

Witaminy jako koenzymy

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



Chyba każdy przynajmniej raz w życiu usłyszał: „Jedz owoce i warzywa, bo mają witaminy”. Wiemy, że białka budują nasz organizm, a węglowodany i tłuszcze dostarczają energii. A do czego są nam potrzebne witaminy? W jaki sposób związki te wpływają na prawidłowe funkcjonowanie organizmu?

Twoje cele

- Wskażesz różnice między enzymem, koenzymem i grupą prostetyczną.
- Wyjaśnisz, na czym polega rola witamin w reakcjach metabolicznych.
- Przeanalizujesz przykłady reakcji, w których witaminy pełnią funkcję koenzymów.

Przeczytaj

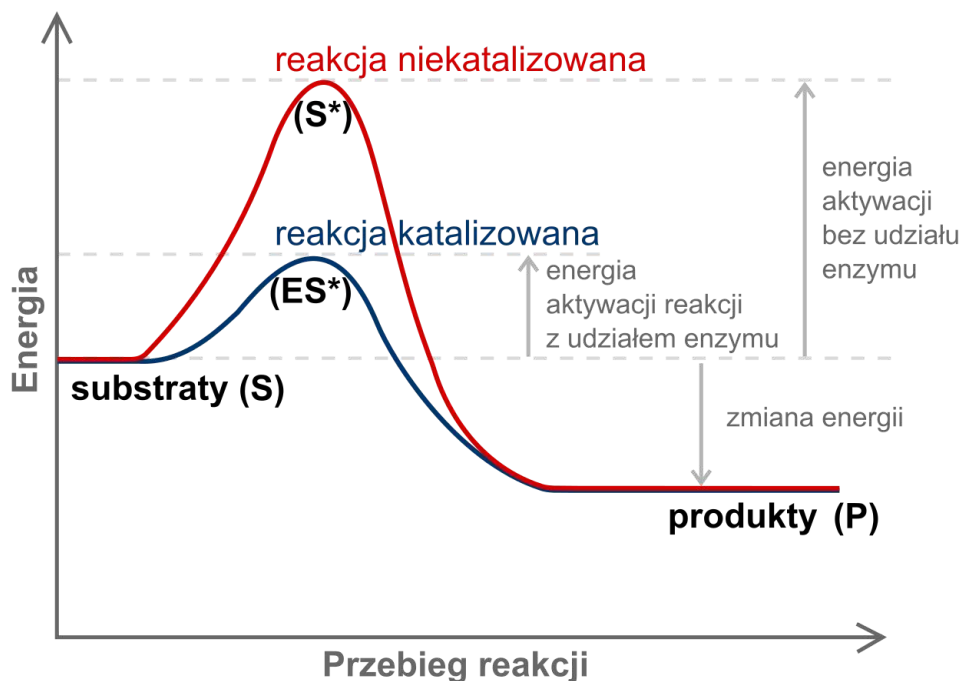
Witaminy

Witaminy są zróżnicowaną grupą drobnocząsteczkowych związków niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Większość z nich nie jest syntetyzowana w organizmie ludzkim, dlatego witaminy lub ich prekursorzy ([prowitaminy](#)) muszą być dostarczane wraz z pożywieniem. Zarówno ich niedobór ([hipowitaminoza](#)), jak i nadmiar ([hiperwitaminoza](#)) jest szkodliwy dla zdrowia. Według podstawowej klasyfikacji witaminy dzieli się na rozpuszczalne w tłuszczach (A, D, E, K) oraz w wodzie (B, C).

Pełniąc funkcję **koenzymów**, witaminy biorą udział w metabolizmie węglowodanów, białek i tłuszczów oraz w gospodarce mineralnej organizmu.

Enzym a koenzym

Enzymy to katalizatory, czyli substancje, które przyspieszają reakcje chemiczne zachodzące w komórkach. Są związkami organicznymi przeważnie należącymi do białek (choć również niektóre cząsteczki RNA mają właściwości katalityczne). Cechą charakterystyczną enzymów jest specyficzność w stosunku do substratu i typu katalizowanej reakcji.

