



Trawienie białek w przewodzie pokarmowym człowieka

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



Trawienie białek w przewodzie pokarmowym człowieka

Wstępne trawienie białek zachodzi w żołądku pod wpływem kwasu solnego i polega na ich denaturacji, czyli uszkodzeniu przestrzennej struktury. Dzięki temu enzymy trawienne mogą dotrzeć do wnętrza cząsteczki.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Białka są makrocząsteczkami zbudowanymi z tysięcy aminokwasów połączonych wiązaniami peptydowymi. Powstałe w ten sposób łańcuchy polipeptydowe tworzą złożone, przestrzenne struktury, często zawierające elementy niebiałkowe. Rozkład takich związków w czasie trawienia jest złożonym procesem i zachodzi na kilku etapach, w kolejnych odcinkach przewodu pokarmowego.

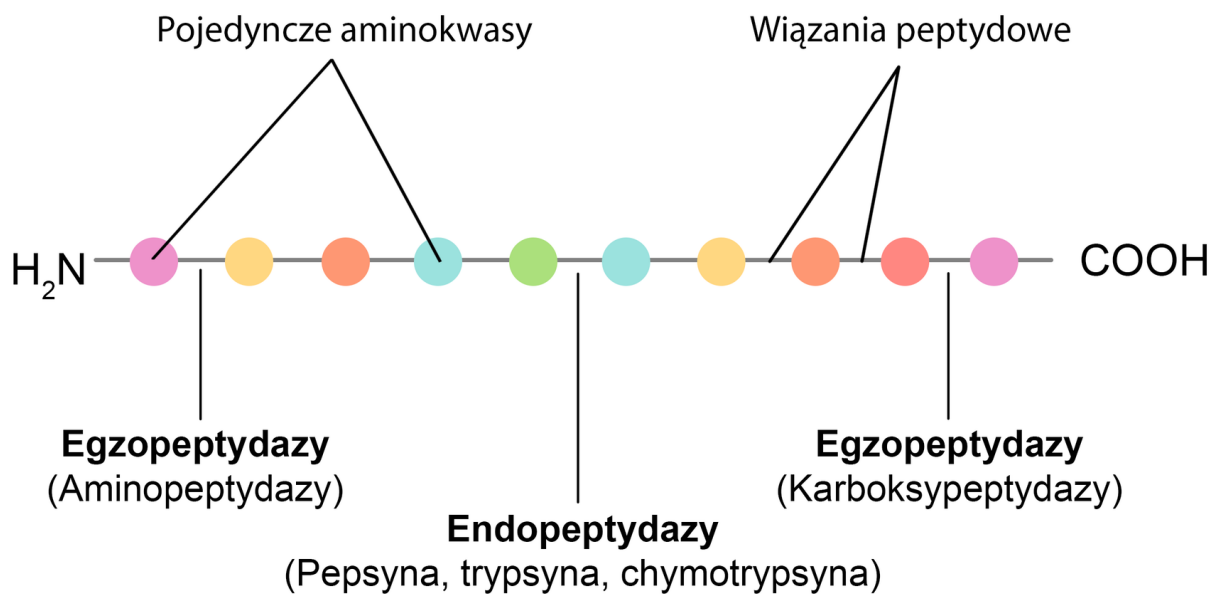
Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega trawienie enzymatyczne białek.
- Wskażesz, w których odcinkach przewodu pokarmowego trawione są białka.
- Opisziesz etapy przemiany metabolicznej białek w aminokwasy.

Przeczytaj

Każde białko zawarte w pożywieniu rozkładane jest w układzie pokarmowym na pojedyncze aminokwasy, ponieważ tylko w takiej postaci może zostać wchłonięte do krwi i dostarczone do komórek, w których pełni funkcję materiału budulcowego. Proces trawienia białka odbywa się przy udziale [enzymów proteolitycznych](#), zwanych także peptydazami.

Enzymy trawiące białka



Hydroliza wiązania peptydowego za pomocą peptydaz, prowadząca do rozkładu białka na peptydy i aminokwasy.

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

Jednym z kryteriów klasyfikacji enzymów trawiących białka jest położenie hydrolizowanego wiązania peptydowego w łańcuchu polipeptydowym.

Wszystkie peptydazy są wydzielane w formie nieaktywnych [proenzymów](#). Dzięki temu nie hydrolizują białek budujących komórki gruczołów, w których są wytwarzane, ani dróg, którymi są transportowane do przewodu pokarmowego. Kiedy docierają do miejsca działania, ulegają aktywacji. Ściany przewodu pokarmowego są chronione przed aktywnymi enzymami przez warstwę śluzu.

