



Co stabilizuje struktury białkowe?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Co stabilizuje struktury białkowe?

Podczas budowy domu potrzebujemy wiele elementów, które by stabilizowały elementy domu. Podobnie jest w przyrodzie, białka są złożonymi związkami, które potrzebują stabilizacji.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Wznoszenie nowego domu nie należy do najprostszyc zadań. Najpierw trzeba przygotować cały projekt, zgromadzić materiały, potem zebrać ekipę pracowników i dopiero wtedy można rozpocząć budowę. Aby struktura domu była prawidłowa, ściany proste, a dachówka równo położona, najpierw wylewa się fundamenty i wznosi rusztowania. Podobnie dzieje się w przypadku budowy białek, z tą tylko zmianą, że rusztowania muszą pozostać przez cały czas funkcjonowania tych struktur.

Na pewno wiesz, że białka pełnią istotne funkcje w świecie przyrody – tworzą organizmy żywe, odpowiadają za transport lub przekazywanie informacji pomiędzy komórkami. Jednym słowem są niezastąpione. Dlatego właśnie mają dość skomplikowaną konstrukcję, którą można porównać do budynku z niestandardową fasadą i krzywym dachem. Żeby utrzymać całą taką nietypową strukturę, nie narażając jej na zawalenie, potrzebują pewnego rodzaju rusztowań. Usunięcie choćby jednej z podpór, może spowodować zmiany w architekturze i w pełnieniu przez nią odpowiednich funkcji. W przypadku białek, rolę rusztowań sprawują różne wiązania i oddziaływania pomiędzy poszczególnymi fragmentami białek. O wszystkim zaraz dowiesz się więcej.

Twoje cele

- Scharakteryzujesz złożoność budowy białka.

- Określisz znaczenia białek w przyrodzie.
- Opracujesz charakterystykę oddziaływań stabilizujących budowę białek.

Przeczytaj

Czym są białka?

Białka pełnią wiele funkcji w świecie przyrody. Są **składnikiem budulcowym** organizmów, jak np. miozyna, która buduje mięśnie szkieletowe człowieka, czy keratyna, która jest głównym składnikiem ludzkiego włosa. Mogą również tworzyć hormony odpowiedzialne za prawidłowe funkcjonowanie organizmu ludzkiego, jak insulina utrzymująca odpowiedni dla całego ustroju poziom glukozy we krwi. Struktury białkowe są również **enzymami**, np. pepsyna ma za zadanie rozkład przyjmowanych do organizmu białek na prostsze związki, które mogą zostać wchłonięte w układzie pokarmowym. Dodatkowo mogą również **transportować** inne związki do dalszych części ciała jak hemoglobina, dostarczająca tlen do tkanek organizmu. Te wszystkie funkcje białek są możliwe dzięki ich strukturze. Nawet jej najmniejsza zmiana może doprowadzić do utraty pełnienia zadania przez określone białko.

Białka zbudowane są z **aminokwasów**. Ich konstrukcję można scharakteryzować poprzez ich **rzędowość**, czyli stopień zaawansowania budowy. Wyróżnia się cztery rodzaje struktur:

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

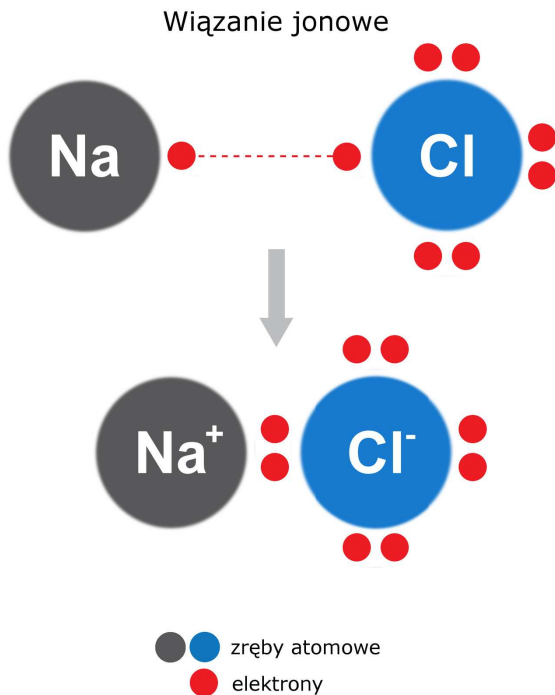
Jake oddziaływania stabilizują struktury białkowe?