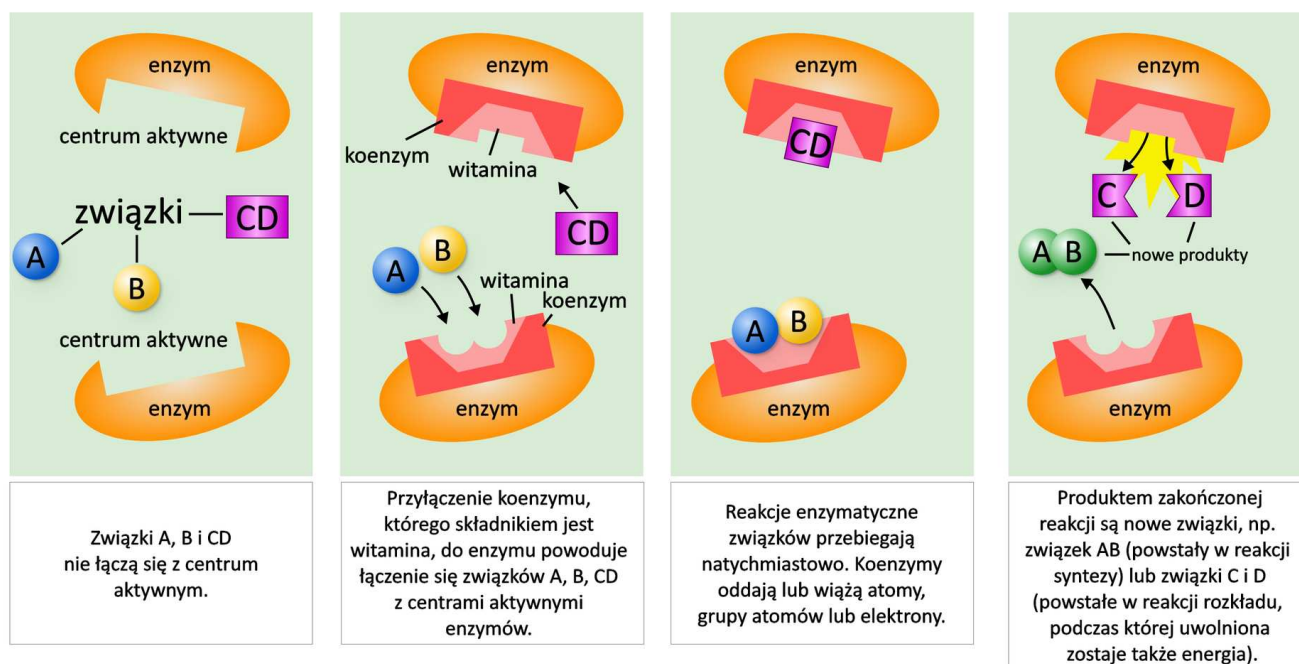


S – substrat, S^* – stan przejściowy, P – produkty końcowe, ES^* – stan pośredni.

Enzymy obniżają energię aktywacji, dzięki czemu zwiększa się szybkość reakcji.

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

Część białkowa enzymu, określana jako **apoenzym**, do specyficznego wiązania się z substratem wymaga zazwyczaj obecności jednostek niebiałkowych, tzw. **kofaktorów** (np. jonów nieorganicznych, **koenzymów**). Aktywne katalitycznie białko połączone z kofaktorem nazywa się **holoenzymem**.



Enzymy i koenzymy.

