



Jak trawiony jest pokarm?

W materiale przedstawiono istotę trawienia oraz trawienie różnych grup związków organicznych w przewodzie pokarmowym człowieka. Materiał zawiera:

1. Starter, w którym znajduje się zdjęcie zupy na talerzu, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia związanej z tematem zasobu oraz cele sformułowane w języku ucznia.
2. Rozdział: Funkcje układu pokarmowego, który zawiera rysunek przedstawiający współdziałanie przewodu pokarmowego z innymi układami w organizmie człowieka, ciekawostkę oraz ćwiczenie.
3. Rozdział: Trawienie chemiczne, który zawiera doświadczenie dotyczącą trawienia cukrów złożonych przez ślinę, animację trawienia cukrów, białek i tłuszczów w przewodzie pokarmowym człowieka, tabelę dotyczącą trawienia pokarmów w przewodzie pokarmowym, ćwiczenie oraz ciekawostkę.
4. Rozdział: Wchłanianie, wykorzystywanie, magazynowanie składników pokarmowych, który zawiera rysunek przedstawiający losy pokarmu w przewodzie pokarmowym, rysunek przedstawiający rolę wątroby w dystrybucji składników pokarmowych oraz dwie ciekawostki.

5. Rozdział: Wydalanie niestrawionych resztek, który zawiera ciekawostkę i ćwiczenie.
6. Podsumowanie zawierające 2 ćwiczenia.
7. Słownik zawierający wyjaśnienia terminów: amylaza ślinowa, amylaza trzustkowa, enzymy trawienne, fermentacja, lipaza, nukleazy, pepsyna, pepsynogen, trawienie chemiczne, trawienie mechaniczne, trypsina, żółć.
8. Zestaw 6 ćwiczeń interaktywnych i notatnik.

Jak trawiony jest pokarm?

Odżywianie polega na zaopatrywaniu komórek w składniki odżywcze. Jakie przemiany musi przejść kęs kanapki, by zasilić komórki? Czy wystarczy, by trafił do żołądka? Jaką drogą dotrze z układu pokarmowego do potrzebujących energii i składników odżywczych komórek mózgu, mięśni i pozostałych narządów?



Trawienie polega na rozłożeniu pokarmu na pojedyncze cząsteczki przyswajalne przez komórki

Źródło: Ugryz (commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- Z czego zbudowany jest układ pokarmowy?
- Na czym polega związek między budową przewodu pokarmowego a pełnioną funkcją?
- Jakie znaczenie w procesie trawienia odgrywają ruchy perystaltyczne?

Twoje cele

- Omówisz trawienie składników pokarmowych w kolejnych odcinkach przewodu pokarmowego.
- Wykażesz funkcję enzymów trawiennych, kwasu solnego i żółci w procesach trawienia.
- Wyjaśnisz, na czym polega współdziałanie układu pokarmowego i krwionośnego.

1. Funkcje układu pokarmowego

W przewodzie pokarmowym pożywienie jest trawione do postaci przyswajalnej przez komórki, a następnie wchłaniane. **Mechaniczne trawienie** pokarmu rozpoczyna się w jamie ustnej i polega na rozdrabnianiu jego porcji. Dzięki temu enzymy uczestniczące w procesach trawienia chemicznego mają do nich lepszy dostęp. **Trawienie chemiczne** to enzymatyczny (chemiczny) rozkład składników pokarmu, podczas którego złożone związki organiczne zostają rozłożone do związków prostych, przyswajalnych przez organizm. **Enzymy trawienne** są wydzielane przez komórki wydzielnicze:

- ślinianek,
- ścian żołądka,
- trzustki,
- ściany jelita cienkiego.

Strawiony pokarm w postaci gotowych do wykorzystania przez komórki prostych związków chemicznych: aminokwasów, cukrów prostych, glicerolu i kwasów tłuszczowych jest wchłaniany przez komórki jelita do naczyń krwionośnych i limfatycznych. Za ich pośrednictwem dociera do wątroby, a następnie do wszystkich tkanek ciała. Niestrawione resztki pokarmu są wydalone na zewnątrz w formie kału. Układ pokarmowy, wypełniając swoje funkcje, współdziała z innymi układami organizmu.