Każda z tych rzędowości jest stabilizowana przez różnego rodzaju oddziaływania. Teraz omówimy każdą z nich po kolei wraz z oddziaływaniami odpowiedzialnymi za stabilizację tej struktury.

Wiązania jonowe

Jest to oddziaływanie polegające na elektrostatycznym przyciąganiu się dwóch różnoimiennych jonów.

Atom sodu (Na) posiada jeden wolny elektron na swojej zewnętrznej powłoce elektronowej. Atom chloru (Cl) posiada 7 elektronów na

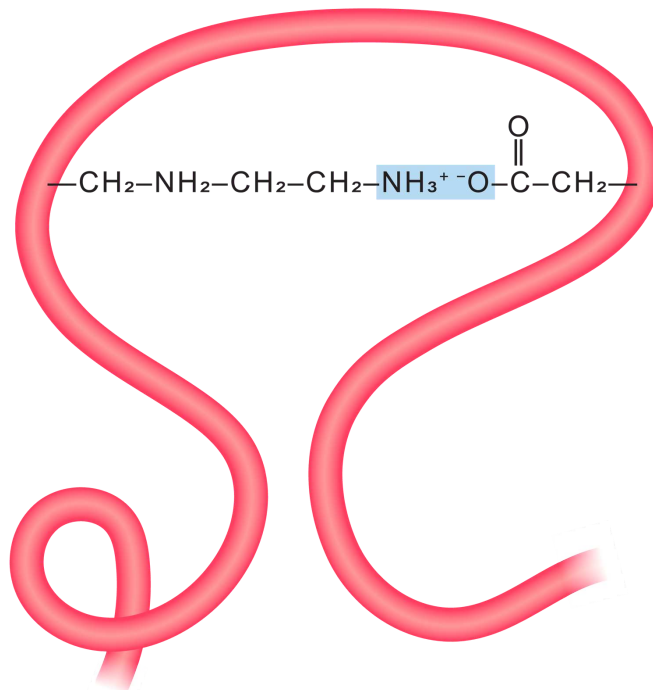


Powstanie wiązania jonowego na przykładzie chlorku sodu

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

swojej zewnętrznej powłoce elektronowej. Dla obu tych pierwiastków, taka sytuacja jest niekorzystna energetycznie i w momencie, kiedy zbliżają się do siebie, dochodzi do oddania jednego elektronu sodu dla chloru. Sód poprzez oddanie elektronu dostaje ładunek dodatni (+), a chlor po otrzymaniu elektronu posiada ładunek ujemny (-). Różnica elektrostatyczna która występuje sprawia, że oba jony przyciągają się do siebie.

W białkach występują najczęściej pomiędzy dodatnio naładowanymi grupami aminowymi a ujemnie naładowanymi grupami karboksylowymi.



