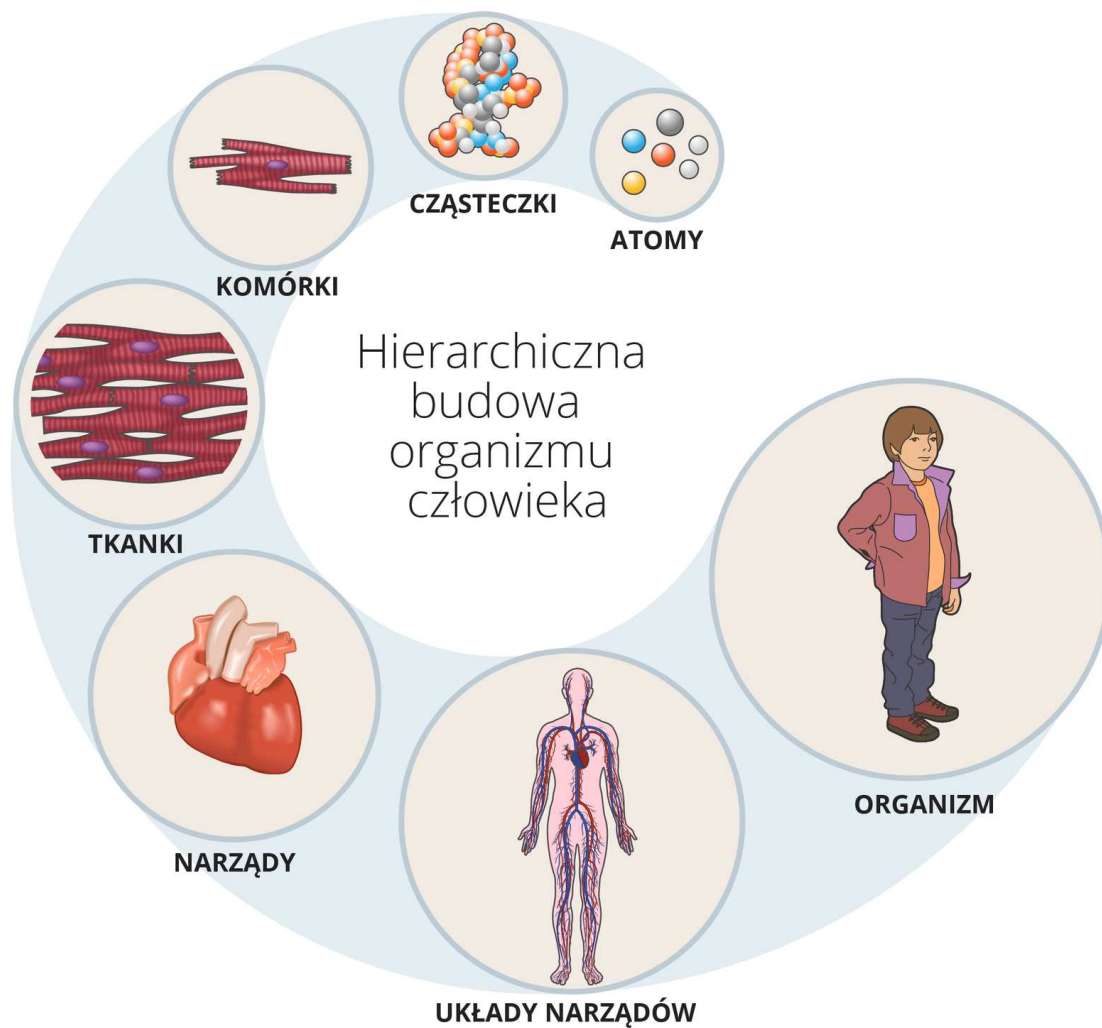




Metabolizm

W materiale podsumowano najważniejsze informacje dotyczące hierarchicznej budowy organizmu człowieka, metabolizmu oraz enzymów. Materiał zawiera:

1. Starter, w którym znajduje się rysunek przedstawiający hierarchiczną budowę organizmu człowieka
2. Rozdział: Metabolizm, czyli przemiana, który zawiera grafikę porównującą katabolizm i anabolizm
3. Rozdział: Enzymy, który zawiera schemat przedstawiający budowę enzymu
4. Rozdział: Cykle i szlaki metaboliczne, który zawiera grafikę przedstawiającą typowe przemiany metaboliczne

5.Rozdział: Nośnik energii – ATP, który zawiera schemat przedstawiający budowę cząsteczki ATP

