca w skład galaretki jest białkiem rozpuszczalnym w wodzie, które w odpowiednich warunkach żeluje i doprowadza do jej tężenia. Bromelina zaś rozkłada żelatynę, co sprawia, że galaretka pozostaje w stanie płynnym.

Źródło: Security, Pixabay, domena publiczna.

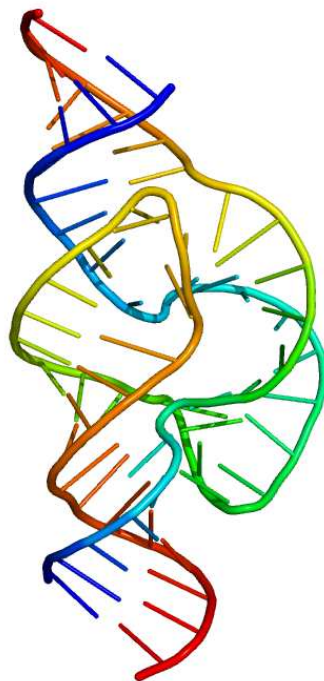
Enzymy są zdolne do przyspieszania reakcji chemicznych w układach biologicznych. Reakcje metaboliczne katalizowane przez enzymy przebiegają miliony razy szybciej niż te same reakcje zachodzące bez ich udziału. Jednym z najszybciej działających enzymów jest anhidraza węglanowa – występuje ona m.in. w erytrocytach, gdzie katalizuje reakcję uwodnienia dwutlenku węgla, w wyniku czego powstaje jon wodorowęglanowy. Reakcja katalizowana przez anhidrazę węglanową przebiega w tempie jednego miliona uwodnionych cząsteczek dwutlenku węgla w ciągu 1 sekundy. Ta sama niekatalizowana reakcja zachodzi spontanicznie w tempie jednej uwodnionej cząsteczki dwutlenku węgla w ciągu 10 sekund. W jaki sposób pozostałe enzymy wpływają na przebieg reakcji chemicznych zachodzących w organizmie?

Twoje cele

- Opiszysz budowę enzymu.
- Omówisz przebieg reakcji chemicznej z udziałem biokatalizatora.
- Scharakteryzujesz funkcje głównych klas enzymów.

Przeczytaj

[Enzymy](#) to makrocząsteczki biologiczne pełniące funkcję [katalizatorów](#), czyli czynników chemicznych przyspieszających przebieg reakcji chemicznych, podczas których same nie ulegają zużyciu. Zdecydowaną większość enzymów stanowią [białka](#), ale istnieją również cząsteczki RNA wykazujące właściwości katalityczne. Enzymy występują we wszystkich komórkach organizmów żywych oraz wirusach.



Rybozym typu *hammerhead* – cząsteczka kwasu rybonukleinowego (RNA) zdolna do katalizowania niektórych reakcji chemicznych. Rybozomy uczestniczą m.in. w syntezie i w obróbce potranslacyjnej białek.

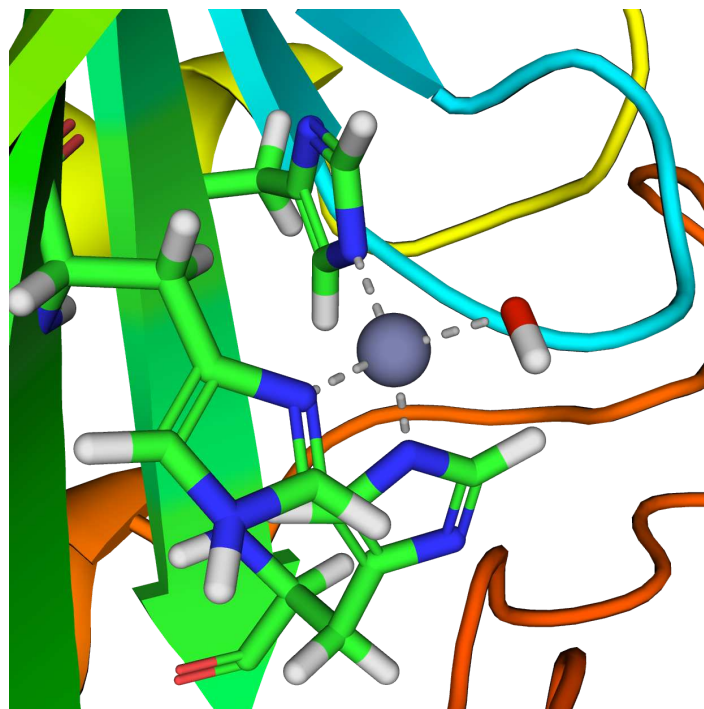
Źródło: Wgscott, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Budowa enzymów