Przykłady współdziałania układu pokarmowego z innymi układami organizmu

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Zmierzono czas, jaki kęs pokarmu przebywa w organizmie człowieka. Żucie zajmuje od 20 sekund do 1 minuty, przełykanie i przesuwanie do żołądka 4-8 sekund, trawienie przy udziale enzymów 2-4 godziny, wchłanianie 3-5 godzin, a niestrawione resztki przebywają w jelicie ok. 10 godzin. Podane wartości są orientacyjne, ponieważ zależą od wielu czynników, np. od składu chemicznego pożywienia czy od zawartości wody.

Polecenie 1

Wyjaśnij, w jaki sposób grzyby, które nie posiadają układu pokarmowego, przeprowadzają proces trawienia pokarmu (np. celulozy).

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

2. Trawienie chemiczne

Trawienie chemiczne zachodzi pod wpływem enzymów trawiennych. Są to substancje działające we wnętrzu układu pokarmowego, które przy udziale wody umożliwiają rozkład złożonych związków chemicznych, takich jak cukry złożone, tłuszcze i białka na prostsze cząsteczki.

Trawienie w jamie ustnej

W jamie ustnej rozpoczyna się proces rozkładu cukrów złożonych (skrobia, glikogen) do cukrów prostych. Dzieje się to za sprawą zawartego w ślinie enzymu – [amylazy ślinowej](#). Działa ona na pokarm jeszcze podczas jego wędrówki w przełyku. Mimo to czas jej oddziaływania jest krótki, więc cukry nie ulegają tu całkowitemu rozkładowi.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Czy ślina powoduje trawienie cukrów złożonych?

Hipoteza 1

Zawarte w ślinie enzymy trawienne powodują trawienie cukrów złożonych.

Hipoteza 2

Co będzie potrzebne

- bułka pszenna,
- twoja osoba.

Próba kontrolna:

- Szybkie i niedokładne przeżuwanie kęsa bułki.

Próba badawcza:

- Dokładnie i powolne przeżuwanie kęsa bułki.

Instrukcja

1. Ugryź kawałek bułki.
2. Przeżuwaj kęs bardzo szybko i niedokładnie.

3. Obserwuj, czy smak bułki się zmienia.
4. Ugryź kolejny kawałek bułki.
5. Dokładnie i powoli przeżuwasz kęs bułki przynajmniej przez 5 minut.
6. Obserwuj, czy smak bułki się zmienia.

Wyniki:

Wnioski:

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

Trawienie w żołądku

Komórki ścian żołądka wydzielają **sok żołądkowy**, który oprócz kwasu solnego zawiera enzym trawiący białka – **pepsynę**, która jest wydzielana w formie nieaktywnego enzymu pepsynogenu. **Pepsynogen** w żołądku w obecności kwasu solnego ulega aktywacji do pepsyny, która tnie długie cząsteczki białek na mniejsze fragmenty. Zarówno kwas solny, jak i pepsyna mogą się okazać niebezpieczne dla żołądka, którego tkanki zbudowane są z białek. Z tego powodu kwas solny wydzielany jest tylko pod wpływem pokarmu drażniącego ściany żołądka, a enzymy trawienne działają głównie w obecności kwasu solnego.

Trawienie w dwunastnicy

W dwunastnicy, która jest częścią jelita cienkiego, trawione są białka, cukry i tłuszcze. Produkowana przez wątrobę **żółć** jest magazynowana i zagęszczana w **pęcherzyku żółciowym**.

Trzustka wydziela **sok trzustkowy**, który ze względu na swój zasadowy charakter (7,1–8,4) neutralizuje kwaśną treść pokarmową dostającą się z żołądka do dwunastnicy, co zapewnia optymalne warunki (pH) dla działania enzymów. Sok trzustkowy zawiera np. **amylazę trzustkową** (rozkładającą cukry), **lipazę trzustkową** (rozkładającą tłuszcze) i **trypsynę**,

która tnie łańcuchy białek na krótsze, peptydy, a potem inne enzymy trawią je, dzieląc na jeszcze krótsze cząsteczki. Końcowym produktem trawienia białek są aminokwasy.

Pod wpływem treści pokarmowej, jelito cienkie produkuje **sok jelitowy** zawierający szereg enzymów, które odpowiadają za końcowy rozkład składników pokarmowych.

