



Biologiczne funkcje aminokwasów

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



Biologiczne funkcje aminokwasów

Orzechy włoskie są dobrym źródłem różnych aminokwasów, m.in. waliny, leucyny, izoleucyny, treoniny, lizyny, metioniny, fenyloalaniny i tryptofanu.

Źródło: Tom Hermans, Unsplash, domena publiczna.

Aminokwasy to związki organiczne, które dzieli się na białkowe i niebiałkowe. Oba rodzaje pełnią wiele istotnych funkcji biologicznych w organizmie. **Aminokwasy białkowe** wchodzą w skład białek, czyli cząsteczek stanowiących główny materiał budulcowy naszego organizmu. Są niezbędne do tego, aby mógł on poprawnie funkcjonować – odpowiadając za wiele kluczowych dla życia procesów, warunkują utrzymanie homeostazy w ustroju. Stanowią również źródło energii. Część z nich syntetyzowana jest w organizmie, pozostałe zaś muszą być dostarczane z pokarmem. Natomiast **aminokwasy niebiałkowe** nie występują w białkach, dlatego nie pełnią funkcji budulcowych: odgrywają natomiast rolę metabolitów pośrednich w procesach metabolicznych lub uczestniczą w przemianach aminokwasów białkowych.

Twoje cele

- Wykażesz różnice pomiędzy aminokwasami endogennymi i egzogennymi.
- Omówisz funkcje aminokwasów białkowych i przykładowych aminokwasów niebiałkowych.

Przeczytaj

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

budowę i właściwości fizykochemiczne aminokwasów.

Pochodzenie aminokwasów

Rośliny i bakterie potrafią syntetyzować wszystkie potrzebne aminokwasy, natomiast zwierzęta tylko niektóre. Te, które organizm zwierzęcy potrafi wytwarzać, to aminokwasy endogenne, natomiast te, których nie jest w stanie sam syntetyzować i musi pozyskiwać je z pożywienia, to aminokwasy egzogenne. Zwierzęta różnią się między sobą zdolnością do syntezy poszczególnych aminokwasów.

Aminokwasy endogenne dla człowieka	Aminokwasy egzogenne dla człowieka
alanina	arginina*
asparagina	fenyloalanina
cysteina	histydyna*
glicyna	izoleucyna
glutamina	leucyna
kw. asparaginowy	lizyna
kw. glutaminowy	metionina
prolina	treonina
seryna	tryptofan
tyrozyna	walina

* Arginina i histydyna to aminokwasy względnie egzogenne – organizm człowieka nie potrafi ich wytwarzać w okresie szybkiego wzrostu lub podczas wysiłku.

Aminokwasy białkowe

W organizmie człowieka aminokwasy pełnią szereg zróżnicowanych funkcji. Związki te są jednostkami budulcowymi białek. Udział w łańcuchu polipeptydowym aminokwasów o różnym charakterze nadaje białkom ich specyficzne właściwości i warunkuje różnorodność pełnionych przez nie funkcji.

Nie wszystkie aminokwasy są jednak wbudowywane w strukturę białek – wiele z nich występuje w komórkach w stanie wolnym i bierze udział w różnych przemianach metabolicznych. Niektóre aminokwasy odgrywają rolę w przekazywaniu impulsów nerwowych lub są prekursorami zasad azotowych.

Biologiczne funkcje aminokwasów endogennych

Alanina
Występuje w przyrodzie w dwóch odmianach izomerycznych: alfa-alanina i beta-alanina. Izomer alfa-alanina jest składnikiem wielu białek, a w postaci wolnej występuje w osoczu krwi. Izomer beta-alanina występuje m.in. w kwasie pantotenowym (witamina B5).
Asparagina
Cysteina
Glicyna (kwas alfa-aminooctowy)
Glutamina
Kwas asparaginowy
Kwas glutaminowy
Prolina
Seryna
Tyrozyna

Biologiczne funkcje aminokwasów egzogennych

Arginina

To aminokwas względnie egzogeny, będący powszechnym składnikiem białek – szczególnie duże ilości argininy występują w białkach jąder komórkowych (w [histonach](#) do ok. 80%). Arginina służy do gromadzenia i przenoszenia azotu w żywym organizmie. Bierze udział w [cyklu mocznikowym](#) i syntezie kreatyny.