Pod względem chemicznym enzymy to przede wszystkim [białka](#) zbudowane z co najmniej kilkudziesięciu aminokwasów. Nieliczne [biokatalizatory](#) są białkami prostymi, czyli takimi, które zawierają wyłącznie aminokwasy – należy do nich np. pepsyna,

która jest produkowana przez ścianę żołądka i wydzielana do światła narządu, gdzie uczestniczy w trawieniu białek. Większość enzymów to **białka złożone** (holoenzymy), które składają się z **części białkowej** (apoenzymu) i **części niebiałkowej** (kofaktoru). Kofaktory, które łączą się nietrwale z apoenzymem to tzw. **koenzymy**. Należą do nich np. witaminy lub pochodne nukleotydów. Kofaktorami łączącymi się trwale z apoenzymem za pomocą wiązań kowalencyjnych są jony metali (np. Zn^{2+} , Mg^{2+}) lub drobne cząsteczki organiczne tzw. **grupy prostetyczne** – np. pochodne witamin. Niezależnie od sposobu połączenia się kofaktora z apoenzymem jest on elementem niezbędnym, nadającym części białkowej aktywność enzymatyczną.

Wszystkie enzymy łączy jedna cecha budowy – obecność tzw. centrum aktywnego, przez które białko enzymatyczne łączy się z substratem reakcji chemicznej. Centrum aktywne enzymu tworzone jest przez kilka grup funkcyjnych aminokwasów. Łączą się one z substratem za pomocą nietrwałych, słabych wiązań (wodorowych, jonowych, oddziaływań hydrofobowych i sił van der Waalsa).



Model fragmentu cząsteczki ludzkiego enzymu anhidrazy węglanowej z widocznym centrum aktywnym. Tworzą je trzy reszty histydyny (zielono-niebieskie), grupa hydroksylowa (biało-czerwona) i jon cynku (zaznaczony na szaro), będący kofaktorem tego enzymu.

Źródło: N/A, PDB, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Działanie enzymów

Budowa enzymów ma kluczowe znaczenie dla pełnionych przez nie funkcji katalitycznych. W układach biologicznych enzym łączy się z substratem przez centrum aktywne, tworząc **kompleks enzym-substrat**. Powstanie takiego połączenia determinuje zmianę kształtu enzymu, co wytwarza odpowiednie warunki do zajścia reakcji. Pojawiają się napięcia w odpowiednich wiązaniach cząsteczki substratu, w wyniku czego dochodzi do ich zerwania, lub następuje zbliżenie i odpowiednie ustawienie substratów, które ze sobą reagują. Zerwanie jednych wiązań i utworzenie nowych skutkuje powstaniem kompleksu enzym-produkt. Nowy związek chemiczny ma mniejsze powinowactwo do enzymu, dlatego kompleks enzym-produkt rozpada się i dochodzi do zwolnienia centrum aktywnego. Enzym jest gotowy do przeprowadzenia kolejnej reakcji chemicznej.

Działanie enzymu opiera się więc na przyłączeniu odpowiedniego substratu do centrum aktywnego, które zbudowane jest z konkretnej sekwencji aminokwasów.

Bardziej szczegółowe informacje na temat mechanizmu działania enzymów znajdziesz [tutaj](#).

Klasyfikacja enzymów

W związku z ogromną różnorodnością enzymów zaistniała potrzeba ich generalnej klasyfikacji. Dokonała tego w roku 1984 Komisja Enzymatyczna, która opracowała system porządkowania enzymów ze względu na rodzaj katalizowanej reakcji chemicznej. Każdy enzym można zapisać w postaci ciągu czterech liczb oddzielonych kropką i poprzedzonych literami EC (od angielskiej nazwy tej komisji: Enzymatic Commission). Pierwsza, a zarazem najważniejsza liczba odpowiada klasie enzymu, a kolejne podklasom.

Słownik

białka

związki organiczne o charakterze polimerów, zbudowane z aminokwasów połączonych ze sobą wiązaniami peptydowymi i tworzącymi I-rzędową strukturę przestrzenną; struktury przestrzenne wyższych rzędów stabilizowane są wiązaniami wodorowymi, jonowymi i mostkami disiarczkowymi; synteza białek przebiega w błonach siateczki śródplazmatycznej; białka pełnią w organizmach różnorodne funkcje: strukturalne, enzymatyczne, regulacyjne, transportowe

biokatalizator

substancja, która katalizuje reakcje chemiczne zachodzące w organizmach żywych

centrum aktywne

część enzymu bezpośrednio zaangażowana w przebieg reakcji chemicznej; zawiera grupy funkcyjne kilku aminokwasów łączące się z substratem lub substratami za pomocą słabych wiązań niekowalencyjnych

enzym

biokatalizator; zazwyczaj białko, rzadziej cząsteczka RNA lub DNA; zdolny do obniżenia energii aktywacji i przyspieszenia przebiegu reakcji chemicznej

produkt

substancja chemiczna powstała w wyniku reakcji chemicznej

substrat

substancja chemiczna ulegająca przekształceniu w czasie reakcji chemicznej

Trwa wczytywanie danych..