Dla zainteresowanych

W skład soku jelitowego wchodzi m.in.: amylaza jelitowa, lipaza jelitowa, aminopeptydazy i nukleazy.

	Trawienie cukrów Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.
2	Trawienie tłuszczu Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.
3	Trawienie białek Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Trawienie w przewodzie pokarmowym

Składniki pokarmowe ulegające trawieniu	Produkty trawienia	Odcinek przewodu pokarmowego	Enzymy trawienne
cukry złożone (skrobia, glikogen)	cukry proste (glukoza)	jama ustna	amylaza ślinowa
		jelito cienkie (dwunastnica)	amylaza trzustkowa
białka	aminokwasy	żołądek	pepsyna
		jelito cienkie (dwunastnica)	trypsyna
tłuszcze	glicerol, kwasy tłuszczowe	jelito cienkie (dwunastnica)	lipaza trzustkowa

Polecenie 2

Wyjaśnij, dlaczego osoba cierpiąca na dolegliwości ze strony pęcherzyka żółciowego (np. kamice pęcherzyka) powinna wyeliminować ze swojej diety m.in. czekoladę, tłuste sery i tłuste mięso.

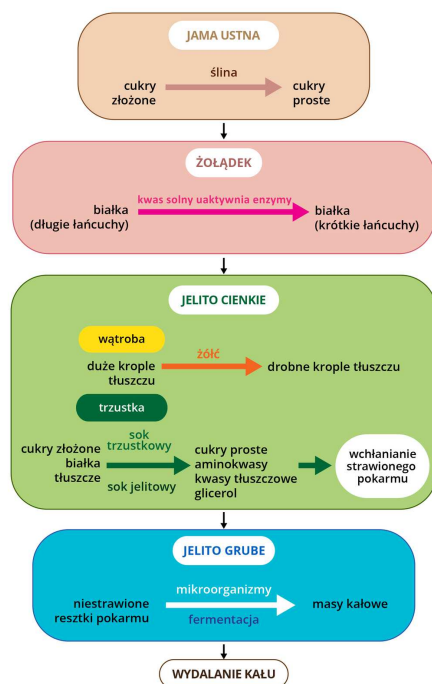
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Laktaza, enzym trawiący laktozę (cukier zawarty w mleku), występuje w organizmach dzieci, ale u niektórych dorosłych jest nieobecny. W ich przypadku mleko i niektóre jego przetwory nie mogą być trawione i wywołują dolegliwości trawienne.

3. Wchłanianie, wykorzystywanie, magazynowanie składników pokarmowych

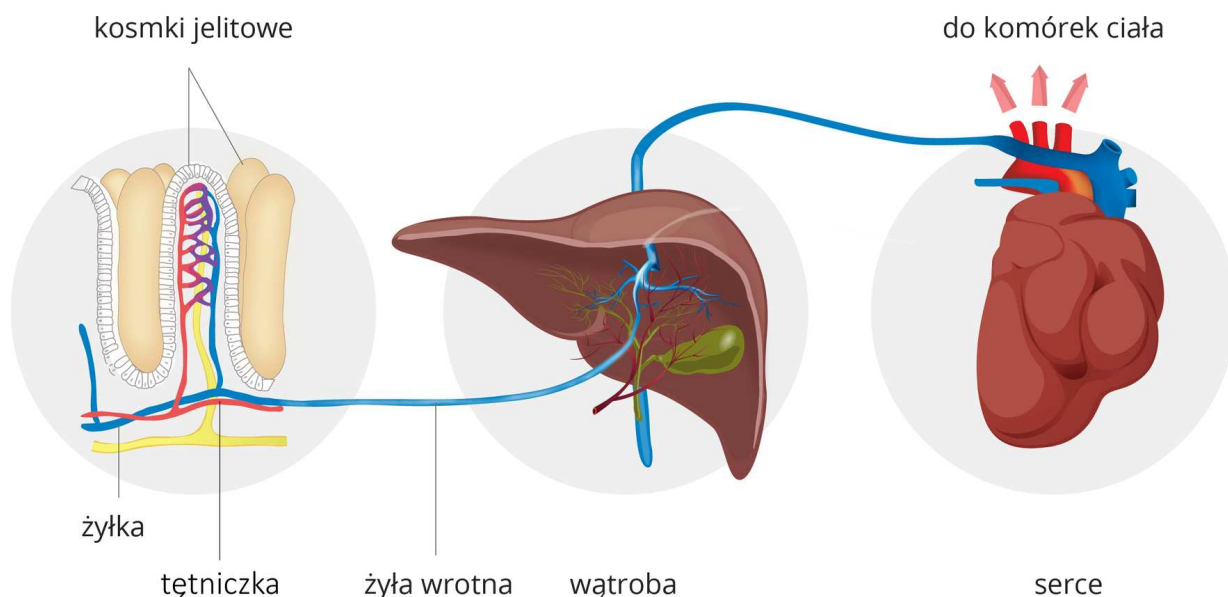
Pokarm przebywa w dwunastnicy wystarczająco długo, by większość związków o dużych cząsteczkach została ostatecznie strawiona do cukrów prostych, aminokwasów, glicerolu i kwasów tłuszczowych. Płynna treść pokarmowa trafia do dalszej jelita cienkiego, która opleciona jest bardzo gęstą siecią naczyń krwionośnych i limfatycznych. Tam produkty trawienia są wchłaniane przez ścianę jelita i ściany naczyń do krwi i limfy.



