



Skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne białek i peptydów

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium \(WL-S\)](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne białek i peptydów

Denaturacja białka zachodzi między innymi pod wpływem wysokiej temperatury.
Źródło: wenping wang, Unsplash, domena publiczna.

Denaturacja białka kurzego następuje w temperaturze około 63°C . Dochodzi wówczas do nieodwracalnego zaburzenia struktury cząsteczek białkowych polegających na rozerwaniu wiązań chemicznych (ścięcie białka). Co ciekawe, żółtko jaja kurzego ścina się w temperaturze o około 5°C wyższej niż białko. Dzieje się tak dlatego, że w żółtku występują białka związane z cząsteczkami tłuszczów. Trzeba więc dostarczyć więcej energii (zapewnić wyższą temperaturę), by tłuszcze odłączyły się od białek. Później dopiero zachodzi proces denaturacji.

Czy wiesz, jaki jest skład chemiczny białek i peptydów oraz w jaki sposób może dojść do zmiany ich właściwości fizykochemicznych w trakcie takich procesów jak denaturacja czy koagulacja?

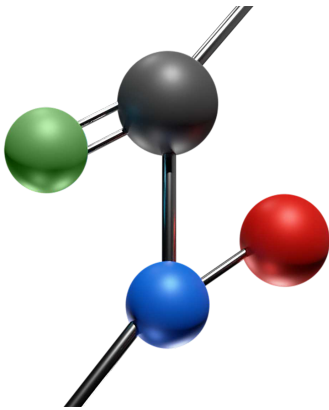
Twoje cele

- Poznasz skład chemiczny białek oraz wymienisz ich właściwości fizykochemiczne.

- Wykonasz doświadczenie obrazujące denaturację i koagulację białka.
- Zaobserwujesz i przeanalizujesz wpływ wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko.

Przeczytaj

Skład chemiczny białek



Wiązanie peptydowe powstaje między grupą α -karboksylową jednego aminokwasu a grupą α -aminową drugiego. Czarna kulka – węgiel, niebieska kulka – azot, zielona kulka – tlen, czerwona kulka – wodór.

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

peptydowych.

Białka w organizmie powstają w procesie [translacji](#) z udziałem 20. aminokwasów. Są to: alanina, arginina, asparagina, cysteina, fenyloalanina, glicyna, glutamina, histydyna, izoleucyna, kwas asparaginowy, kwas glutaminowy, leucyna, lizyna, metionina, prolina, seryna, treonina, tryptofan, tyrozyna i walina.

Białka zbudowane wyłącznie z aminokwasów nazywamy **białkami prostymi**, a zawierające dodatkowe, nieaminokwasowe składniki – **białkami złożonymi**. Nieaminokwasowy składnik, zwany [grupą prostetyczną](#), może być niskocząsteczkowym związkiem organicznym, metalem lub połączeniem obu tych

Białka, zwane też **proteinami**, to substancje o dużej masie cząsteczkowej, składające się wyłącznie lub w większości z [aminokwasów](#). Przyjmuje się, że białka są biopolimerami o masach cząsteczkowych większych niż 10 tys. [daltonów](#), co oznacza, że są zbudowane z co najmniej 90. aminokwasów. Związki zbudowane z mniejszej liczby aminokwasów są nazywane [peptydami](#). Podział ten ma charakter umowny. Aminokwasy w białkach i peptydach są ze sobą połączone za pomocą **wiązań**

elementów. Aminokwasy łączą się ze sobą w różnych kombinacjach, dzięki czemu tworzą różnorodne białka.

Charakterystyka białek złożonych

Chromoproteiny

Złożone są z białek prostych i grupy prostetycznej - barwnika. Należą do nich hemoproteiny, zawierające układ hemowy (np. hemoglobina, mioglobina, cytochromy, katalaza i peroksydazy) oraz flawoproteiny (zawierające jako grupę prostetyczną flawiny).

Fosfoproteiny

Glikoproteiny

Lipoproteiny

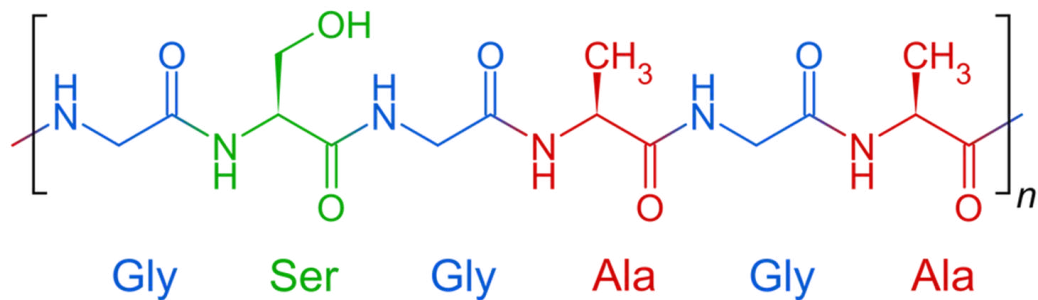
Metaloproteiny

Nukleoproteiny

Struktury przestrzenne białek

Rozróżnia się strukturę pierwszorzędową, drugorzędową, trzeciorzędową i czwartorzędową.