Etapy trawienia białek

Trawienie białek odbywa się w żołądku, dwunastnicy i dalszych odcinkach jelita cienkiego.

Etapy trawienia białek.

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

Trawienie białek w przewodzie pokarmowym

Miejsce trawienia i enzym	Optymalne pH	Substrat	Produkt
Żołądek			
Pepsyna	2,0	Białka	Polipeptydy Oligopeptydy
Dwunastnica			
Trypsyna	8,0	Białka Polipeptydy	Polipeptydy Oligopeptydy
Chymotrypsyna		Białka Polipeptydy	Polipeptydy Oligopeptydy

Miejsce trawienia i enzym	Optymalne pH	Substrat	Produkt
Karboksypeptydaza trzustkowa		Polipeptydy Oligopeptydy zawierające więcej niż trzy aminokwasy	Tripeptydy Dipeptydy Aminokwasy
Jelito cienkie (czcze)			
Aminopeptydaza	8,0	Oligopeptydy zawierające więcej niż trzy aminokwasy	Tripeptydy Dipeptydy Aminokwasy
Karboksypeptydaza		Oligopeptydy zawierające więcej niż trzy aminokwasy	Tripeptydy Dipeptydy Aminokwasy
Dipeptydaza		Dipeptydy	Aminokwasy

Jedynie białka, które nie ulegają trawieniu i są wchłaniane w organizmie w swojej pierwotnej postaci, to immunoglobuliny (białka odpornościowe) zawarte w siarze – mleku wydzielanym przez matkę kilka dni po porodzie. Jak sądzisz, jakie to ma znaczenie dla noworodka w pierwszych dniach jego życia?

Ciekawostka

W soku żołądkowym młodych ssaków, w tym również człowieka, znajduje się specjalny enzym proteolityczny – podpuszczka, zwana też renniną. Ścina ona białka mleka, powodując wytrącenie kazeiny – głównego białka zawartego w mleku. W ten sposób białko to przygotowywane jest do trawienia przez pepsynę. Wraz z dojrzewaniem organizmu wydzielanie podpuszczki jest stopniowo ograniczane, aż do całkowitego zaniku.



Właściwość ścinania białek mleka przez podpuszczkę jest wykorzystywana w produkcji serów.
Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

aminopeptydazy

enzymy proteolityczne z klasy hydrolaz; działając na wiązania peptydowe na końcu łańcucha peptydowego z wolną grupą aminową, odszczepiają kolejne aminokwasy od polipeptydów i białek; biorą udział w końcowych etapach trawienia białek w jelicie cienkim

enzymy proteolityczne

peptydazy lub proteazy, hydrolazy peptydów, enzymy z klasy hydrolaz; katalizują hydrolityczne rozszczepienie wiązań peptydowych

endopeptydazy

grupa enzymów proteolitycznych z grupy hydrolaz; działając na wiązanie peptydowe wewnątrz łańcucha peptydowego, rozkładają cząsteczkę białka na fragmenty peptydowe; należą do nich enzymy trawienne, np. chymotrypsyna, trypsyna, pepsyna

egzopeptydazy

grupa enzymów proteolitycznych z klasy hydrolaz; działając na wiązania peptydowe na końcach łańcucha peptydowego oligopeptydów i polipeptydów, uwalniają skrajne aminokwasy

gruczoły żołądkowe

różnie zbudowane gruczoły występujące w ścianie żołądka zwierząt kręgowych; ze względu na lokalizację wyróżnia się gruczoły: wpustowe, dna i trzonu żołądka oraz odźwiernikowe; różnią się one proporcjami poszczególnych typów komórek gruczołowych; gruczoły żołądkowe właściwe, zlokalizowane przede wszystkim na obszarze dna i trzonu żołądka (wytwarzające sok żołądkowy), mają kształt cewkowaty, w którym można wyróżnić cieśń, szyjkę, trzon i dno; w obrębie szyjki przeważają komórki śluzowe (wydzielające śluz), w trzonie i dnie – komórki główne (wydzielające enzymy trawienne w postaci pepsynogenu); na całym gruczole występują komórki okładzinowe (wydzielające kwas solny)

hydroliza

rozkład substancji pod wpływem wody, reakcja podwójnej wymiany zachodząca między wodą a substancją w niej rozpuszczoną, prowadząca do powstania cząsteczek nowych związków chemicznych