Fenylalanina

Histydyna

Izoleucyna

Leucyna

Lizyna

Metionina

Treonina

Tryptofan

Walina

Aminokwasy niebiałkowe

W komórkach obecne są również tzw. aminokwasy niebiałkowe – nie wchodzi one w skład białek, lecz są [homologami](#), [izomerami](#) lub pochodnymi aminokwasów białkowych.

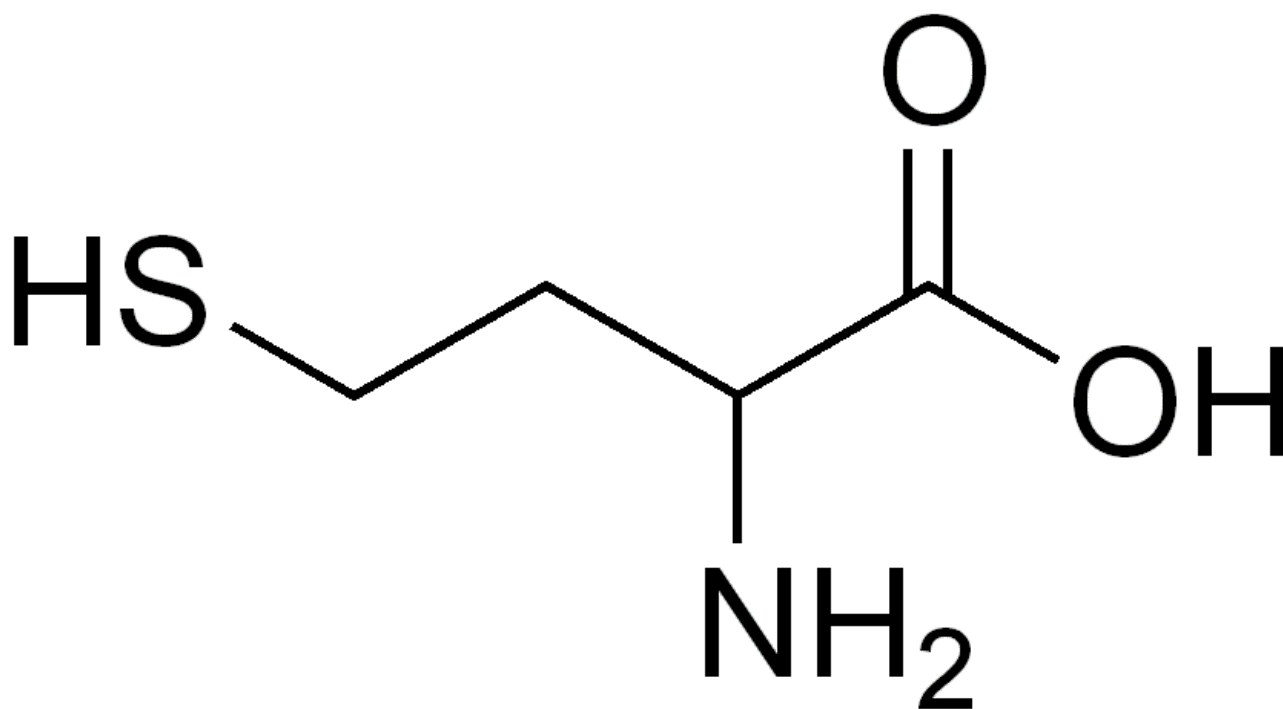
Aminokwasy niebiałkowe występują najczęściej w roślinach (np. allicyna) i mikroorganizmach (np. D-aminokwasy), a nieliczne u zwierząt (beta-alanina, tauryna). Niektóre aminokwasy niebiałkowe roślin wywołują u zwierząt zaburzenia czynności życiowych, np. [latryzm](#).