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

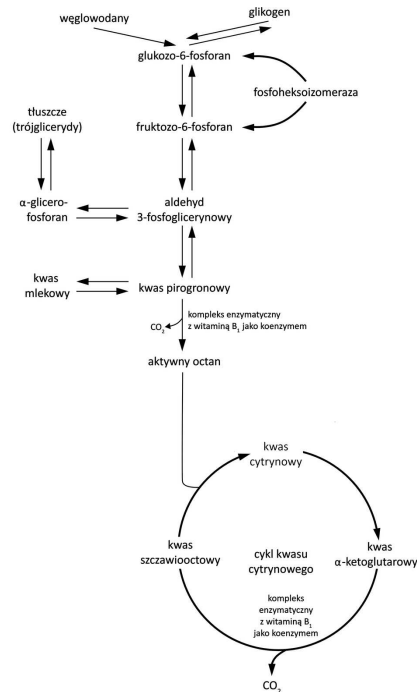
Niektóre kofaktory tworzą tzw. **grupy prostetyczne**. Są one silnie związane z białkiem poprzez wiązania kowalencyjne lub koordynacyjne i podczas reakcji enzymatycznej nie odłączają się od białka. Natomiast **koenzymy** są luźno związane z białkiem za pomocą wiązania niekowalencyjnego. Ich cechą charakterystyczną jest to, że podczas reakcji mogą się łączyć z różnymi cząsteczkami enzymu lub od nich odłączać. Koenzymami są m.in. witaminy.

Przykłady witamin jako koenzymów

Witamina B

Kompleks witamin B obejmuje witaminy: B₁ (tiaminę), B₂ (ryboflawinę), B₃ (niacynę), B₅ (kwas pantotenowy), B₆ (pirydoksynę), B₇ (biotynę), B₉ i B₁₁ (kwas foliowy – grupa związków chemicznych różnych form kwasu foliowego) oraz witaminę B₁₂ (kobalaminę). Związki te są niezbędne w wielu procesach biochemicznych. Ich niedobór m.in. wywołuje podrażnienia skóry, zmniejsza odporność na stres i prowadzi do zaburzeń metabolizmu.

- Tiamina (witamina B₁) jest kofaktorem karboksylazy, uczestniczącej w przemianach węglowodanów do aldehydu octowego i dwutlenku węgla.
- Ryboflawina (witamina B₂) to prekursor dinukleotydu flawinoadeninowego (FAD) oraz mononukleotydu flawinowego (FMN), będących koenzymami oksydoreduktaz.
- Niacyna (witamina B₃) stanowi składnik formy utlenionej dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego (NAD⁺) i estru fosforanowego dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego (NADP⁺), uczestniczących w metabolizmie węglowodanów, syntezie i modyfikacji cholesterolu oraz metabolizmie związków azotowych.
- Kwas pantotenowy (witamina B₅) jest składnikiem koenzymu A – nośnika grup acylowych podczas cyklu kwasu cytrynowego.

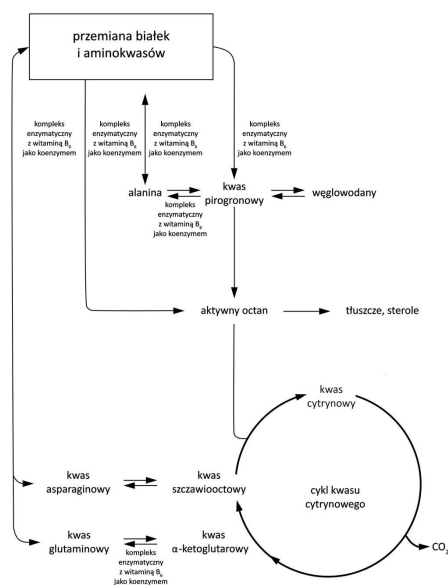


Witamina B1 jako koenzym w oddychaniu komórkowym i powiązanych szlakach.

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

Witaminy B₆, B₇ i B₉ są kofaktorami enzymów biorących udział w przemianach aminokwasów.

- Witamina B₆ uczestniczy w wydłużaniu łańcuchów kwasów tłuszczowych oraz produkcji hormonów (serotoniny, adrenaliny).
- Witamina B₇ bierze udział w syntezie tłuszczu i glikogenu.
- Witamina B₉, podobnie jak witamina B₁₂, uczestniczy w metabolizmie kwasów nukleinowych.