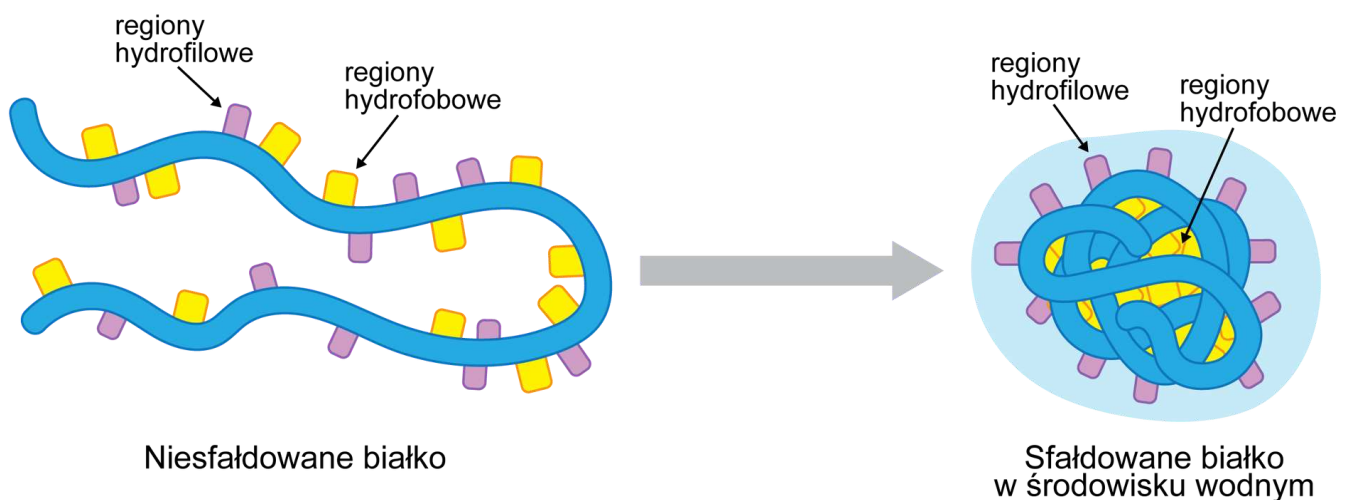
Wiązanie jonowe w białkach

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

Oddziaływania hydrofobowe

Oddziaływania te występują w cząsteczkach, które posiadają w swojej budowie regiony hydrofobowe i **hydrofilowe**. Regiony hydrofilowe to takie części cząsteczki, o których można powiedzieć, że „lubią” wodę, co naukowo znaczy – mają budowę polarną. Woda jest cząsteczką polarną, co oznacza, że w swojej cząsteczce ma ładunki elektryczne, rozłożone

nierównomiernie. W myśl zasady: podobne rozpuszcza się w podobnym – w wodzie rozpuszczają się cząsteczki polarne. Natomiast regiony hydrofobowe to takie części cząsteczki, które przeciwnie do regionów hydrofilowych „boją się wody”, czyli mają budowę niepolarną. Dzięki tej różnicy, występującej w związkach, może dochodzić do oddziaływań hydrofobowych. Polegają one na ograniczeniu dostępu do wody tym częściami cząsteczki, które są hydrofobowe. Jeżeli w jednej, dużej cząsteczce występują odpowiednio regiony hydrofobowe i hydrofilowe, to taka cząsteczka ulega zwijaniu i zmianom w położeniu do takiego stopnia, aby zmniejszyć kontakt z wodą odcinkom hydrofobowym. Używając obrazowego języka możemy stwierdzić, że cząsteczka na zewnątrz, czyli w kierunku cząsteczek wody, kieruje swoje hydrofilowe fragmenty, a fragmenty hydrofobowe chowa niejako do swojego wnętrza. Oddziaływania hydrofobowe zostały zaprezentowane na poniższym obrazku:



Oddziaływania hydrofobowe są główną przyczyną prawidłowego fałdowania się białek. W długim łańcuchu polipeptydowym mogą występować liczne regiony hydrofobowe, które są oddzielone regionami hydrofilowymi. Taki układ sprzyja fałdowaniu białek – regiony hydrofobowe schowają się do “środka” białka, podczas gdy regiony hydrofilowe wystawią się na zewnątrz.

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

Siły van der Waalsa

Są to bardzo słabe oddziaływania pomiędzy atomami występującymi blisko siebie. Większość części białka jest upakowanych, dzięki czemu **siły van der Waalsa** mogą między nimi zachodzić. Mają bardzo duże znaczenie w przyrodzie, ponieważ to dzięki nim zachodzi wiele procesów fizykochemicznych. Odpowiedzialne za budowę białek czy **adsorpcję**, są powszechnie występującymi oddziaływaniami. Odgrywają ważną rolę w oddziaływaniach białko-białko, gdzie dochodzi do dopasowania, jak klucza do zamku. Przykładem takiej sytuacji jest rozpoznawanie **antygeny** przez **przeciwciało**.

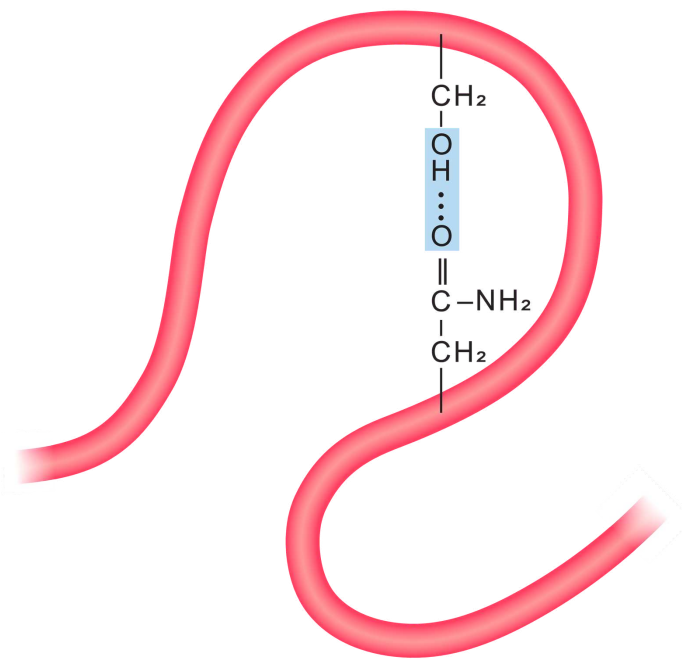
Wyróżnia się kilka rodzajów sił van der Waalsa:

- oddziaływanie **dipol - dipol** - dwie cząsteczki mające **moment dipolowy** przyciągają się,

- oddziaływanie dipol - dipol indukowany - jedna cząsteczka z momentem dipolowym indukuje moment dipolowy u drugiej cząsteczki i dochodzi do ich przyciągania,
- oddziaływanie dipol indukowany - dipol indukowany - obie cząsteczki nie posiadające momentu dipolowego uzyskują chwilowe momenty dipolowe i przyciągają się.

Wiązanie wodorowe

Jest rodzajem oddziaływania elektrostatycznego pomiędzy atomem wodoru a atomem elektroujemnym, który zawiera wolne pary elektronowe. W białkach wiązanie wodorowe powstaje pomiędzy grupą karbonylową jednego aminokwasu a grupą iminową drugiego aminokwasu. Rolą **wiązania wodorowego** w białkach jest stabilizacja struktury alfa-helisy i beta-kartki.



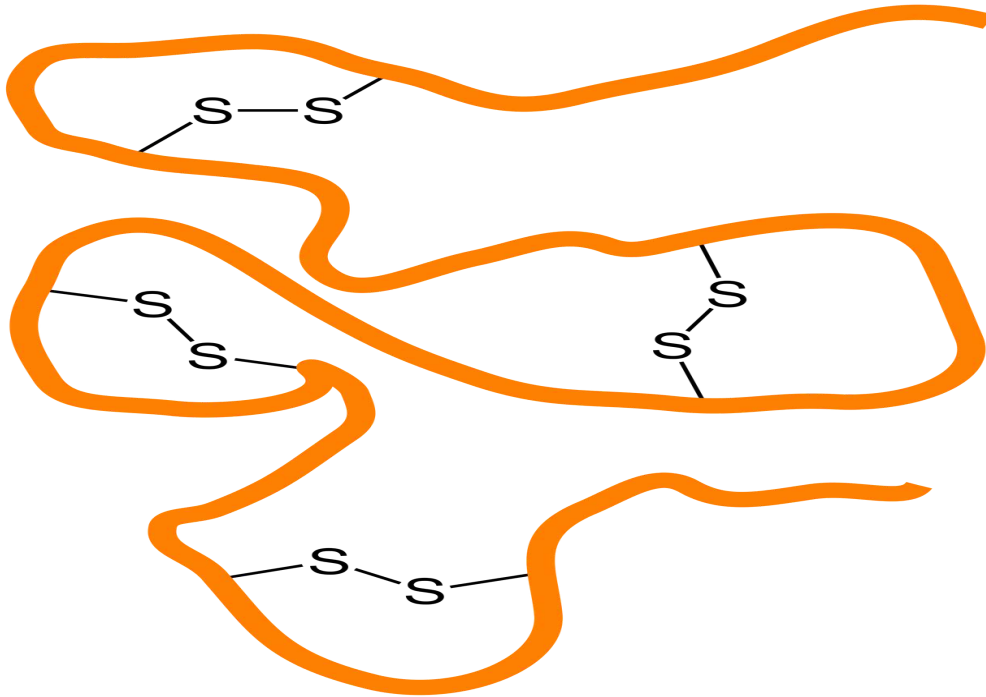
Oddziaływanie wodorowe w białku

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

Mostki disiarczkowe

Te struktury powstają, gdy dwie grupy tiolowe ($-SH$) połączą się ze sobą. Grupy te mogą występować w dwóch różnych związkach albo w jednym. Odgrywają ważną rolę w fałdowaniu i stabilności wielu białek. Utrzymuje części białka razem stabilizując jego zwiniętą formę. Mostki disiarczkowe mogą również tworzyć centra hydrofobowe - **regiony hydrofobowe** białka układają się wokół mostków disiarczkowych, tym samym ograniczając swój kontakt z wodą. Mostek disiarczkowy zaprezentowano na galerii poniżej.