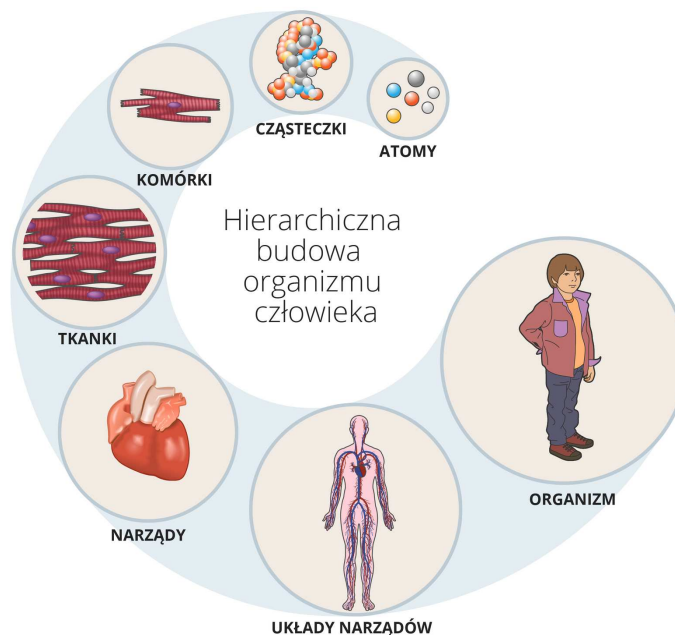
6.Rozdział: Podsumowanie

7.Słownik zawierający wyjaśnienia terminów: anabolizm, ATP, cykl metaboliczny, energia aktywacji, inhibitor, katabolizm, katalizator, koenzym, reakcja egzoergiczna, reakcja endoergiczna, szlak metaboliczny

8.Zestaw 6 ćwiczeń interaktywnych

Metabolizm

We wszystkich komórkach zachodzą niezliczone reakcje chemiczne, dzięki którym możliwe jest utrzymanie aktywności życiowej komórek, przejawiającej się wzrostem, ruchem, przetrwaniem, regeneracją, rozmnażaniem i reagowaniem na bodźce. Wszystkie te procesy składają się na metabolizm organizmu.



Metabolizm umożliwia funkcjonowanie organizmu na poziomie komórek, narządów i układów narządów

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- budowę komórki roślinnej i zwierzęcej;
- jakie są produkty i substraty oddychania tlenowego i beztlenowego;
- jakie są produkty i substraty fotosyntezy.

Twoje cele

- Opiszysz, czym jest metabolizm.
- Omówisz rolę ATP w reakcjach metabolicznych.
- Wyjaśnisz różnicę między anabolizmem i katabolizmem.

1. Metabolizm, czyli przemiana

Metabolizm to ogół przekształceń chemicznych i energetycznych zachodzących w organizmie. Termin ten pochodzi od greckiego słowa *μεταβολή*, co oznacza **przemiana**.

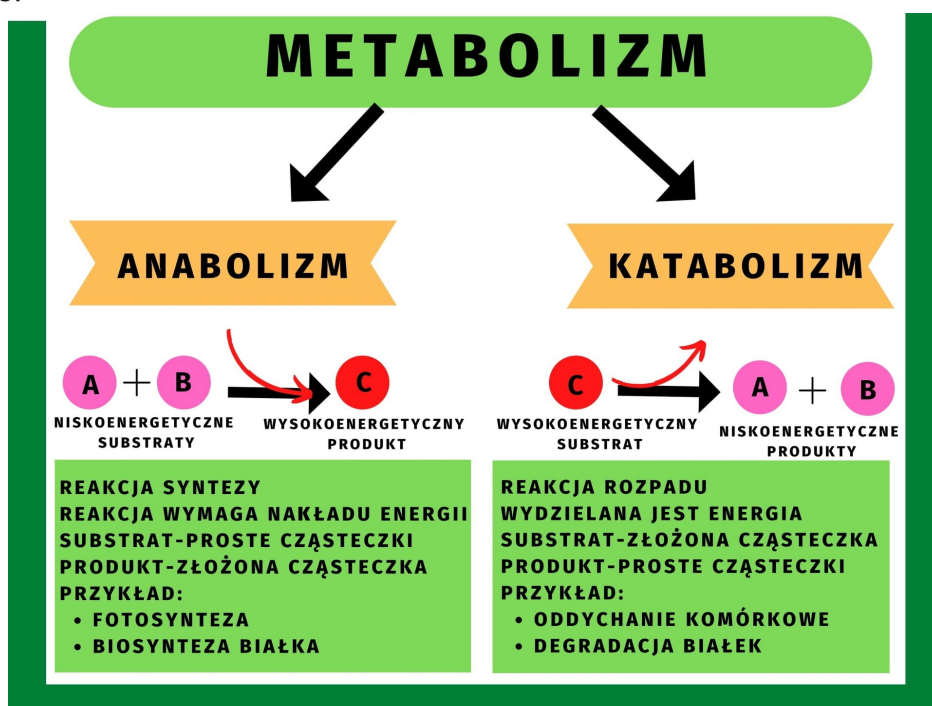
Reakcje chemiczne, to przemiana jednych substancji, zwanych substratami, w inne substancje, zwane produktami. Istotą tego procesu jest przemiana substancji o określonych właściwościach w inne substancje o **nowych właściwościach**.