Losy pokarmu w przewodzie pokarmowym

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

Naczynia krwionośne kosmków jelitowych wchłaniają glukozę i aminokwasy, które następnie trafiają do wątroby i dalej do komórek ciała jako materiał energetyczny. Nadmiar glukozy jest w wątrobie i mięśniach przekształcany w glikogen, cukier zapasowy, i tam magazynowany. Do naczyń krwionośnych dostają się również sole mineralne i witaminy rozpuszczalne w wodzie. Powstałe z rozkładu tłuszczów kwasy tłuszczowe i glicerol ze światła jelita przechodzą do naczyń limfatycznych, a następnie do krwi, z którą płyną do komórek ciała. Tam wykorzystywane są do budowy błon komórkowych oraz jako materiał energetyczny. Nadmiar tłuszczu odkłada się w komórkach tłuszczowych. Wraz z tłuszczami do limfy przechodzą również witaminy rozpuszczalne w tłuszczach.



Droga strawionego pokarmu

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

Ciekawostka

Skąd się biorą gazy (potocznie nazywane wiatrami) i wzdęcia? Podczas jedzenia, żucia gumy, mówienia i picia gazowanych napojów do układu pokarmowego dostaje się powietrze. Wędruje ono wraz z pokarmem przez przewód pokarmowy. W jelicie tlen zużywany jest przez żyjące tam bakterie, a pozostaje azot stanowiący główny składnik wiatrów. Wzdęcia pojawiają się też po spożyciu niektórych potraw. Kapusta i fasola zawierają na przykład cukry, które nie są trawione przez enzymy człowieka, tylko fermentowane przez bakterie jelitowe z wydzieleniem m.in. dwutlenku węgla, metanu, siarkowodoru i wodoru.

Ciekawostka

To, czy po posiłku czujemy się najedzeni, zależy od stężenia glukozy we krwi. Gdy pod wpływem głodu pochłaniamy posiłek szybko i dużymi kęsami, jego trawienie trwa długo, nowa porcja glukozy we krwi pojawia się późno, a organizm mimo wypełnionego żołądka nadal (z powodu niskiego poziomu glukozy we krwi) dostaje sygnały łaknienia. Łatwiej zaspokoić głód, jedząc małe porcje pokarmu, dokładnie je przeżuając i robiąc przerwy

w trakcie posiłku. Umożliwia to dokładne rozdrobnienie pokarmu i łatwy dostęp enzymów do cząsteczek. W takim przypadku glukoza pojawia się we krwi znacznie wcześniej niż podczas łapczywego jedzenia, szybciej pojawia się też poczucie sytości.

4. Wydalanie niestrawionych resztek

Enzymy trawienne nie potrafią rozłożyć niektórych składników pokarmu. Należy do nich na przykład **błonnik**, składnik pokarmów roślinnych. Takie niestrawione resztki pokarmowe zostają przesunięte do jelita grubego. Zasadla je wiele gatunków bakterii, które żywią się resztkami i rozkładają je w procesach **fermentacji**. Bakterie stanowią ok. 80 % masy kału wydalanego na zewnątrz przez otwór odbytowy zaopatrzony w mięsień zwieracz. W jelicie grubym z płynnej masy odzyskiwana jest woda, sole mineralne, witaminy.