Do aminokwasów niebiałkowych należą m.in.: homocysteina, hydroksyprolina, karnityna, kwas gamma-aminomasłowy (GABA), ornityna, cytrulina i kwas argininobursztynowy, penicylamina oraz sarkozyna.

Biologiczne funkcje wybranych aminokwasów niebiałkowych

Homocysteina

Jest aminokwasem siarkowym, powstającym podczas **demetylacji** metioniny (pochodzącej ze spożywanego białka). Podwyższony poziom tego aminokwasu w osoczu krwi (hiperhomocysteinemia) może prowadzić do: chorób układu krążenia (udar mózgu, miażdżyca, zawał), układu nerwowego (choroba Alzheimera) oraz nowotworów.



Homocysteina.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Hydroksyprolina

Karnityna

Kwas gamma-aminomasłowy (GABA)

Ornityna, cytrulina i kwas argininobursztynowy

Penicylamina

Sarkozyna

Słownik

chelaty

związki kompleksowe charakteryzujące się wysoką trwałością; powstają przez połączenie substancji organicznej z pierwiastkiem metalu; są szeroko stosowane m.in. w analizie chemicznej i w zatruciach metalami ciężkimi; chelatem są np.: zielony barwnik roślinny – chlorofil, barwnik czerwonych ciałek krwi – hem

chiralność

właściwość obiektu polegająca na tym, że nie pokrywa się on ze swoim odbiciem w płaskim zwierciadle – obiekt i jego odbicie mają się tak do siebie, jak lewa ręka w stosunku do prawej; właściwość tę mają cząsteczki niektórych związków chemicznych, zwane związkami chiralnymi

cykl mocznikowy

cykl reakcji u zwierząt ureotelicznych prowadzący do wytworzenia mniej toksycznego mocznika (H_2NCONH_2) z dwutlenku węgla oraz toksycznego amoniaku pochodzącego z przemian aminokwasów białkowych

demetylacja

usunięcie grupy metylowej

enancjomery

izomery przestrzenne, których cząsteczki mają się tak do siebie, jak przedmiot do swego odbicia w zwierciadle płaskim; cząsteczki enancjomerów są **chiralne**; mają takie same właściwości fizyczne i chemiczne, różnią się jedynie kierunkiem skręcania płaszczyzny polaryzacji światła spolaryzowanego liniowo; odmiany lewoskrętne oznaczane są symbolem minus (-), a prawoskrętne symbolem plus (+); zachowują się odmiennie w środowisku chiralnym, np. w organizmach żywych

glutation

tripeptyd złożony z kwasu glutaminowego, cysteiny i glicyny; występuje we wszystkich tkankach roślinnych i zwierzęcych; dzięki odwracalnej reakcji odrywania lub przyłączania elektronów może działać w ustroju jako układ oksydo-redukcyjny, chroniący grupy -SH białek przed utlenieniem; bierze udział w procesie oddychania; jest koenzymem niektórych enzymów oksydo-redukcyjnych

histamina

hormon tkankowy z grupy amin biogennych, produkt dekarboksylacji histydyny; magazynowana w komórkach tłuszczowych w formie nieczynnej; uwalniana pod wpływem wielu czynników (np. zmiany temperatury i pH) oraz procesów uszkodzających tkanki (np. reakcja antygen-przeciwciała); wiąże się ze swoistymi receptorami; podczas reakcji zapalnych rozszerza naczynia krwionośne oraz zwiększa ich przepuszczalność

histony

grupa globularnych białek bogatych w reszty argininy i lizyny, co nadaje im właściwości zasadowe; histony występują w jądrach komórkowych (w chromosomach) roślin i zwierząt w kompleksie z DNA zwanym chromatyną (stanowią 25–40% masy chromatyny); duża zawartość dodatnio naładowanych grup aminowych histonów neutralizuje oddziaływania ujemnie naładowanych grup fosforanowych DNA; daje to możliwość nawinięcia się cząsteczek DNA wokół białek histonowych i upakowania długich nici DNA