Witamina C

Witamina C (kwas askorbinowy) jest powszechnie kojarzona z dobroczynnym wpływem na odporność oraz aktywnością antyoksydacyjną.

Ciekawostka

W epoce wielkich odkryć geograficznych, na przełomie XVI i XVII w., niedobór witaminy C, prowadząc do choroby zwanej szkorbutem (gnilcem), stał się jedną z głównych przyczyn śmierci żeglarzy. Było to spowodowane ubogą dietą podczas długich rejsów. Do głównych objawów skorbutu należą krwawienia z dziąseł, stawów oraz wypadanie zębów. W XVIII w. odkryto, że spożywanie soku z owoców cytrusowych może zapobiegać tej chorobie i ją leczyć.

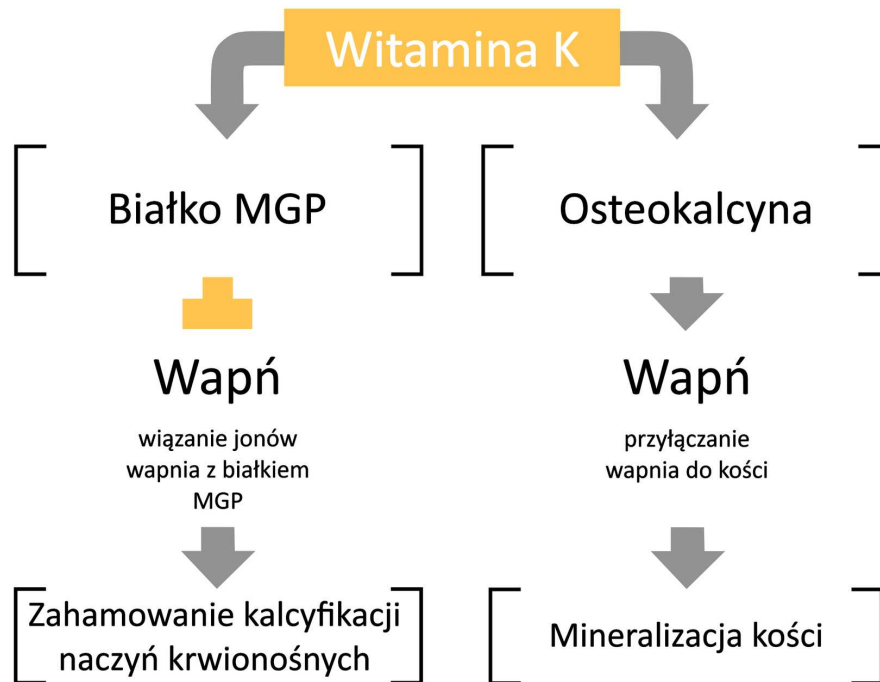
Współczesna dieta jest bogata w witaminę C, dlatego dziś szkorbut występuje rzadko.

Kwas askorbinowy jest pochodną sacharydów. Wykazuje silne działanie redukujące, które umożliwia utrzymanie aktywności katalitycznej enzymów zawierających jony metali w centrum aktywnym. Witamina C uczestniczy przede wszystkim w syntezie kolagenu, jako kofaktor hydroksylazy prolinowej oraz hydroksylazy lizynowej. Dzięki obecności sąsiadujących ze sobą grup hydroksylowej i karbonylowej jest donorem wodoru lub elektronów wykorzystywanych podczas hydroksylacji prokolagenu w kolagen. Niedobór witaminy C często występuje u palaczy (dym tytoniowy ogranicza jej przyswajanie), u których w konsekwencji pojawiają się zmarszczki mimiczne. Nie jest natomiast znany toksyczny wpływ zbyt dużej podaży witaminy C. W przypadku przyjęcia nadmiernych ilości tej substancji organizm zaprzestaje jej wchłaniania z układu pokarmowego i wydala ją z moczem w postaci kwasu moczowego i szczawianów. Z tego względu prowadzi się badania wpływu dużych dawek witaminy C na ryzyko wystąpienia kamicy nerkowej.