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RHHtG6GCGEC3i>

Budowa, działanie i funkcje enzymów.

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

Film nawiązujący do treści materiału opisuje budowę, działanie i funkcje enzymów.

Polecenie 1

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



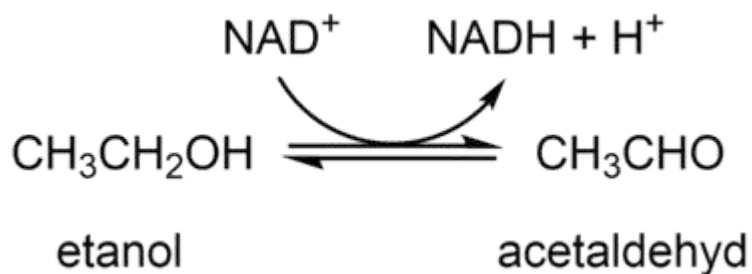
Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Enzym dehydrogenaza alkoholowa to ważne ogniwo wielu procesów metabolicznych, takich jak fermentacja alkoholowa czy detoksykacja alkoholu w organizmie. Występuje zarówno w komórkach prokariotycznych, jak i eukariotycznych. Współdziała z cząsteczką NAD^+ lub $\text{NADH} + \text{H}^+$ w zależności od kierunku przeprowadzanej reakcji, co ilustruje poniższy schemat:



Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Ćwiczenie 8



Dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy występuje w organizmach w kilku formach: NADH jest formą zredukowaną, a NAD^+ – formą utlenioną. Dodatkowo może być obecna grupa fosforanowa, połączona z dinukleotydem wiązaniem estrowym.

Powstający w ten sposób ester fosforanowy dinukleotydu NADP^+ i forma zredukowana NADPH zwiększa liczbę reakcji przeprowadzanych z jego udziałem. Formy NADP^+ i NADPH biorą udział m.in. w syntezie tlenku azotu, który w organizmie człowieka reguluje ciśnienie i krzepnięcie krwi. W procesie tym bierze udział enzym NOS (syntaza tlenku azotu), który nietrwale łączy się z wymienionymi nukleotydami.

Określ, jaką funkcję pełnią NADP^+ i NADPH w prawidłowym funkcjonowaniu enzymu NOS. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Budowa, działanie i funkcje enzymów

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

2. Enzymy. Uczeń:

- 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu;
- 2) wyjaśnia istotę katalizy enzymatycznej;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

3. Enzymy. Uczeń:

- 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu;
- 2) wyjaśnia, na czym polega swoistość substratowa enzymu oraz opisuje katalizę enzymatyczną;

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:

- Opiszysz budowę enzymu.
- Omówisz przebieg reakcji chemicznej z udziałem biokatalizatora.
- Scharakteryzujesz funkcje głównych klas enzymów.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- mapa pojęć;
- praca z tekstem.

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, flamastry.

Przed lekcją:

1. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z medium w sekcji „Animacja”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Uczniowie na podstawie informacji zawartych w animacji, z którą mieli się zapoznać przed lekcją, przygotowują w parach mapę pojęć dotyczącą tematu zajęć.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie przystępują do cichego czytania tekstu e-materiału. Indywidualnie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj” i zapisują w zeszyte minimum pięć pytań do tekstu. Uwaga: każde z pytań musi rozpoczynać się od słowa „dlaczego”. Następnie zadają swoje pytania dowolnie wybranej osobie i odpowiadają na pytania kolegi lub koleżanki.
2. **Praca z animacją pt. „Budowa, działanie i funkcje enzymów”.** Uczniowie wykonują indywidualnie polecenie nr 1 („Określ, jak nazywają się cząsteczki, które nie są enzymami, ale wykazują aktywność enzymatyczną. Opisz krótko ich budowę”) oraz polecenie nr 2 („Opisz, jaką rolę odgrywają enzymy w zachodzących reakcjach chemicznych”). Następnie porównują swoje odpowiedzi z osobą z pary. Wybrane osoby przedstawiają rozwiązanie na forum klasy.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie wykonują w parach ćwiczenie nr 6 (w którym mają za zadanie opisać, jaką reakcję katalizuje opisany enzym i do jakiej klasy można go zakwalifikować), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Podczas wspólnych dyskusji rozwiązują zadanie, następnie łączą się z inną parą i kontynuują swoją dyskusję, uzasadniając swój wybór.
4. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 7 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, dlaczego opisany enzym zalicza się do grupy oksydoreduktaz), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie weryfikują i w razie potrzeby uzupełniają mapy pojęć opracowane we wstępnej fazie lekcji.
2. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 5 (w którym mają zaznaczyć fałszywe stwierdzenie) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy zdania dotyczące tematu lekcji – jedno fałszywe i dwa prawdziwe – i proszą kolegę lub koleżankę, by wskazali, które stwierdzenie jest fałszywe.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 4 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Wykonaj ćwiczenie nr 8 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.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania animacji:

- Animację można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.