Podczas reakcji energia jest **uwalniana** lub **pochłaniana**. Energia jest potrzebna do budowy wiązań chemicznych. Podczas ich rozrywania uwalnia się taka ilość **energii**, jaka była potrzebna do ich utworzenia.

Na metabolizm składają się dwie przeciwstawne grupy przemian metabolicznych:

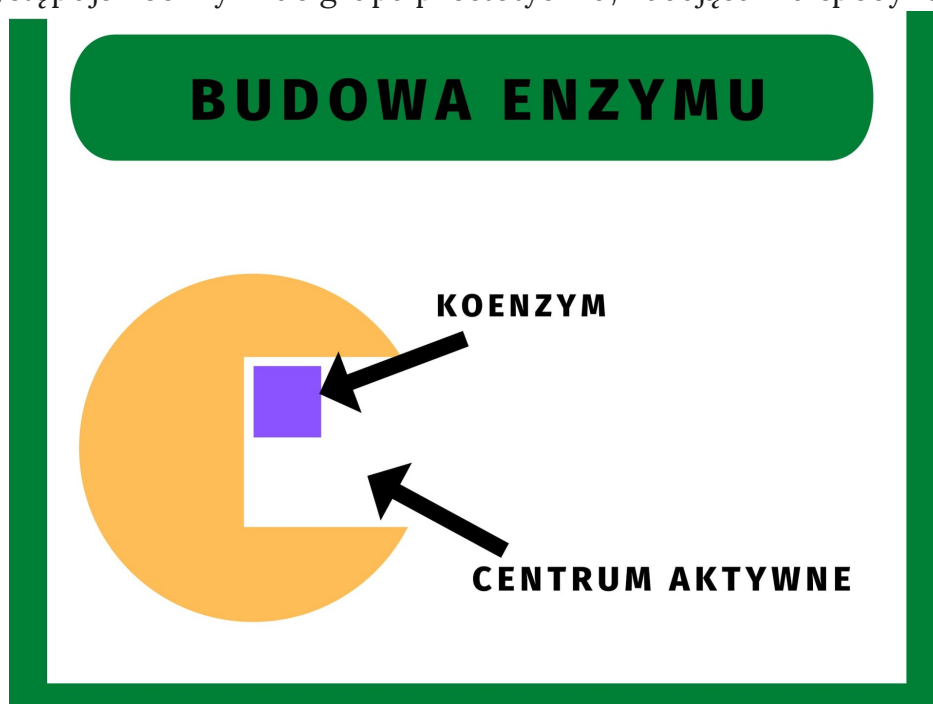
- **Anabolizm** - reakcja **syntezy** związków złożonych z prostych związków, np. białek (z aminokwasów), celulozy, skrobi i glikogenu (z glukozy). Warunkiem przebiegu tych reakcji jest **stałe pochłanianie energii**, gdyż związki o małych zasobach energetycznych przekształcane są w związki bogatsze w energię — przechodzą na wyższy poziom energetyczny. Wskazuje na to sam termin anabolizm, który pochodzi od greckiego słowa *ἀναβολή* oznaczającego **narzucenie, nałożenie**. Reakcje anaboliczne wymagają dostarczenia energii, np. w postaci **energii świetlnej czy chemicznej**, są więc przykładem **reakcji endoergicznych**. Produkty takich reakcji mają większą energię niż ich substraty.