Ciekawostka

Kwas askorbinowy syntetyzowany jest u większości kręgowców. Wyjątkiem są: naczelne, kawia domowa (potocznie świnka morska), pstrąg, łosoś i niektóre rasy psów (np. dalmatyńczyk), które pobierają witaminę C z pożywieniem.

Witamina K



Działanie witaminy K w mineralizacji tkanki kostnej i zapobieganiu kalcyfikacji naczyń.

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

Witamina K dostarczana jest do organizmu z produktami sojowymi oraz pochodzenia zwierzęcego. Bierze udział m.in. w syntezie białek kości (np. osteokalcyny – białka transportującego do kości jony wapnia: Ca^{2+}) oraz czynników krzepnięcia krwi (II, VII, IX i X). Rola tego związku polega na potranslacyjnej obróbce białek. Witamina K jest m.in. kofaktorem dla enzymu γ -karboksylazy, katalizującego reakcję karboksylacji kwasu glutaminowego do kwasu γ -karboksylglutaminowego. Proces ten jest niezbędny do syntetyzowania czynników krzepnięcia krwi, a następnie przekształcenia protrombiny (czynnika II) w trombinę. Z kolei trombina umożliwia powstanie fibryny – białka tworzącego rusztowanie skrzepu i dzięki temu tamującego krwotoki. Ponadto witamina K zmniejsza ryzyko zwapnienia naczyń krwionośnych poprzez udział w karboksylacji tzw. białka MGP, co umożliwia jego wiązanie się z jonami Ca^{2+} . Zapobiega to odkładaniu się wapnia i fosforu w ścianie naczyń krwionośnych, a w rezultacie pozwala zachować ich prawidłową średnicę.

Słownik

apoenzym

białkowa część enzymu

białko MGP

(ang. *matrix Gla protein*) białko Gla macierzy kostnej; wiąże wapń i uczestniczy w kontroli mineralizacji kości

grupa prostetyczna

rodzaj kofaktora; silnie związana z enzymem jednostka niebiałkowa

hiperwitaminoza

zespół objawów wywołany nadmiarem witamin, przede wszystkim tych, które mogą być magazynowane w organizmie (A, D, E, K)

hipowitaminoza

zespół objawów wywołanych zbyt małą ilością jednej lub kilku witamin; hipowitaminoza powstaje na skutek niedoboru witamin w diecie lub w wyniku upośledzenia wchłaniania witamin z pożywienia, działania leków albo niezaspokojonego zwiększonego zapotrzebowania w przebiegu ciąży lub chorób

holoenzym

w pełni aktywny enzym, składający się z apoenzymu i kofaktora

koenzym

rodzaj kofaktora; niebiałkowy składnik białek enzymatycznych, niezbędny do swego wiązania substratów; luźno związany z enzymem

kofaktor

niebiałkowy składnik holoenzymu, niezbędny do prawidłowego działania enzymu

prowitamina

związek chemiczny, który w wyniku reakcji chemicznych zostaje przekształcony w witaminę

Film samouczek

Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie wymień witaminy, które pełnią funkcję koenzymów.



Witaminy jako koenzymy



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RHTAK3BWSWB63>

Witaminy jako koenzymy.

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

Film pod tytułem: „Witaminy jako koenzymy.”

Polecenie 2

Opisz jedną funkcję witaminy K jako kofaktora.

Polecenie 3

Scharakteryzuj rolę karboksylaz w syntezie kwasów tłuszczowych, w odpowiedzi uwzględniając ich kofaktory.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Witaminy są...

☐ koenzymami.

☐ holoenzymami.

☐ apoenzymami.

☐ grupami prostetycznymi.

Ćwiczenie 2



Przyporządkuj pojęcia do ich definicji.

Apoenzym

Rodzaj kofaktora, niebiałkowy składnik białek enzymatycznych, niezbędny do swoistego wiązania substratów; luźno związany z enzymem.

Holoenzym

W pełni aktywny enzym.