Struktura pierwszorzędowa opisuje kolejność, w której aminokwasy są połączone ze sobą wiązaniami peptydowymi (sekwencja aminokwasów).

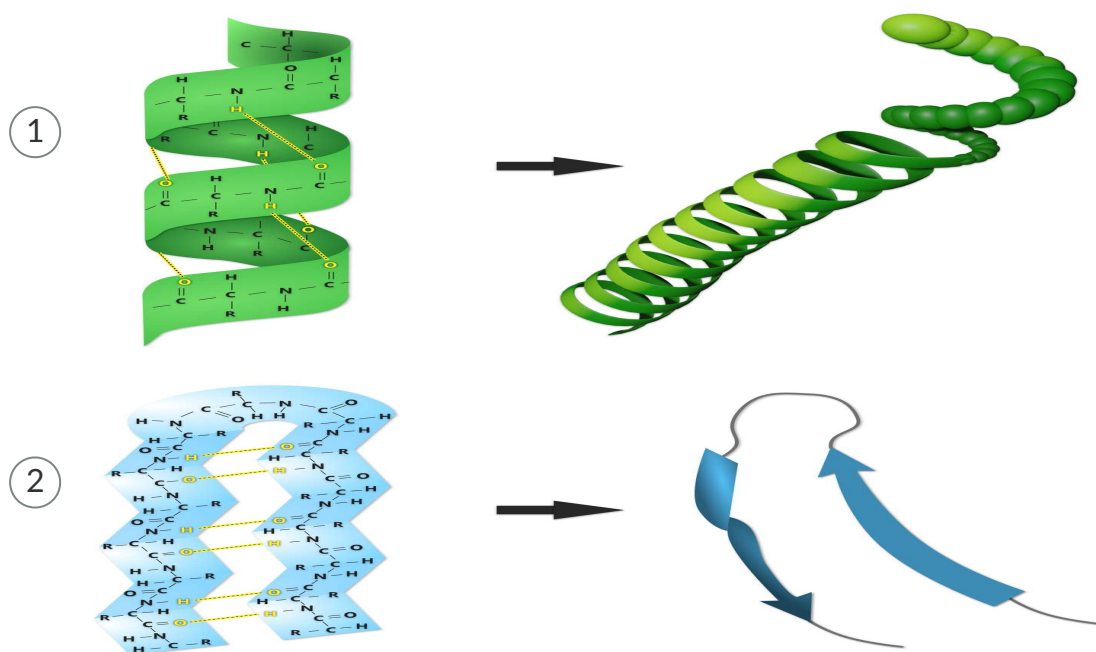


Struktura pierwszorzędowa – kolejność aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym fibroiny. Łańcuchy fibroiny są długie, ale zbudowane w przeważającej części z powtarzającej się sekwencji aminokwasów: (Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala)_n.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Struktura drugorzędowa dotyczy zagięć w strukturze, które tworzą się w polipeptydzie w wyniku interakcji różnych aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym.

Najbardziej popularnymi rodzajami struktur drugorzędowych są helisa α oraz harmonijka β . Obydwie struktury są stabilizowane przez wiązania wodorowe, które tworzą się pomiędzy atomem tlenu (O) grupy karboksylowej jednego aminokwasu a atomem wodoru (H) grupy aminowej drugiego aminokwasu.



Alfa-helisa

Alfa-helisa kształtem przypomina cylinder utworzony przez prawoskrętnie skręconą sprężynę. Tego rodzaju α -helisy występują np. w hemoglobinie i mioglobinie.

2

Beta-harmonijka

Beta-harmonijka jest złożona z prawie całkowicie rozciągniętych łańcuchów, ułożonych względem siebie równolegle lub antyrównolegle. Znaczny udział beta-harmonijki stwierdzono w fibroinie jedwabiu.

Do struktur drugorzędowych zalicza się alfa-helisę i beta-harmonijkę (tzw. strukturę połałdowanej kartki).

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

Struktura trzeciorzędowa określa kształt białka. Powstaje w wyniku połałdowania łańcucha o strukturze drugorzędowej. Jest warunkowana różnymi wiązaniami chemicznymi: wiązaniami wodorowymi, oddziaływaniami hydrofobowymi, i elektrostatycznymi, mostkami disiarczkowymi czy siłami van der Waalsa.

Strukturę czwartorzędową wytwarzają niektóre połałdowane białka, mające cząsteczki złożone z dwóch lub więcej oddzielnych łańcuchów polipeptydowych (m.in. hemoglobina).

Więcej informacji na temat struktury przestrzennej białek znajdziesz [tutaj](#).