karboksypeptydazy

enzymy proteolityczne z klasy hydrolaz; działając na karboksylowy koniec łańcucha peptydowego, odszczepiają pojedynczą resztę aminokwasową; są często specyficzne dla określonej sekwencji aminokwasowej; biorą udział w trawieniu białka w jelicie cienkim oraz w trawieniu wewnątrzkomórkowym (lizosomalnym)

oligopeptydy

peptydy, których cząsteczki są zbudowane z od 2 do 10 reszt aminokwasowych połączonych wiązaniami peptydowymi; również kilkuaminokwasowe fragmenty łańcucha białkowego powstałe w wyniku hydrolizy egzopeptydazami

proenzymy

nieaktywne postaci enzymów; uaktywniają się dopiero pod wpływem działania odpowiednich aktywatorów enzymatycznych w wyniku specyficznej hydrolizy wiązań peptydowych; taki mechanizm regulacji aktywności enzymatycznej zachodzi w przypadku proteolitycznych enzymów trawiennych, takich jak chymotrypsyna, tripsyna i elastaza (enzymy trzustkowe) oraz pepsyna (enzym żołądkowy)

Grafika interaktywna

Miejsca trawienia białek

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o. na podstawie materiału źródłowego zakupionego w ramach serwisu www.turbosquid.com. Jakiegokolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej., tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Etapy trawienia białek

Etap 1

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o. na podstawie materiału źródłowego zakupionego w ramach serwisu www.turbosquid.com. Jakiegokolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej., tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Etap 2

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o. na podstawie materiału źródłowego zakupionego w ramach serwisu www.turbosquid.com. Jakiegokolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej., tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Etap 3

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o. na podstawie materiału źródłowego zakupionego w ramach serwisu www.turbosquid.com. Jakikolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej., tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Polecenie 1

Uzupełnij tabelę dotyczącą przebiegu kolejnych etapów trawienia białek w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego. Uwzględnij substraty, enzymy katalizujące i produkty każdej reakcji oraz czynniki aktywujące proenzymy.

Składniki pokarmowe	Miejsce trawienia	Produkty trawienia
Czynniki aktywujące proenzymy	Enzymy	

Polecenie 2

Polecenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1

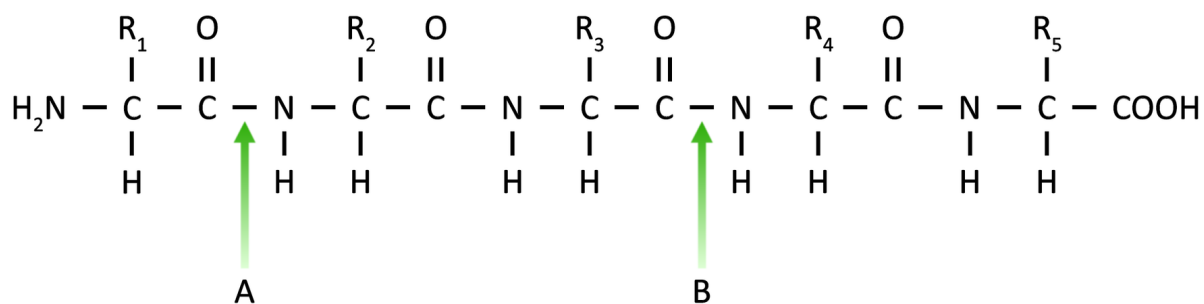


Zaznacz na zielono fragmenty tekstu przedstawiające substraty trawienia białek w dwunastnicy i jelicie cienkim, a na czerwono produkty hydrolizy białek w obu odcinkach przewodu pokarmowego.

substraty produkty

Mieszanina białek i oligopeptydów zostaje rozłożona w dwunastnicy na krótkie oligopeptydy, tripeptydy i dipeptydy. Trawienie peptydów kontynuowane jest w jelicie cienkim, gdzie enzymy rozkładają cząsteczki krótkich peptydów i dipeptydów do wolnych aminokwasów.

Ćwiczenie 2



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

Ustal, jaki rodzaj enzymów katalizuje rozkład wiązań peptydowych A i B. Określ ich typy i przyporządkuj odpowiednie przykłady. Zaznacz odpowiednie miejsca w tabeli.

	Egzopeptydaza	Endopeptydaza
Wiązanie A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wiązanie B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Karboksypeptydaza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aminopeptydaza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pepsyna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trypsyna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chymotrypsyna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 3



Uzupełnij schemat etapów trawienia białek, wpisując w luki odpowiednie nazwy enzymów.