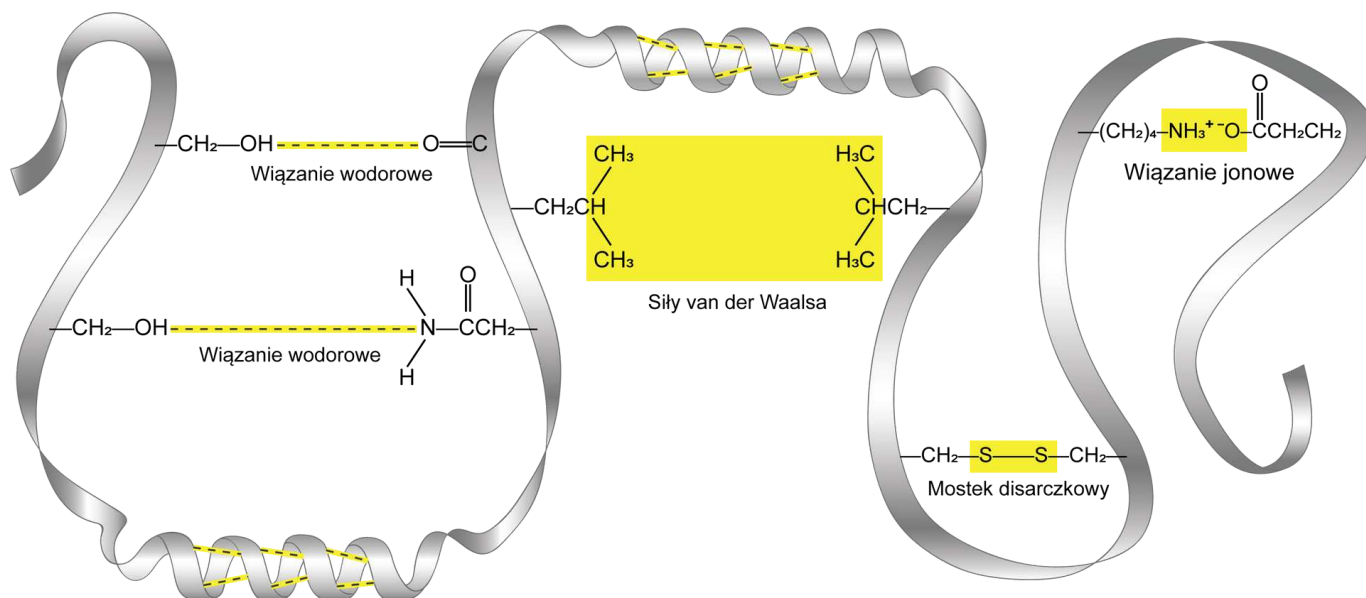


Schematyczne przedstawienie mostku disiarczkowego w białku

Źródło: dostępny w internecie: https://pl.wikipedia.org/wiki/Mostek_dwusiarczkowy, domena publiczna.

Podsumowanie

W ten sposób zostały scharakteryzowane wszystkie oddziaływania stabilizujące struktury białkowe. Niektóre z nich są charakterystyczne dla konkretnej sekwencji białka, podczas gdy inne występują w kilku przypadkach. Istotą ich funkcji jest utrzymywanie takiej struktury białkowej (czyli prościej mówiąc takiego jego kształtu), które umożliwia wykonywanie danej czynności białka. Zerwanie tych wiązań powoduje zaburzenie struktury - białko nie może pełnić swojej funkcji.