Ciekawostka

Jednym z gatunków bakterii zamieszkujących jelito grube jest pałeczka okrężnicy *E. coli*. W jelicie pełni pożyteczną funkcję, jednak gdy w wyniku niewłaściwych nawyków higienicznych dostanie się do cewki moczowej, powoduje stany zapalne dróg moczowych. U noworodków może wywołać zapalenie opon mózgowych, a w każdym wieku sepsę – błyskawicznie rozwijające się zakażenie całego organizmu. Ze względu na silną toksynę, którą wytwarzają niektóre jej szczepy, może stanowić przyczynę zapaleń pooperacyjnych i zatruc pokarmowych.

Polecenie 3

Wymień miejsca, które objęte są szczególną ochroną sanitarną przez regularne oznaczanie ilości bakterii *E. coli* (tzw. miana coli). Uzasadnij swoją odpowiedź, podając możliwe konsekwencje zaprzestania takiej kontroli.

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

Podsumowanie

- W przewodzie pokarmowym zachodzi rozdrabnianie pokarmu, trawienie chemiczne oraz wchłanianie.
- W jamie ustnej zachodzi wstępne trawienie chemiczne cukrów złożonych.
- W kwaśnym środowisku żołądka zapoczątkowany zostaje proces trawienia białek.

- W dwunastnicy będącej częścią jelita cienkiego zachodzi intensywne trawienie cukrów, białek oraz tłuszczów.
- Produkty trawienia cukrów, białek i tłuszczów są wchłaniane w jelicie cienkim.
- W jelicie grubym zachodzi intensywne wchłanianie wody i zagęszczanie mas kałowych.
- Niestrawione składniki pokarmowe usuwane są z organizmu w postaci kału.
- Enzymy trawienne umożliwiają rozkład złożonych związków chemicznych (cukrów złożonych, tłuszczu i białek) na prostsze cząsteczki.
- Amylaza odpowiada za proces rozkładu cukrów złożonych do cukrów prostych.
- Sok żołądkowy wydzielany przez komórki ścian żołądka zawiera m.in. pepsynę, która rozkłada białka na krótsze łańcuchy.
- Wydzielana przez wątrobę żółć rozbija tłuszcz na mniejsze krople łatwiej dostępne dla enzymów rozkładających tłuszcze – lipazy.
- Trzustka wydziela sok trzustkowy, a jelito – sok jelitowy, odpowiadający za końcowy rozkład składników pokarmowych.
- Krew transportuje z jelita cienkiego składniki pokarmowe i dostarcza je do komórek ciała.

Praca domowa

Ćwiczenie 1

Wymień 2 inne funkcje wątroby niż produkcja żółci.

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

Ćwiczenie 2

Wyjaśnij, jaka jest różnica między trawieniem a odżywianiem.

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

Słownik

amylaza ślinowa

enzym trawienny wydzielany przez ślinianki, rozkładający cukry złożone do cukrów prostszych

amylaza trzustkowa

enzym trawienny wydzielany przez trzustkę, rozkładający cukry do cukrów prostszych

enzymy trawienne

grupa białek biorących udział w rozkładzie złożonych związków pokarmowych do związków prostych; działają jako katalizatory, przyspieszając reakcje biochemiczne; każdy enzym kieruje przebiegiem określonej reakcji chemicznej i działa tylko na określony substrat

fermentacja

enzymatyczny proces stopniowego rozkładu związków organicznych przebiegający bez udziału tlenu

lipaza

enzym trawienny wydzielany przez trzustkę i jelito cienkie, rozkładający tłuszcze do glicerolu i kwasów tłuszczowych

nukleazy

enzymy trawienne wydzielane przez trzustkę, rozkładające kwasy nukleinowe

pepsyna

enzym trawienny wydzielany przez komórki ściany żołądka, rozkładający białka na krótsze łańcuchy białkowe

pepsynogen

nieaktywna forma enzymu trawiennego pepsyny wydzielana przez komórki ściany żołądka

trawienie chemiczne

zachodzi w przewodzie pokarmowym pod wpływem enzymów trawiennych; polega na chemicznym rozkładzie związków o dużych cząsteczkach do substancji prostych, przyswajalnych przez komórki

trawienie mechaniczne

procesy ułatwiające trawienie chemiczne pokarmu przez jego mechaniczne rozdrabnianie, np. gryzienie i żucie za pomocą zębów w jamie gębowej, silne skurcze mięśniówki ścian żołądka oraz ruchy perystaltyczne jelit

trypsyna

enzym trawienny wydzielany przez trzustkę, rozkładający białka na krótsze łańcuchy białkowe