Koenzym

Rodzaj kofaktora, jednostka niebiałkowa silnie związana z enzymem.

Grupa prostetyczna

Białkowa część enzymu.

Ćwiczenie 3



Wskaż twierdzenia zawierające prawdziwe informacje.

☐

Witamina K jest kofaktorem enzymów biorących udział w metabolizmie węglowodanów.

☐

Składnikiem NAD^+ i NADP^+ jest niacyna (witamina B_3).

☐

Biotyna (witamina B_7) jest prekursorem FAD i FMN.

☐

Tiamina (witamina B_1) jest koenzymem oksydoreduktaz.

Ćwiczenie 4



Dopasuj nazwę chemiczną do odpowiedniej witaminy z grupy B.

B_3

kwask foliowy

B_6

niacyna

B_9

kwask pantotenowy

B_5

ryboflawina

B_2

pirydoksyna

B_1

tiamina

Ćwiczenie 5



Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Witaminy C i B ₇ są kofaktorami biorącymi udział w syntezie glikogenu.	☐	☐
Witaminy B ₉ i B ₁₂ są kofaktorami biorącymi udział w metabolizmie kwasów nukleinowych.	☐	☐
Witaminy B ₆ , B ₇ i B ₉ są kofaktorami biorącymi udział w metabolizmie aminokwasów.	☐	☐
Witamina K jest kofaktorem oksydoreduktaz.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tekst odpowiednimi pojęciami.

Związkami funkcjonującymi ogólnie jako koenzymy są . Oznacza to, że ich obecność działanie enzymów. Koenzymy są jednostkami przyłączonymi do . Obie te jednostki tworzą tzw. , który jest aktywną postacią enzymu.