Przedstawienie oddziaływań, stabilizujących strukturę białka

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

Słownik

DNA

(ang. *deoxyribonucleic acid* „kwas deoksybonukleinowy”) związek chemiczny, który koduje informację genetyczną organizmu

rybosomy

kompleksy białkowe, występujące w komórkach organizmów żywych i biorące udział w procesie syntezy materiału genetycznego

białko

wielkocząsteczkowe związki zbudowane wyłącznie lub w dużej mierze z aminokwasów; stanowią największą część występujących w żywej komórce związków organicznych

aminokwas

(ang. *amino acid* „kwas aminowy”) związek organiczny, posiadający co najmniej dwie grupy funkcyjne: $-\text{COOH}$ i $-\text{NH}_2$

rzędowość białek

hierarchia w budowie struktur białkowych, wyróżnia się cztery rodzaje: pierwszo-; drugo-; trzecio- i czwarto- rzędowa

wiązania peptydowe

wiązania występujące pomiędzy grupą aminową – NH₂ a grupą karbonylową – COOH białkach. Łańcuchy polipeptydowe – aminokwasy połączone wiązaniami peptydowymi i tworzące długie ciągi

wiązania wodorowe

wiązania występujące pomiędzy atomem wodoru a elektroujemnym atomem sąsiedniej cząsteczki

region hydrofobowy

(gr. *hydros* „woda”, *phobos* „strach”) regiony apolarne; nie rozpuszczają się w wodzie, tylko w rozpuszczalnikach apolarnych

region hydrofilowy

(gr. *hydros* „woda”, *philia* „umiłowanie”) regiony polarne; rozpuszczają się w wodzie a nie rozpuszczają w rozpuszczalnikach apolarnych

cząsteczka apolarna

cząsteczka posiadająca zerowy moment dipolowy

Siły van der Waalsa

słabe oddziaływania pomiędzy atomami oddalonymi od siebie

adsorpcja

(łac. *ad-* „przy”, *sorbere* „pochłaniać”) proces zachodzący na granicy dwóch faz, poprzez związanie cząstek jednej fazy przez cząstki drugiej fazy.

antygen

substancja, która, wprowadzona do organizmu, wywołuje u niego reakcję immunologiczną

przeciwciało

glikoproteiny o zdolnościach swoistego wiązania antygenów

dipol

(gr. *dipolos* „dwa bieguny”) układ dwóch różnoimiennych ładunków, wytwarzających pole dipolowe i posiadających moment dipolowy

moment dipolowy

wielkość fizyczna charakteryzująca dipol

Bibliografia

Doonan S., *Białka i peptydy*, tłum. Z. Zawadzki, Warszawa 2008, wyd. 1.

Stryer L., Berg J. M., Tymoczko J. L., *Biochemia. Część 1. Molekularny wzór życia*, Warszawa 2009, wyd. 4.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Metalotioneiny to niskocząsteczkowe białka bogate w reszty cysteinowe, zdolne do wiązania metali ciężkich. Reszty cysteinowe metalotioneiny odgrywają główną rolę w procesach fizjologicznych, tj. homeostaza pierwiastków niezbędnych do funkcjonowania komórek, unieszkodliwianie metali ciężkich oraz usuwanie wolnych rodników tlenowych. Poniżej zostały ukazane struktury metalotioneiny występującej u bakterii z rodzaju *Cyanobacteria*. Na ich podstawie odpowiedz na poniższe pytania.

Łańcuch aminokwasowy

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

Wiązania wodorowe

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

Mostki disiarczkowe stabilizują strukturę białka.

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

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dokończ zdanie. Wiązanie peptydowe:

- łączy dwie grupy peptydowe.
- łączy dwie grupy karboksylowe.
- łączy grupę karboksylową z grupą aminową.

Ćwiczenie 2



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



Ćwiczenie 3



Dokończ zdanie. Wiązanie wodorowe może łączyć:

- wodór z grupy aminowej z tlenem z grupy karboksylowej.
- wodór z grupy karboksylowej z tlenem z grupy aminowej.
- wodór z grupy aminowej z wodorem z grupy karboksylowej.

Ćwiczenie 4



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



Ćwiczenie 5



Dopasuj wymienione poniżej rodzaje oddziaływań do rzędowości struktur białek, w których występują. Oddziaływania mogą się powtarzać.

Struktura pierwszorzędowa

wiązania jonowe

siły van der Waalsa

wiązania wodorowe

wiązanie peptydowe

mostki disiarczkowe

siły van der Waalsa

Struktura drugorzędowa

oddziaływania hydrofobowe

wiązania jonowe

mostki disiarczkowe

Struktura trzeciorzędowa

oddziaływania hydrofobowe

Struktura czwartorzędowa

Ćwiczenie 6



Scharakteryzuj swoimi słowami wiązanie jonowe. Wykonaj rysunek pomocniczy prezentujący to oddziaływanie.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



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



Ćwiczenie 8



Określ prawdziwość poniższych zdań.