homologi

związki organiczne należące do tego samego szeregu homologicznego
izomery

związki chemiczne o cząsteczkach nieróżniących się od siebie ani masą, ani liczbą atomów, ani też ich rodzajem, a różniące się sposobem lub kolejnością powiązania tych atomów lub też rozmieszczeniem ich w przestrzeni

kadaweryna

amina biogenna, produkt dekarboksylacji aminokwasu lizyny; powstaje w procesach gnilnych ciał białkowych (np. mięsa), głównie pod wpływem enzymów bakteryjnych; jest trująca

kwask pantotenowy

witamina z grupy B (B₅), składnik koenzymu A; rozpowszechniona w świecie roślin, zwierząt i drobnoustrojów; w większych ilościach występuje w drożdżach, wątrobie, żółtku jaj, mleku

latyryzm

choroba pojawiająca się po spożyciu zbyt dużej ilości nasion roślin strączkowych z rodzaju groszek (*Lathyrus*); neurotoksyny zawarte w tych roślinach powodują porażenie mięśni kończyn dolnych u człowieka lub kończyn tylnych u zwierząt, ogólną słabość mięśniową i sztywność mięśni szkieletowych

proteazy serynowe

enzymy degradujące białka poprzez hydrolizę wiązań peptydowych; w miejscu aktywnym mają resztę seryny; zalicza się do nich m.in. chymotrypsynę i trypsynę

serotonina

enteroamina, 5-hydroksytryptamina; monoamina, ważny przekaźnik nerwowy (neuroprzekaźniki), jest hormonem tkankowym; występuje w obwodowym i ośrodkowym układzie nerwowym, ale też poza nim; współdziała w regulacji snu, odpowiada za ciśnienie krwi, apetyt i funkcjonowanie układu pokarmowego

witamina B₆, pirydoksyna

witamina biorąca udział w przemianie kwasu linolowego i linolenowego, będąca koenzymem enzymów biorących udział w przemianie aminokwasów oraz odgrywająca rolę w syntezie serotoniny i amin katecholowych; pirydoksyna występuje w produktach pochodzenia roślinnego i zwierzęcego (otręby ryżowe, kielki zbóż, seler, sałata zielona, papryka, mięso), a także w drożdżach; niedobór witaminy B prowadzi m.in. do wystąpienia osłabienia, zaburzeń snu, niedokrwistości, objawów zaburzeń nerwów rdzeniowych i depresji, powstania złożeń szczawianu wapnia i wzrostu ilości kwasu szczawowego w osoczu i moczu

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/PJvW4vChO>

Aminokwasy to pochodne węglowodorów – zawierają co najmniej jedną grupę aminową $-NH_2$ i jedną grupę karboksylową $-COOH$. Ich nazwa pochodzi od pełnego określenia chemicznego – kwas alfa-amino-karboksylowy.

Aminokwasy dzieli się przede wszystkim na białkowe i niebiałkowe. W naturze występuje ponad 300 tych związków, jednak tych podstawowych, które tworzą organizmy żywe, nazywane białkowymi lub biogennymi, można wyróżnić tylko 20. Dzieli się one na endogenne i egzogenne.