- **Katabolizm** - polega na **rozkładzie** związków organicznych, prowadzącym do powstania prostych produktów o mniejszych **zasobach energetycznych**. Termin „katabolizm” pochodzi od greckiego słowa *καταβολή* i oznacza 'odrzuć'. W ich trakcie następuje **uwalnianie energii**, są to **reakcje egzoergiczne**. W tego typu reakcjach produkty znajdują się na niższym poziomie energetycznym niż substraty. Energia uzyskana w przemianach katabolicznych jest wykorzystywana do syntezy związków organicznych w reakcjach anabolicznych oraz do wykonywania różnych rodzajów pracy, np. ruchu. Przykładem przemiany katabolicznej jest rozkład substancji organicznych w procesie **oddychania komórkowego**.



2. Enzymy

Rozpoczęcie każdej przemiany metabolicznej wymaga określonego nakładu energii. Energia ta określana jest mianem **energii aktywacji**. Podstawowa rola enzymów polega na **obniżeniu energii aktywacji** reakcji biochemicznej. Enzymy nie biorą udziału w reakcji, ale mogą ją przyspieszyć przez obniżenie jej energii aktywacji, dlatego w komórkach pełnią rolę **katalizatorów** biologicznych. Enzymy to białka, najczęściej złożone. Niebiałkowe elementy enzymów **koenzymy** lub **grupy prostetyczne**. Enzymy mają charakterystyczną budowę: na ich powierzchni znajduje się zagłębienie zwane **centrum aktywnym**. W obrębie centrum aktywnego występuje koenzym lub grupa prostetyczna, nadająca mu specyficzny kształt.



Budowa enzymu

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

Zasada działania enzymu polega na tym, że do centrum aktywnego przyłączają się substraty. Tworzy się wówczas **kompleks enzym-substrat**. Po zakończeniu reakcji od enzymu oddzielają się produkty.

Właściwości enzymów:

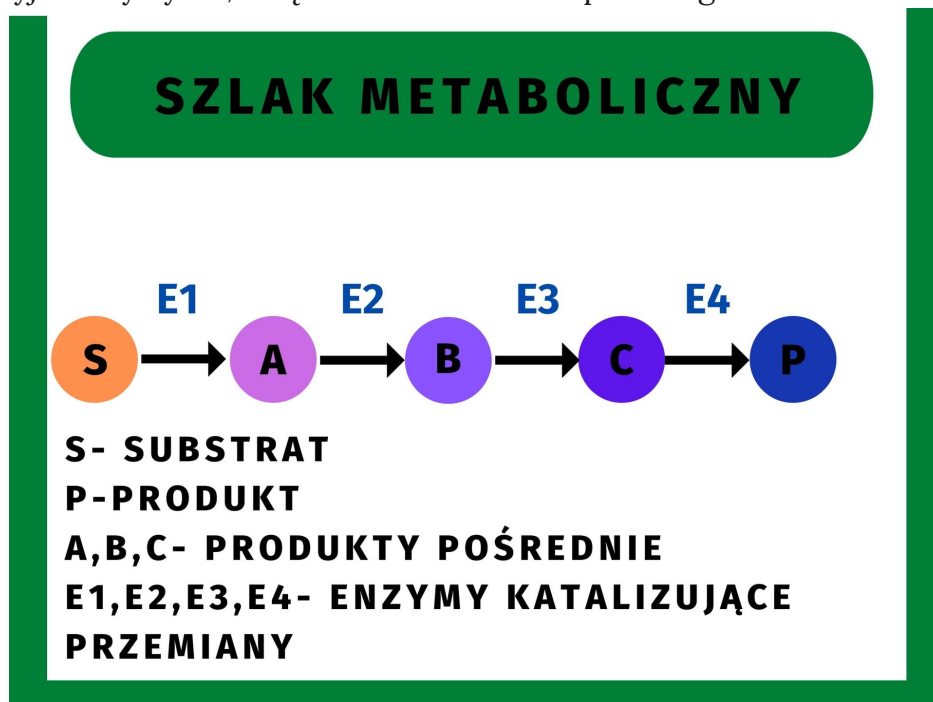
- Enzymy są **specyficzne** – warunkiem utworzenia kompleksu enzym-substrat jest dopasowanie kształtu centrum aktywnego do kształtu cząsteczki substratu. Jeden enzym pasuje tylko do jednego substratu, podobnie jak **klucz do zamka**.
- Enzymy **nie zużywają się** – po uwolnieniu produktu jednej reakcji enzym łączy się ponownie z substratem i przeprowadza kolejną reakcję. Dlatego taki cykl może powtarzać się wielokrotnie.