Właściwości fizykochemiczne białek

Pod względem właściwości fizycznych białka dzieli się na globularne i fibrylarne.

Białko globularne ma kształt kulisty lub sferoidalny. Zbudowane jest z gęsto pofałdowanych lub pozwijanych łańcuchów peptydowych. Zwykle rozpuszcza się w wodzie, tworząc [koloidy](#). Białka globularne to ogromna większość białek, m.in. albuminy i globuliny oraz wszystkie enzymy.

Białko fibrylarne to włóknikowe białko proste o wydłużonej, przeważnie uporządkowanej strukturze. Przykładem są skleroproteiny, np. kolagen i keratyna, praktycznie nierozpuszczalne w wodzie i roztworach soli. Białka fibrylarne występują w dużych ilościach w tkance łącznej.

Typ białka	Charakterystyka	Wybrane funkcje biologiczne	Przykłady
białka globularne	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zwykle rozpuszczalne w wodzie oraz wodnych roztworach kwasów, zasad i soli ▪ mają kulisty kształt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ enzymatyczne ▪ regulacja przepuszczalności błon komórkowych ▪ udział w mechanizmach odporności i w krzepnięciu krwi 	pepsyna, katalaza, hemoglobina, immunoglobuliny, insulina, histony, protaminy, albuminy
białka fibrylarne	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zwykle nierozpuszczalne w wodzie i roztworach soli ▪ odporne na działanie kwasów i zasad ▪ mają włóknisty, wydłużony kształt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ strukturalne 	kolagen, fibrynogen, keratyna, fibroina

Koagulacja polega na łączeniu cząstek, naturalnie występujących w stanie rozproszonym, w większe skupienia - agregaty. Jest to proces przejścia od rozproszonego stanu koloidalnego (wodnego roztworu białek nazywanego [zolem](#)) do stabilniejszej i bardziej zwartej struktury nazywanej [żelem](#).

Proces ten zachodzi pod wpływem: dodania elektrolitów, promieniowania jonizującego, wysokiej temperatury, środków odwadniających (np. aceton), działań mechanicznych (np. wstrząsanie, mielenie, ucieranie), soli metali lekkich, [wysalania](#) lub odparowywania.

Proces odwrotny do koagulacji to **peptyzacja**. Polega on na rozpuszczeniu żelu w wodzie i powstaniu zolu (roztworu koloidalnego).



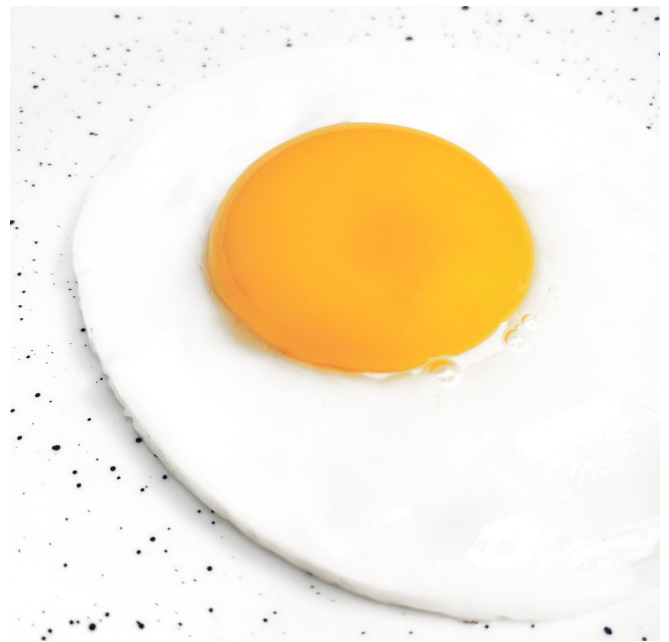
Majonez jest koloidem żółtka jaja w oleju.

Źródło: Jason Terk from Somerville, MA, US - Finished, Flickr, licencja: CC BY 2.0.

Denaturacja białek

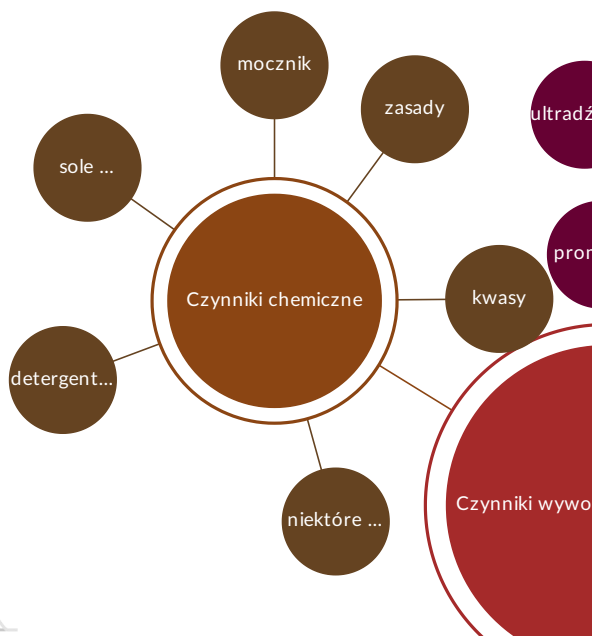
Z kolei **denaturacja** białka to zaburzenie struktury cząsteczek białkowych wynikające z rozerwania wiązań chemicznych, przede wszystkim wodorowych, jonowych i mostków disiarczkowych, które stabilizują jego strukturę drugo-, trzecio- i czwartorzędową. **Struktura pierwszorzędowa nie ulega zmianie.**