Aminokwasy endogenne to takie, które organizm syntetyzuje samodzielnie. Należą do nich: alanina, kwas asparaginowy, asparagina, kwas glutaminowy, seryna, glicyna, cysteina, glutamina, prolina i tyrozyna. Natomiast aminokwasy egzogenne, również niezbędne do życia, nie są syntetyzowane w organizmie – z tego powodu bardzo ważna jest odpowiednia dieta, dostarczająca organizmowi aminokwasów, których nie jest on w stanie sam wytworzyć. Należą do nich: leucyna, izoleucyna, lizyna, metionina, fenyloalanina, treonina, tryptofan oraz walina. Dwa inne aminokwasy zaliczane do tej grupy – arginina i histydyna – to tak zwane aminokwasy względnie egzogenne. Są produkowane w ilościach wystarczających dla człowieka dorosłego, ale zbyt małej dla rozwijającego się organizmu, dlatego powinny się znaleźć w diecie dzieci i młodzieży. Arginina występuje w mięsie, ale też m.in. w kaszy gryczanej, orzechach i sezamie. Histydyna jest składnikiem głównie mięsa i nabiału. Źródłami pokarmowymi zawierającymi wszystkie niezbędne aminokwasy są głównie pokarmy pochodzenia zwierzęcego – mięso, owoce morza, jajka, nabiał. Zawierają je również między innymi soja i komosa ryżowa, a także spirulina, będąca rodzajem niebiesko zabarwionych sinic.

W zależności od typu aminokwasy białkowe pełnią różne funkcje w organizmie człowieka. Najważniejszą jest ich funkcja budulcowa – są niezbędne do prawidłowego wzrostu i działania ustroju. Ponadto biorą udział w produkcji hormonów, enzymów i neuroprzekaźników. Odgrywają niezwykle ważną rolę w procesach układu nerwowego. Wspomagają regenerację uszkodzonej skóry, mięśni i innych komórek ciała. Współdziałają w procesie metabolizmu węglowodanów i tłuszczów.

Również aminokwasy niebiałkowe, stanowiące ogromną grupę aminokwasów, pełnią różnorodne funkcje w wielu istotnych procesach: bezpośrednio lub pośrednio wpływają na przebieg licznych przemian metabolicznych naszego organizmu. Bez ich udziału wiele szlaków metabolicznych nie mogłoby zachodzić lub ich przebieg byłby nieprawidłowy. Do najczęściej występujących aminokwasów niebiałkowych należą: beta-alanina, która jest składnikiem koenzymu A, biorącego udział m.in. w oddychaniu tlenowym; kwas gamma-aminomasłowy – neuroprzekaźnik o charakterze hamującym; ornityna i cytrulina – metabolity cyklu mocznikowego; tyroksyna i trijodotyronina – hormony tarczycy; homocysteina – metabolit aminokwasów siarkowych; oraz homoseryna, będąca metabolitem seryny i biorąca również udział w przemianach metioniny, izoleucyny i treoniny. Aminokwasy niebiałkowe występują najczęściej w roślinach – na przykład allicyna, której źródłem są między innymi czosnek i cebula. Ma ona charakterystyczny zapach i działa silnie bakteriobójczo. Aminokwasy niebiałkowe występują również w mikroorganizmach – niektóre z nich stosuje się jako składniki antybiotyków. Należy do nich cykloseryna, wykorzystywana w leczeniu gruźlicy. Nieliczne aminokwasy niebiałkowe występują u zwierząt, np. tauryna, której źródłem w diecie człowieka są m.in. ostrygi i mięso indyka. Warto wspomnieć, że w przypadku kotów tauryna jest aminokwasem egzogennym – bardzo duże jej ilości występują w mięsie gryzoni. Również u innych ssaków zestaw aminokwasów egzogennych może być odmienny niż u człowieka.

Biologiczne funkcje aminokwasów.

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

Polecenie 1

Zapoznaj się z treścią audiobooka, a następnie wykonaj polecenie.

Wyjaśnij, dlaczego arginina i histydyna zaliczane są do aminokwasów względnie egzogennych.

Polecenie 2

Dokonaj w postaci graficznej klasyfikacji aminokwasów według różnych kryteriów.

Polecenie 3

Omów na wybranych przykładach skutki niedoboru aminokwasów egzogennych w dziecie człowieka.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przyporządkuj aminokwasy do odpowiednich grup.

Aminokwasy endogenne

Aminokwasy egzogenne

tryptofan

tyrozyna

glutamina

kwas asparaginowy

metionina

izoleucyna

walina

treonina

seryna

alanina

Ćwiczenie 2



Połącz podane aminokwasy z główną funkcją, którą pełnią w organizmie.