apoenzymu

holoenzym

witaminy z grupy B

białkowe

niebiałkowymi

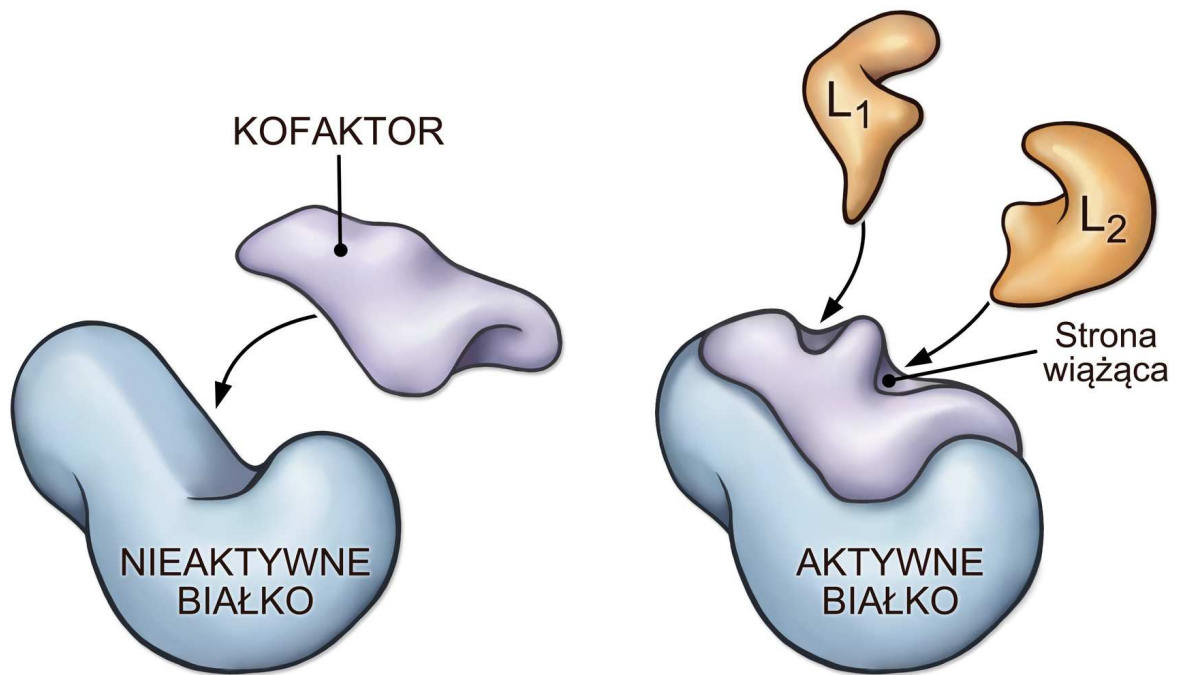
spowalnia

umożliwia

przyspiesza

witaminy rozpuszczalne w tłuszczach

Ćwiczenie 7



Schemat działania kofaktorów.

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

Przeanalizuj powyższy schemat i wyjaśnij, co to są kofaktory.

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, dlaczego prawidłowa dieta powinna zawierać witaminy i prowitaminy.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Daria Reczyńska

Przedmiot: Biologia

Temat: Witaminy jako koenzymy

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.

2. Odżywianie się. Uczeń:

- 1) przedstawia rolę nieorganicznych i organicznych składników pokarmowych w odżywianiu, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin;

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;

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

1) Odżywianie się. Uczeń:

c) przedstawia rolę nieorganicznych i organicznych składników pokarmowych w odżywianiu człowieka, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin,

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):

- Wskażesz różnice między enzymem, koenzymem i grupą prostetyczną.
- Wyjaśnisz, na czym polega rola witamin w reakcjach metabolicznych.
- Przeanalizujesz przykłady reakcji, w których witaminy pełnią funkcję koenzymów.

Strategie nauczania:

- nauczanie wyprzedzające;
- konstruktywizm;
- konektywizm;

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- burza mózgów;
- gwiazda pytań;
- 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;
- telefony z dostępem do internetu;
- arkusze papieru, flamastry, magnesy.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel rozdaje uczniom gwiazdę pytań dotyczącą podstawowych informacji na temat witamin. Każdy indywidualnie odpowiada na pytania zawarte na schemacie.
2. Nauczyciel przedstawia uczniom temat i cele lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel rozpoczyna burzę mózgów, mówiąc: „W każdej sekundzie w naszym organizmie zachodzą tysiące reakcji chemicznych. Od czego zależy ich szybkość?”. Uczniowie wymieniają czynniki wpływające na metabolizm, wskazują rolę enzymów jako katalizatorów reakcji.
2. Uczniowie zapoznają się z filmem samouczkiem zawartym w e-materiale, a następnie wykonują polecenie nr 1, w którym mają za zadanie wymienić witaminy pełniące funkcję koenzymów.
3. Uczniowie indywidualnie zapoznają się z tekstem zamieszczonym w sekcji „Przeczytaj”, a następnie wykonują w parach ćwiczenie nr 7, w którym mają za zadanie wyjaśnić – na podstawie analizy schematu – co to są kofaktory. Wybrane osoby przedstawiają odpowiedź na forum klasy.
4. Nauczyciel dzieli uczniów na 4-osobowe grupy. Każda z nich otrzymuje arkusz papieru i flamastry. Na podstawie tekstu zamieszczonego w sekcji „Przeczytaj” uczniowie wykonują w zespołach mapę myśli związaną z rolą witamin jako koenzymów.
5. Zespoły kolejno prezentują wyniki swojej pracy. Nauczyciel w razie potrzeby dopowiada potrzebne informacje lub koryguje błędy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie odpowiadają na pytania podsumowujące lekcję:
 - Co to jest kofaktor?
 - Jaka jest różnica pomiędzy grupą prostetyczną a koenzymem?
 - Dlaczego prawidłowa dieta powinna zawierać witaminy i prowitaminy?
 - Na czym polega rola witamin w reakcjach enzymatycznych?

Praca domowa:

- Wykonaj ćwiczenia od 1 do 6 zawarte w e-materiale.

Materiały pomocnicze:

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 66.21 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka:

Film samouczek może zostać wykorzystany w fazie przygotowującej do lekcji.