Denaturacja białka zachodzi pod wpływem różnych czynników fizycznych i chemicznych – zostały one wyszczególnione na poniższym schemacie.



Denaturacja białka jest procesem nieodwracalnym.

Źródło: Unsplash, domena publiczna.

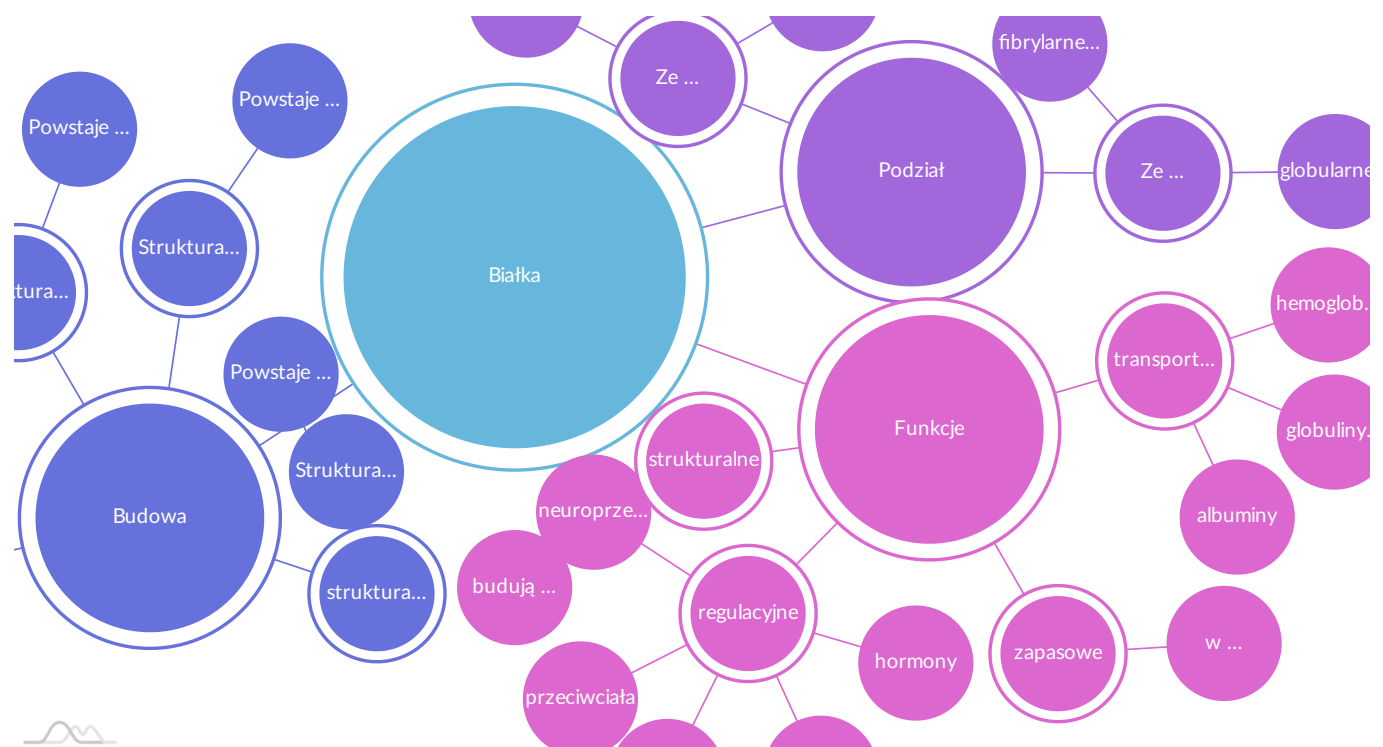


Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Denaturacja to proces powodujący zmianę właściwości biologicznych (np. utratę aktywności enzymatycznej) i fizykochemicznych białek (zmniejszenie rozpuszczalności i wytrącenie z roztworu, zmianę lepkości i [skრęcalności optycznej](#), rozpad na mniejsze podjednostki białek).

Odwrotnym procesem do denaturacji jest **renaturacja** polegająca na przywracaniu drugo- i trzeciorzędowej struktury białek. Proces ten zachodzi pod wpływem powolnego przywracania warunków sprzed denaturacji (np. poprzez ochładzanie). Jednak nie wszystkie białka ulegają renaturacji. Proces ten dotyczy m.in. enzymu rybonukleazy, białka osocza krwi – albuminy oraz obecnej w erytrocytach hemoglobiny.