Arginina

Oddziałuje na układ odpornościowy i nerwowy, bierze udział w cyklu Krebsa.

Kwas asparaginowy

Prekursor serotoniny; wpływa na prawidłowe funkcjonowanie i perystaltykę jelit.

Tryptofan

Służy do gromadzenia i przenoszenia azotu w żywym organizmie.

Ornityna, cytrulina i kwas argininobursztynowy

Aminokwasy niebiałkowe; biorą udział w cyklu mocznikowym, wpływają na przebieg wielu przemian metabolicznych.

Ćwiczenie 3



Uzupełnij tekst właściwymi wyrażeniami.

Aminokwasy pełnią różnorodne funkcje biologiczne. Aminokwas jest prekursorem hormonu tyreksyny, natomiast jest prekursorem kwasu GABA. Z kolei określana jest jako prekursor histaminy, która odgrywa ważną rolę w reakcjach zapalnych. Tryptofan to aminokwas będącym prekursorem .

serotoniny

treonina

kwas glutaminowy

histydyna

tyrozyna

kwas asparaginowy

waliny

Ćwiczenie 4



Aminokwas ten należy do aminokwasów egzogennych. Niedobór enzymu, który go metabolizuje, powoduje chorobę objawiającą się mysim zapachem moczu i upośledzeniem umysłowym.

Wskaż aminokwas, o którym jest mowa w powyższym opisie.

☐ Seryna

☐ Kwas asparaginowy

☐ Fenyloalanina

☐ Alanina

Ćwiczenie 5



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
W przyrodzie występuje ponad 300 rodzajów aminokwasów, z których wszystkie wchodzą w skład białek.	☐	☐
Aminokwasy dzielimy na cztery główne grupy: białkowe i niebiałkowe oraz endogenne i egzogenne.	☐	☐
Wszystkie aminokwasy białkotwórcze to aminokwasy endogenne, czyli syntetyzowane przez organizm człowieka.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Spośród podanych aminokwasów wybierz **aminokwasy niebiałkowe**.

☐ GABA

☐ Cysteina

☐ Homocysteina

☐ Ornityna

☐ Metionina

☐ Homoseryna

☐ Lizyna

Ćwiczenie 7



„Glutamina (Gln) jest najbardziej rozpowszechnionym aminokwasem w organizmie. Podobnie jak w innych tkankach, w ośrodkowym układzie nerwowym (OUN) Gln jest zaangażowana w przemiany energetyczne komórki (...), metabolizm amoniaku i syntezę neuroprzekaźników: pobudzającego glutaminianu (Glu) i hamującego kwasu gamma-aminomasłowego (GABA).

(...) komórki nowotworowe metabolizują znacznie większe ilości Gln niż jakiegokolwiek innego aminokwasu. Gln jest z jednej strony źródłem energii dla komórek nowotworowych, z drugiej zaś – prekursorem wielu związków biologicznie czynnych. Liczne dane literaturowe wskazują na bezpośredni związek między obecnością Gln w pożywce a intensywnością proliferacji komórek różnych linii nowotworowych, ich adhezyjnością oraz poziomem syntezy DNA i białek. Ponadto powstający z Gln Glu jest prekursorem syntezy glutationu – głównego antyoksydantu komórkowego, w dużej mierze odpowiedzialnego za oporność nowotworów na radioterapię i chemioterapię”.

Źródło: Monika Szeliga, *Glutamina w glejopochodnych komórkach nowotworowych*, Zimowa Szkoła Instytutu Farmakologii PAN, Kraków 2012.

Na podstawie powyższego fragmentu wykaż związek między poziomem podaży glutaminy a intensywnością proliferacji komórek u osoby chorej na nowotwór OUN.