Twierdzenie	Prawda	Falsz
Mostki disiarczkowe powstają tylko pomiędzy dwoma różnymi łańcuchami polipeptydowymi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wiązania wodorowe stabilizują trzeciorzędową strukturę białka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oddziaływania hydrofobowe polegają na "chowaniu" części cząsteczki hydrofobowej w roztworze wodnym.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siły van der Waalsa to słabe oddziaływania mające niewielki wpływ na stabilizację struktury białek.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Justyna Mikołajczyk

Przedmiot: chemia

Temat: Co stabilizuje struktury białkowe?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego - kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XIX. Białka. Uczeń:

2) opisuje strukturę drugorzędową białek oraz wykazuje znaczenie wiązań wodorowych dla ich stabilizacji; tłumaczy znaczenie trzeciorzędowej struktury białek i wyjaśnia stabilizację tej struktury przez grupy R-, zawarte w resztach aminokwasów (wiązania jonowe, mostki disiarczkowe, wiązania wodorowe i oddziaływania van der Waalsa).

Zakres rozszerzony

XIX. Białka. Uczeń:

2) opisuje strukturę drugorzędową białek oraz wykazuje znaczenie wiązań wodorowych dla ich stabilizacji; tłumaczy znaczenie trzeciorzędowej struktury białek i wyjaśnia stabilizację tej struktury przez grupy R-, zawarte w resztach aminokwasów (wiązania jonowe, mostki disiarczkowe, wiązania wodorowe i oddziaływania van der Waalsa).

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:

- nazywa rodzaje oddziaływań stabilizujących białka;
- charakteryzuje oddziaływania stabilizujące struktury białkowe;
- dopasowuje oddziaływania stabilizujące białka do ich rzędowości;
- opowiada o znaczeniach oddziaływań stabilizujących białka.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- analiza materiału źródłowego;
- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika okienko informacyjne;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu;
- słuchawki;
- rzutnik multimedialny;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- pisak/kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel nawiązuje do budowy domu, ze wskazaniem na istotne funkcje, które pełnią rusztowania. Nauczyciel wykorzystuje pytania, np.: Czy wybudowanie domu jest możliwe bez pomocy rusztowań? Co sądzą na ten temat uczniowie? Co mają wspólnego rusztowania z rzędowością białek?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele, które uczniowie zapisują w portfolio.

3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia budowa białek.

Faza realizacyjna:

1. Analiza tekstu w różnych źródłach informacji, w tym e-materiału, nt. struktur białkowych.
2. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy. Grupy losują rodzaj oddziaływania stabilizującego: I grupa - wiązania jonowe; II grupa - mostki disiarczkowe; III grupa - mostki wodorowe; IV grupa - oddziaływania van der Waalsa. Są to 4 grupy zadaniowe. Po zakończonej pracy chętni uczniowie prezentują po kolei każdą rzędowość białek i oddziaływania je stabilizujące. Nauczyciel wspiera uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
3. Technika okienko informacyjne – forma twórczej notatki. Kartkę w zeszycie uczeń dzieli na cztery części (poziom, pion lub po przekątnej). W pierwsze okienko wpisuje hasło, które go interesuje. W drugim okienku podaje definicję danego terminu (z różnych źródeł, np. słownikową, uczniowską itp.). W trzecie okienko wpisuje metaforyczne znaczenie wyrazu, żart językowy, rebus itp. Ostatnie okienko może mieć formę scenki komiksowej, dialogu, karykatury z zastosowaniem interesującego go terminu.
4. Nauczyciel odwołuje uczniów do grafiki interaktywnej – wizualizacja, w jaki sposób stabilizowane są struktury białkowe na poziomie mikroświata - praca w parach.
5. Uczniowie, którzy zakończą pracę z medium przechodzą do samodzielnej pracy sprawdzając swoją wiedzę wykonują ćwiczenia w e-materiale – zestaw ćwiczeń.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania, np.: Jakiego rodzaju oddziaływań stabilizujących występują w białkach? Czy rodzaj oddziaływania stabilizującego zależy od rodzaju rzędowości białek?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują wszystkie/pozostałe ćwiczenia w e-materiale.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć.

Materiały pomocnicze:

Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Jakie rodzaje oddziaływań stabilizujących występują w białkach?
- Czy rodzaj oddziaływania stabilizującego zależy od rodzaju rzędowości białek?