- Enzym może zostać **zablokowany** – może się zdarzyć, że kształt cząsteczki danego związku przypomina kształtem wybrany substrat. W rezultacie cząsteczka taka może wejść do centrum aktywnego i zablokować jego funkcjonowanie. Cząsteczkę taką nazywamy **inhibitorem**.
- Enzym może ulec **zniszczeniu** – enzymy są białkami, dlatego wszystkie czynniki wywołujące denaturację białka, takie jak temperatura, alkohol czy kwasy zagrażają enzymom.

3. Cykle i szlaki metaboliczne

Przemiany metaboliczne nie są pojedynczymi reakcjami, ale całym szeregiem procesów, w których produkt jednej reakcji jest jednocześnie substratem następnej. Każda przemiana katalizowana jest przez enzym. Do najbardziej typowych przemian zaliczamy **szlaki metaboliczne** i **cykle metaboliczne**.

- **Szlak metaboliczny** to szereg następujących po sobie reakcji metabolicznych, w których produkt jednej jest substratem kolejnej. Reakcje są katalizowane (przyspieszane) przez enzymy, przebiegają w jednym kierunku i kończą się powstaniem określonego produktu. Przykładem szlaku metabolicznego jest **glikoliza**.
- **Cykl metaboliczny** różni się od szlaku tym, że podczas ostatniej reakcji odtwarzany jest substrat wyjściowy cyklu, dzięki czemu może on przebiegać od nowa.



Typowe przemiany metaboliczne

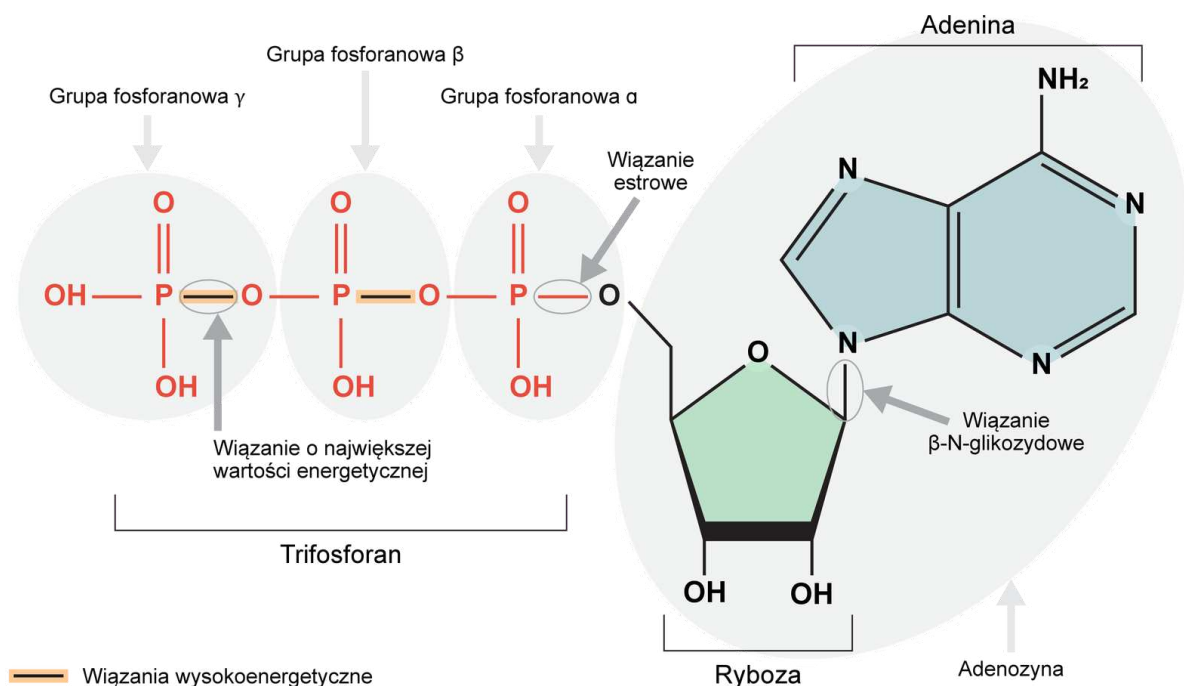
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

4. Nośnik energii – ATP

Energia, która jest uwalniana w procesach katabolicznych, częściowo może też zostać wykorzystana przez komórkę do przeprowadzenia procesów anabolicznych. Taka energia musi być łatwo dostępna, co gwarantuje magazynowanie jej w postaci związku wysokoenergetycznego o nazwie **ATP** – adenozynotrifosforanu. Jest on uniwersalnym nośnikiem energii biologicznie użytecznej.