Ćwiczenie 8



„[Fenyloketonuria] jest (...) dziedziczną chorobą metaboliczną, która polega na braku hydroksylazy fenyloalaninowej – enzymu katalizującego przemianę fenyloalaniny w tyrozynę. W rezultacie u chorych spożywających normobiałkową dietę (0,8 g/kg mc./d.), która zawiera około 5% fenyloalaniny, dochodzi do znacznego podniesienia poziomu tego aminokwasu we krwi – nawet powyżej 20 razy w stosunku do osób zdrowych. Konsekwencje niewykrycia choroby i niewdrożenia leczenia mogą być bardzo groźne. Nadmiar fenyloalaniny oraz jej nieprawidłowych metabolitów prowadzi do uszkodzenia układu nerwowego, a w konsekwencji do upośledzenia umysłowego, zaburzeń neurologicznych i gorszego rozwoju fizycznego, a zmiany te mają charakter nieodwracalny”.

Źródło: Małgorzata Ewa Drywień, Jakub Dźwigala, Marzanna Staszewska-Skurczyńska, *Znaczenie aminokwasów rozgałęzionych w żywieniu człowieka oraz profilaktyce i przebiegu niektórych chorób*, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu” 2013, t. 19(48), nr 3.

Na podstawie przedstawionego fragmentu oceń poprawność sformułowania: „Fenyloketonuria jest chorobą związaną z zaburzeniem metabolizmu aminokwasów i może być z powodzeniem leczona odpowiednią dietoterapią”. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Biologiczne funkcje aminokwasów

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

Podstawa programowa:

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):

- Wykażesz różnice pomiędzy aminokwasami endogennymi i egzogennymi.
- Omówisz funkcje aminokwasów białkowych i przykładowych aminokwasów niebiałkowych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;

- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- mapa pojęć;
- praca z audiobookiem;
- analiza tekstu źródłowego.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- 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. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Biologiczne funkcje aminokwasów”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 (polegającego na przyporządkowaniu aminokwasów do odpowiedniej grupy) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.
2. Uczniowie przypominają sobie informacje zawarte w e-materiale „Budowa i właściwości fizykochemiczne aminokwasów”, zwracając uwagę na różne kryteria klasyfikacji aminokwasów ze względu na budowę chemiczną.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel sprawdza wykonanie ćwiczenia rozwiązanego przez uczniów w domu. Następnie uczniowie na podstawie własnej wiedzy i tekstu, z którym zapoznali się przed lekcją, przygotowują w parach mapę pojęć dotyczącą tematu zajęć: przedstawiającą podział aminokwasów na egzo- i endogenne oraz ich funkcje biologiczne.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z audiobookiem pt. „Biologiczne funkcje aminokwasów”.** Uczniowie zapoznają się z materiałem udostępnionym przez nauczyciela. Następnie wykonują polecenie nr 1: wyjaśniają, dlaczego arginina i histydyna zaliczane są do aminokwasów względnie egzogennych. Chętna osoba przedstawia odpowiedź na forum klasy, a pozostali uczniowie oceniają jej poprawność. Ewentualne wątpliwości rozstrzyga nauczyciel.
2. **Mapa pojęć.** Uczniowie, korzystając z informacji zawartych w audiobooku, weryfikują i ewentualnie poprawiają lub uzupełniają mapy pojęć stworzone we wstępnej fazie lekcji.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 i 8 (odnoszące się do tekstów źródłowych: na temat roli aminokwasów w chorobach nowotworowych OUN oraz fenylketonurii) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i formułują wspólne uzasadnienia. Nauczyciel w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowy tok rozumowania. Chętni prezentują odpowiedzi na forum klasy. Nauczyciel udziela informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie oceniają, czy udało im się zrealizować kryteria sukcesu sformułowane we wstępnej fazie lekcji.
2. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
3. 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 2 do 5 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 audiobooka:

- Uczniowie zapoznają się z audiobookiem i przygotowują do niego pytania. Następnie zadają je sobie nawzajem, sprawdzając stopień przyswojenia jego treści.