Podsumowanie najważniejszych informacji



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

aminokwasy

związki organiczne powszechnie występujące w organizmach żywych, zawierają w cząsteczce co najmniej jedną grupę karboksylową ($-\text{COOH}$) i co najmniej jedną grupę aminową ($-\text{NH}_2$)

dalton

Da – w naukach biologicznych nazwa jednostki masy. Jednostka masy atomowej

grupa prostetyczna

niebiałkowy składnik wielu białek, zwłaszcza enzymatycznych, połączony z częścią białkową głównie wiązaniem kowalencyjnym. Grupy te są niezbędne do aktywności biologicznej wielu białek

koloid

gr. *kóllo* – klej, *eídos* – postać, układ koloidalny, układ koloidowy – niejednorodna mieszanina, zwykle dwufazowa, tworząca układ dwóch substancji (układ dyspersyjny, układ rozproszony), w którym jedna z nich (faza rozproszona, faza zdyspergowana) jest rozproszona w drugiej (faza ciągła, ośrodek dyspersyjny)

peptydy

gr. *péptō* – trawię, związki organiczne zbudowane z aminokwasów połączonych wiązaniem peptydowym

skręcalność optyczna

właściwość substancji optycznie aktywnej, polegająca na skręcaniu płaszczyzny polaryzacji światła podczas przechodzenia światła spolaryzowanego przez tę substancję

translacja

biosynteza białka, uwarunkowany genetycznie i zachodzący w żywych organizmach enzymatyczny proces łączenia aminokwasów w łańcuchy

polipeptydowe o specyficznej sekwencji aminokwasów

wysalanie białka

odwracalny proces koagulacji białka, zachodzi pod wpływem niektórych soli, np. chlorku sodu

zol

roztwór koloidowy, roztwór koloidalny – trwała mieszanina cząstek koloidalnych rozproszonych w fazie ciekłej. Fazą rozproszoną może być ciecz, ciało stałe lub gaz, a fazą rozpraszającą – woda lub ciecz organiczna

żel

układ przynajmniej dwuskładnikowy, w którym każdy ze składników tworzy oddzielną, ciągłą fazę rozciągającą się w całej objętości żelu. Jeden ze składników, zwany czynnikiem żelującym, buduje sztywną, rozgałęzioną, porowatą sieć, zdolną do unieruchomienia drugiego ze składników – zwykle cieczy

Wirtualne laboratorium (WL-S)

Laboratorium 1

Korzystając z wiedzy na temat białek, zaplanuj i przeprowadź doświadczenie, które pozwoli ci rozwiązać poniższy problem badawczy. Hipotezę, obserwacje i wnioski zanotuj w formularzu.

Temat: Denaturacja i koagulacja białka.

Problem badawczy:

Jak wysoka temperatura, alkohol i sól wpływają na białko jaja kurzego? Czy zachodzące procesy są odwracalne?

Materiał biologiczny:

- 4 jaja kurze

Odczynniki:

- wrząca woda
- zimna woda
- alkohol
- roztwór NaCl

Sprzęt laboratoryjny:

- cztery zlewki o pojemności 100 ml
- czajnik
- bagietka



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1GPyywb4>

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

Analiza doświadczenia: *Denaturacja i koagulacja białka.*

Problem badawczy: Jak wysoka temperatura, alkohol i sól wpływają na białko jaja kurzego?
Czy zachodzące procesy są odwracalne?




Hipoteza

Obserwacje

Wnioski

[Empty rectangular box for notes or conclusions]

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz prawidłowe dokończenie zdania. Grupa prostetyczna to:

inaczej koenzym.

grupa, zawierająca przynajmniej dziesięć aminokwasów.

inaczej epoenzym.