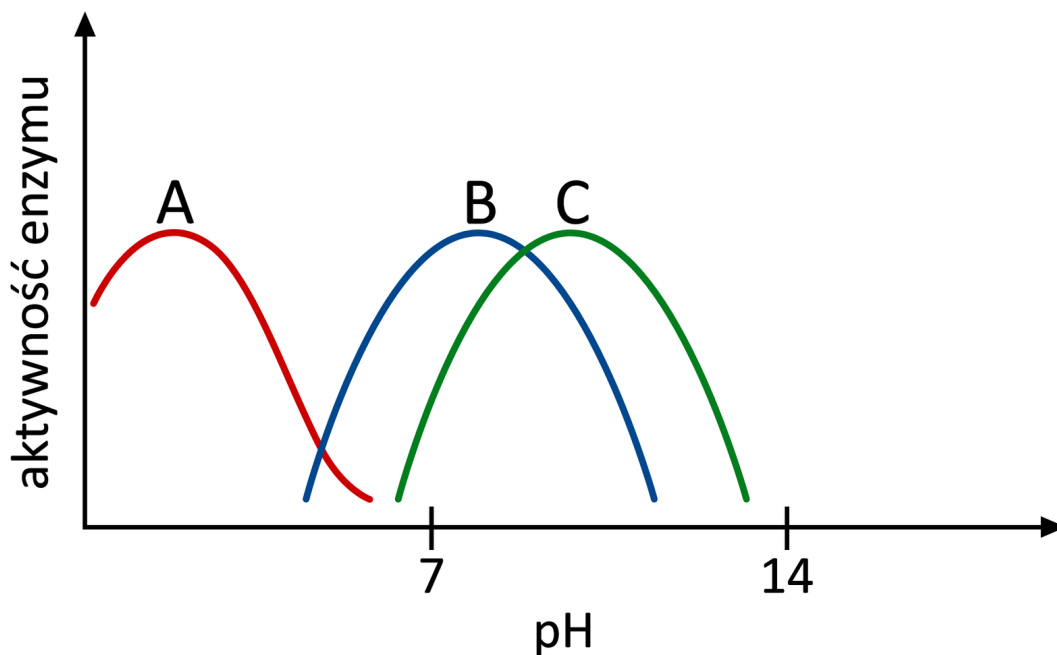
karboksypeptydaza, pepsyna, trypsyna

białka -> -> polipeptydy -> -> oligopeptydy ->
 -> aminokwasy

Ćwiczenie 4



Wykres przedstawia zależność aktywności enzymów od pH środowiska.



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

Ćwiczenie 5



Informacja i tabela do ćwiczeń 6-8

Wykonano doświadczenie sprawdzające warunki, w jakich zachodzi trawienie białek. Przygotowano cztery zestawy doświadczalne, których skład opisuje tabela. Zawartość wszystkich probówek dokładnie wymieszano i odstawiono na ok. 30 min do łaźni o temperaturze 35°C. Następnie za pomocą specyficznych odczynników wykrywano obecność wiązań peptydowych w roztworach.

Nr probówki	Zawartość probówek				Warunki tra	
	Roztwór albuminy* [ml]	Roztwór 1-proc. Na ₂ CO ₃ [ml]	Roztwór HCl 1 M [ml]	Roztwór pankreatyny** [ml]	Temperatura [°C]	Czas [min]

Nr probówki	Zawartość probówek				Warunki tra	
1.	0,5	0,4	–	1	35	30
2.	0,5	0,4	–	–	35	30
3.	0,5	–	0,5	1	35	30
4.	0,5	–	0,5	–	35	30

* Albumina – białko osocza.

** Pankreatyna – wyciąg z trzustek wieprzowych zawierający enzymy trawienne, w tym proteazy.

Ćwiczenie 6



Podaj numery zestawów, w których nie wykryto wiązań peptydowych, oraz numery tych, w których były one obecne. Wyjaśnij, o czym świadczy brak tych wiązań w roztworze, uwzględniając czynnik, który był przyczyną tego zjawiska.

Ćwiczenie 7



Na podstawie danych zawartych w tabeli określ warunki, w jakich zachodzi trawienie białek w dwunastnicy.