żółć

wydzielina wątroby będąca mieszaniną różnych związków rozbijających tłuszcze na drobne kropelki i ułatwiających ich trawienie

Zadania

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe zakończenie zdania.

Tłuszcz zawarty w żółtym serze w dwunastnicy

- ☐ zostaje rozbity na mniejsze cząsteczki.
- ☐ jest wchłaniany przez kosmki jelitowe do krwi.
- ☐ jest rozkładany do aminokwasów.
- ☐ poddawany jest działaniu kwasu solnego.

Źródło: Monika Zaleska-Szczygieł, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij luki w tekście prawidłowymi wyrażeniami z rozwijanej listy.

Produkty trawienia białek oraz są wchłaniane z jelita cienkiego do naczyń krwionośnych. Witaminy A i D w jelicie cienkim są wchłaniane do . Nadmiar glukozy odkładany jest w i mięśniach w postaci .

naczyń limfatycznych trzustce glikogenu naczyń krwionośnych cukrów
 wątrobie glukozy tłuszczu

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

Ćwiczenie 3



Wskaż związki chemiczne zawarte w spożywanych pokarmach, które podlegają enzymatycznemu rozkładowi w jelicie cienkim i żołądku.

☐ glukoza☐ skrobia☐ glikogen☐ celuloza☐ aminokwasy☐ hemoglobina☐ woda

Źródło: Monika Zaleska-Szczygieł, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij tabelę wpisując w wyznaczone pola miejsce działania enzymu, enzym, substrat.

Miejsce działania	Enzym	Substrat
	pepsyna	
jama ustna		

lipaza trzustkowa

amylaza ślinowa

tłuszcze

cukry złożone

jelito cienkie
(dwunastnica)

białka

żołądek

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

Ćwiczenie 5



Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń zaznaczając prawda lub fałsz.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Biały ser trawiony jest głównie w żołądku i jelicie cienkim.	☐	☐
Kromka chleba trawiona jest w jamie ustnej i dwunastnicy.	☐	☐
Soki: żołądkowy, trzustkowy i jelitowy zawierają te same enzymy trawienne.	☐	☐
Witaminy i sole mineralne są wchłaniane z jelita grubego do krwi.	☐	☐
W jamie ustnej zachodzi wstępne trawienie białek.	☐	☐
Enzymy trawienne nie potrafią rozłożyć niektórych składników pokarmu, na przykład błonnika.	☐	☐

Źródło: Monika Zaleska-Szczygieł, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6

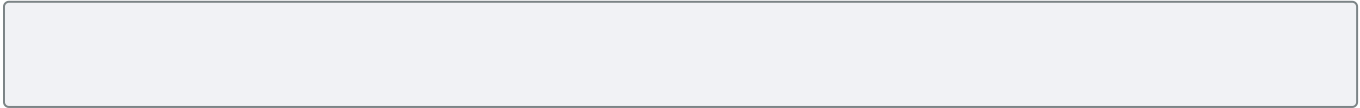


Uczniowie przygotowali roztwór związku organicznego X, do którego dodali pepsynę i kwas solny. Po pewnym czasie doświadczalnie stwierdzili, że roztwór X uległ strawieniu.

Zaznacz zdanie, które prawidłowo wyjaśnia wynik przeprowadzonego doświadczenia.

- ☐ Związek X to cukier złożony, a pepsyna w obecności kwasu solnego przyspiesza procesy rozkładu.
- ☐ Związek X to białko, dodany do roztworu kwas solny wspomaga działanie pepsyny.
- ☐ Związek jest to celuloza, dodana do roztworu pepsyna neutralizuje kwas solny.
- ☐ Związek X to tłuszcz, który uległ strawieniu w środowisku kwaśnym.

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



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