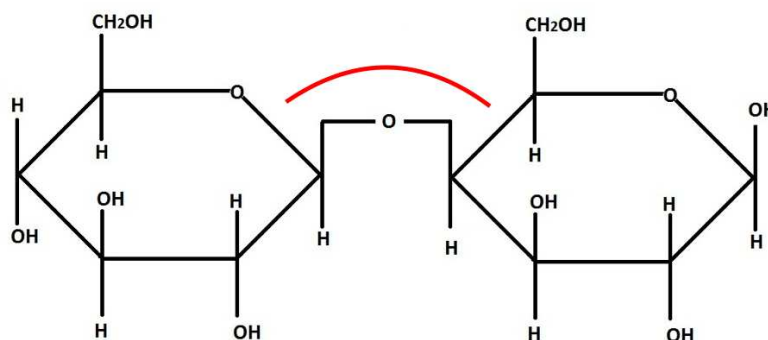
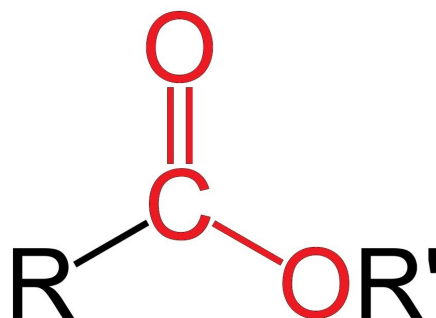
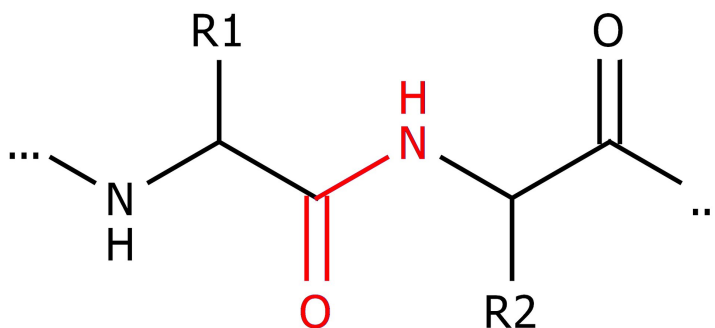
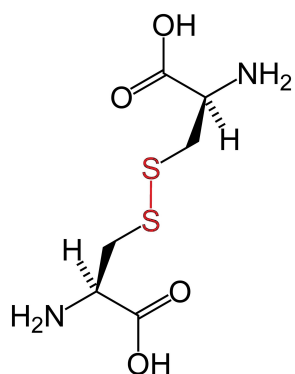
grupa, zawierająca przynajmniej pięć aminokwasów.

niebiałkowy składnik białek

Ćwiczenie 2



Wskaż ilustrację, przedstawiającą wiązanie peptydowe.



Ćwiczenie 3



Zaznacz wszystkie czynniki **chemiczne**, powodujące denaturację.

temperatura

mocznik

aceton

promieniowanie rentgenowskie

wstrząsanie

promieniowanie UV

detergenty jonowe

zasady

Ćwiczenie 4



Określ poprawność poniższych stwierdzeń.

	Prawda	Fałsz
Białka to substancje składające się wyłącznie z aminokwasów.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wszystkie białka występujące w organizmie powstają z udziałem 20. aminokwasów.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Denaturacja białka to zaburzenie pierwszorzędowej struktury białek.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Struktura trzeciorzędowa określa kształt białka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 5



Przyporządkuj podane opisy do danego typu białka.

Białka globularne

Białka fibrylarne

odporne na działanie kwasów i zasad

są nimi kolagen i keratyna

zwykle nierozpuszczalne w wodzie

kształt włóknisty, wydłużony

są nimi wszystkie enzymy

pełnią funkcje strukturalne

regulują przepuszczalność błon komórkowych

tworzą koloidy

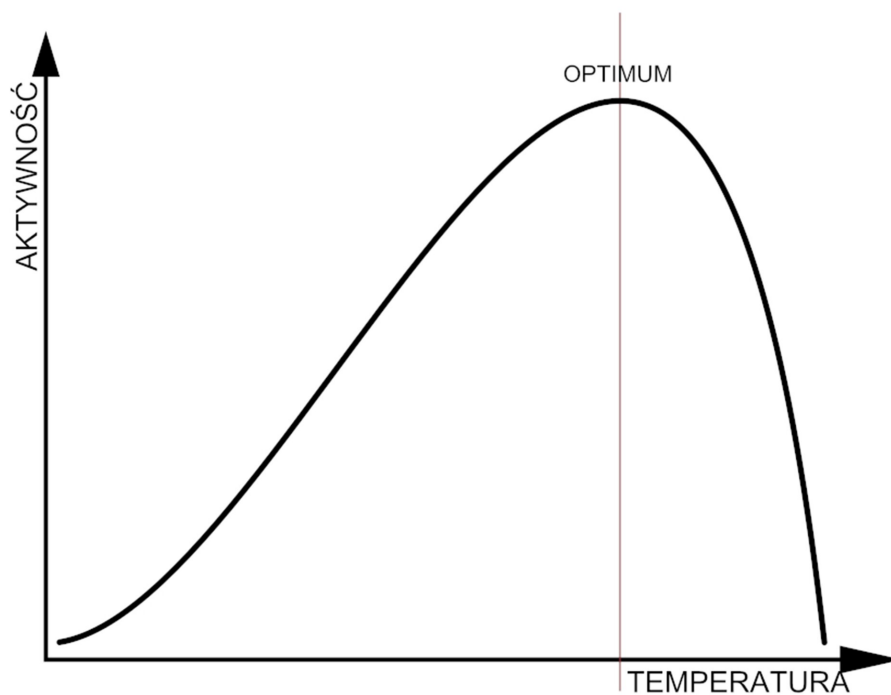
zwykle rozpuszczalne w wodzie

kształt kulisty lub sferoidalny

Ćwiczenie 6



Poniższy wykres przedstawia zależność aktywności enzymu od temperatury.