Ćwiczenie 8



Sformułuj problem badawczy dla tego doświadczenia.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Alicja Kasińska

Przedmiot: biologia

Temat: Trawienie białek w przewodzie pokarmowym człowieka

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:

4) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

1) Odżywianie się. Uczeń:

f) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi,

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:

- wyjaśnia, na czym polega trawienie enzymatyczne białek;
- wskazuje, w których odcinkach przewodu pokarmowego trawione są białka;
- opisuje etapy przemiany metabolicznej białek w układzie pokarmowym człowieka.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- rozmowa kierowana;
- praca z e-materiałem;
- mapa myśli.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- grafika interaktywna;
- tablica interaktywna;
- duże arkusze papieru;
- kolorowe pisaki;
- kartki kolorowego papieru.

Przebieg zajęć

Faza wstępna

1. Nauczyciel prosi uczniów o przypomnienie nazw tych elementów układu pokarmowego, które biorą udział w trawieniu pokarmu, oraz określenie istoty procesu trawienia. Chętni uczniowie udzielają odpowiedzi.
2. Nauczyciel zadaje pytania: „W których odcinkach przewodu pokarmowego odbywa się trawienie białek?”, „Jak zbudowane są białka? Jakie monomery wchodzą w skład ich cząsteczki?”, „Czy trawienie białek następuje samorzutnie, czy za pomocą jakichś dodatkowych czynników?”.
3. Uczniowie ustalają odpowiedzi na pytania w parach, a następnie wypowiadają się na forum.
4. Nauczyciel prosi uczniów o przeczytanie celów lekcji z wprowadzenia do e-materiału oraz określa kryteria sukcesu.

Faza realizacyjna

1. Nauczyciel dzieli klasę na zespoły 2-osobowe, a następnie każdej parze drogą losowania przydziela jedno z trzech zadań (A, B, C) oraz polecenia 1–2 do grafiki interaktywnej.
 - A. Opisz proces trawienia białek w żołądku. Uwzględnij substraty, enzymy katalizujące i produkty każdej reakcji oraz czynniki aktywujące proenzymy. Określ warunki, w jakich zachodzi proces trawienia białek w tym odcinku przewodu pokarmowego.
 - B. Opisz proces trawienia białek w dwunastnicy. Uwzględnij substraty, enzymy katalizujące i produkty każdej reakcji oraz czynniki aktywujące proenzymy. Określ warunki, w jakich zachodzi proces trawienia białek w tym odcinku przewodu pokarmowego.
 - C. Opisz proces trawienia białek w jelicie cienkim. Uwzględnij substraty, enzymy katalizujące i produkty każdej reakcji oraz czynniki aktywujące proenzymy. Określ warunki, w jakich zachodzi proces trawienia białek w tym odcinku przewodu pokarmowego.
2. Uczniowie w parach wykonują zadanie, korzystając z e-materiału.
3. Po upływie wyznaczonego czasu pary łączą się w zespoły 6-osobowe (A + B + C) i przygotowują wspólny plakat w formie mapy myśli ilustrujący etapy trawienia białek w układzie pokarmowym. Mapa myśli powinna zawierać wszystkie informacje o trawieniu białek, na które uczniowie mieli zwrócić uwagę, pracując w parach. Nauczyciel czuwa nad przebiegiem prac uczniów, w razie potrzeby wyjaśnia wątpliwości.
4. Przedstawiciele każdej grupy podczas sesji plakatowej prezentują pozostałym uczniom wyniki pracy, poddając je ocenie koleżeńskiej i wymieniając się z innymi wiedzą zdobytą podczas wykonywania zadań. W prezentacji wykorzystują odpowiedzi na polecenia 1 i 2 do grafiki interaktywnej.
5. Nauczyciel czuwa nad poprawnością merytoryczną wykonanego zadania, koryguje ewentualne błędy.

Faza podsumowująca

1. Uczniowie w parach wykonują ćwiczenia interaktywne od 6 do 8, polegające na analizie doświadczenia badającego wpływ enzymów trawiennych na trawienie białek. Wyniki omawiają wraz z nauczycielem na forum klasy.
2. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania: „Co na zajęciach wydało wam się ważne i ciekawe?”, „Co było łatwe, a co trudne?”.
3. Chętni lub wybrani uczniowie podsumowują zajęcia.

Praca domowa

Wykonaj ćwiczenia interaktywne nr 1–5.

Dla chętnych: Wykonaj polecenie 3 do grafiki interaktywnej.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania grafiki interaktywnej

Grafikę interaktywną należy wykorzystać w fazie realizacyjnej lekcji; nawiązuje do niej również zadanie domowe dla chętnych uczniów. Dodatkowo grafika może być wykorzystana na lekcjach: *Wchłanianie i transport substancji pokarmowych w jelicie oraz Rola jelita grubego w procesach trawiennych.*