Zależność aktywności enzymów od temperatury.

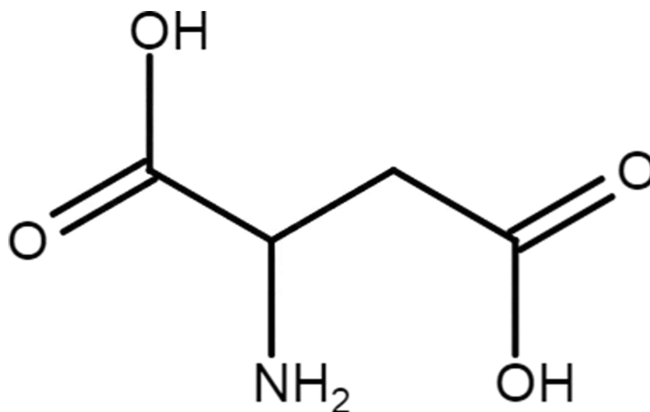
Źródło: Szczepan, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wyjaśnij, dlaczego aktywność enzymów gwałtownie spada po przekroczeniu temperatury optymalnej.

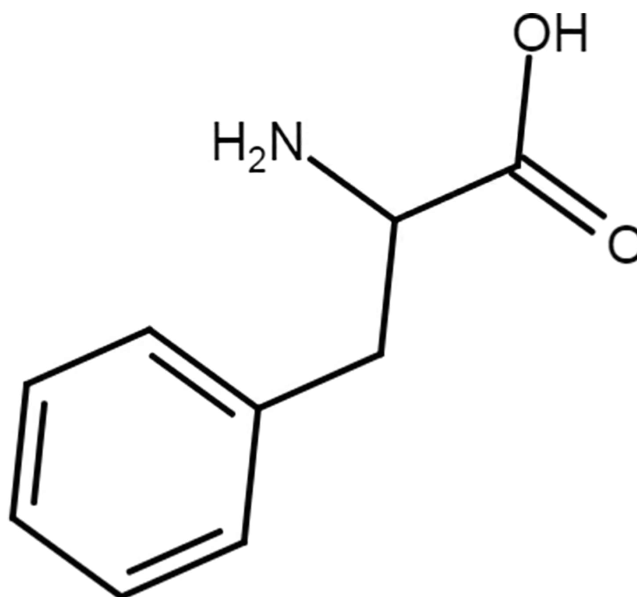
Ćwiczenie 7



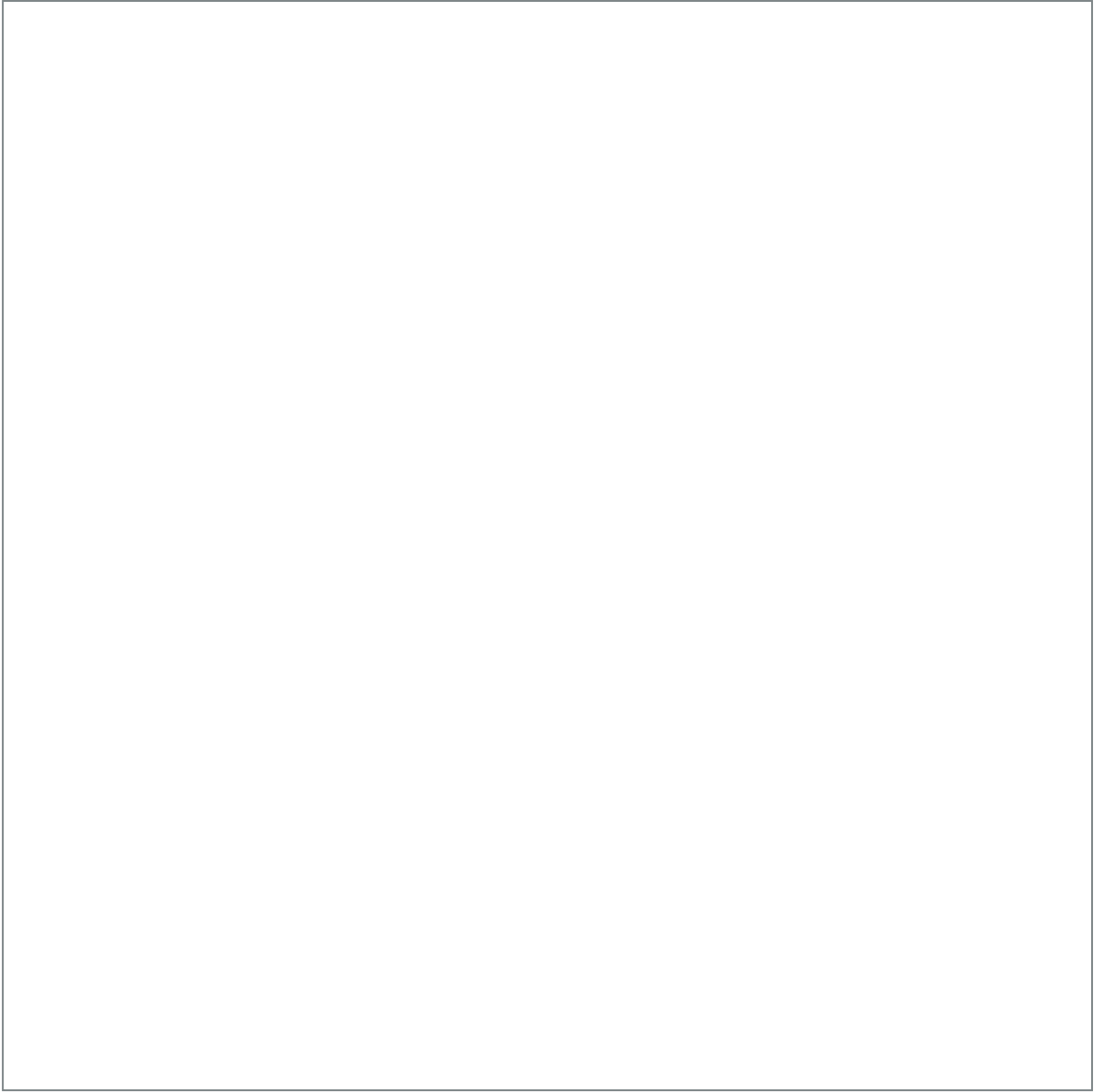
Aspartam to niskokaloryczny środek słodzący. Jest dipeptydem złożonym z przedstawionych na poniższych rysunkach dwóch aminokwasów: kwasu asparaginowego i fenyloalaniny. Narysuj ten dipeptyd, widząc, że jego koniec karboksylowy jest zmodyfikowany przez przyłączenie grupy metylowej (CH₃).



Kwas asparaginowy.



Fenyloalanina.



Ćwiczenie 8



Zaproponuj metodę denaturacji białek czynnikami chemicznymi. W dzienniczku zapisz problem badawczy, hipotezę, odczynniki, sprzęt laboratoryjny, instrukcję wykonania doświadczenia oraz spodziewane obserwacje i wnioski. Pamiętaj o zaplanowaniu próby kontrolnej i próby badawczej.

Problem badawczy

Hipoteza

Odczynniki

Sprzęt laboratoryjny

Instrukcja wykonania doświadczenia

Obserwacje

Wnioski

[Empty rectangular box for notes or conclusions]

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne białek i peptydów

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;

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):

- Poznasz skład chemiczny białek oraz wymienisz ich właściwości fizykochemiczne.
- Wykonasz doświadczenie obrazujące denaturację i koagulację białka.
- Zaobserwujesz i przeanalizujesz wpływ wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;

- mapa pojęć;
- eksperyment;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- grupy ekspertów;
- odwrócona klasa.

Formy pracy:

- 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. 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.

Faza realizacyjna:

1. **Mapa myśli.** Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy i prosi ich, by na podstawie e-materiału opracowali mapę myśli dotyczącą przydzielonych zagadnień:

- grupa I i II – skład chemiczny białek;
- grupa III i IV – właściwości fizykochemiczne białek.

Grupy otrzymują po dwa arkusze papieru A2 i na jednym z nich sporządzają mapę myśli. Następnie wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanowali otrzymane zagadnienia. Eksperti zamieniają się grupami (I z III, II z IV) i przekazują zdobytą wiedzę. Uczniowie z drugiej grupy robią na drugim arkuszu notatki w formie mapy myśli, porządkując informacje przekazywane przez eksperta. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup. Grupy prezentują wyniki swojej pracy, nauczyciel uzupełnia brakujące informacje, koryguje ewentualne błędy.

2. **Praca z multimediami („Wirtualne laboratorium (WL-S)”)**. Korzystając z wiedzy na temat białek, uczniowie w parach planują i przeprowadzają doświadczenie, które pozwoli rozwiązać przedstawiony problem badawczy. Hipotezę, obserwacje i wnioski notują w formularzu. Nauczyciel w razie potrzeby wyjaśnia wątpliwości. Po wykonaniu zadania wybrani uczniowie przedstawiają swoje odpowiedzi.

3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności („Sprawdź się”)**. Uczniowie, pracując w 4-osobowych grupach, rozwiązują ćwiczenie nr 8: „Zaproponuj metodę denaturacji białek czynnikami chemicznymi. W dzienniczku zapisz problem badawczy, hipotezę, odczynniki, sprzęt laboratoryjny, instrukcję wykonania doświadczenia oraz spodziewane obserwacje i wnioski. Pamiętaj o zaplanowaniu próby kontrolnej i próby badawczej.” Następnie oglądają filmy zawarte w odpowiedzi do zadania i weryfikują swoje rozwiązania.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.
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 1 do 7 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:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Wirtualne laboratorium (WL-S)” do podsumowania lekcji.