ATP zbudowany jest z:

- adeniny – zasady azotowej;
- rybozy – pięciowęglowego cukru;
- trzech reszt fosforanowych.

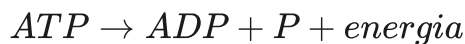


Budowa ATP

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

Między resztami fosforowymi są tzw. wiązania wysokoenergetyczne. Energia chemiczna zawarta w tych wiązaniach jest uwalniana podczas reakcji rozkładu ATP. Następuje wówczas rozpad najczęściej jednego z wiązań wysokoenergetycznych, w wyniku czego ATP przekształca się w ADP (adenozynodifosforan). Odtworzenie ATP polega na przyłączeniu brakujących reszt fosforanowych z utworzeniem wiązań wysokoenergetycznych. Energia uwolniona podczas rozkładu ATP wykorzystywana jest do wielu zachodzących w komórce przemian wymagających dostarczenia energii, np. pracy mechanicznej, transportu przez błony biologiczne, wytwarzania ciepła.

- W przemianach **anabolicznych** od cząsteczki ATP oddziela się jedna reszta fosforanowa, czego efektem jest uwolnienie energii oraz powstanie ADP (adenozynodifosforanu).



- W przemianach **katabolicznych** do ADP dołączana jest reszta fosforanowa, a w powstającym wiązaniu chemicznym gromadzona jest energia.



Proces przyłączania reszty fosforanowej i tworzenia wiązania wysokoenergetycznego określany jest mianem **fosforylacji**.

Podsumowanie

- Na metabolizm składają się reakcje kataboliczne i anaboliczne.
- Reakcje metaboliczne zachodzą z udziałem katalizatorów biologicznych – enzymów.
- Podstawowym przenośnikiem energii swobodnej jest ATP.
- Źródłem energii metabolicznej jest oddychanie komórkowe.

Słownik

anabolizm

procesy przemiany materii polegające na syntezie złożonych związków chemicznych ze związków prostszych; są to reakcje endoergiczne (wymagające energii), a ich produkty zawierają więcej energii niż substraty

ATP

adenozynotrifosforan; nukleotyd zbudowany z adeniny, rybozy oraz trzech reszt fosforanowych, pełniący funkcję uniwersalnego nośnika energii w komórce

cykl metaboliczny

następujące po sobie reakcje anaboliczne lub kataboliczne, w których produkt jednej reakcji jest substratem kolejnej; ponadto podczas ostatniej reakcji odtwarzany jest substrat wyjściowy cyklu

energia aktywacji

najmniejsza ilość energii, jaką muszą pobrać cząsteczki substratów do utworzenia kompleksu aktywnego

inhibitor

substancja, której obecność powoduje zwolnienie lub zatrzymanie reakcji chemicznej

katabolizm

procesy przemiany materii polegające na rozkładzie złożonych związków chemicznych na związki prostsze; są to reakcje egzoergiczne (związane z uwalnianiem energii), a ich produkty zawierają mniej energii niż substraty

katalizator

substancja, której obecność powoduje przyspieszenie lub spowolnienie reakcji chemicznej

koenzym

związek organiczny pochodzenia niebiałkowego, niezbędny do sprawnego działania niektórych enzymów

reakcja egzoergiczna

reakcja chemiczna, która przebiega z wydzieleniem energii z układu reakcyjnego do otoczenia

reakcja endoergiczna

reakcja chemiczna, która przebiega z pochłanianiem energii z otoczenia do układu reakcyjnego

szlak metaboliczny

następujące po sobie reakcje anaboliczne lub kataboliczne, w których produkt jednej reakcji jest substratem kolejnej

Zadania

Ćwiczenie 1



Wybierz poprawne zakończenie zdania.

Szlak metaboliczny to...

- ☐ następujące po sobie reakcje anaboliczne lub kataboliczne, w których produkt jednej reakcji jest substratem kolejnej, a podczas ostatniej reakcji odtwarzany jest substrat wyjściowy cyklu.
- ☐ procesy przemiany materii polegające na rozkładzie złożonych związków chemicznych na związki prostsze.
- ☐ uniwersalny nośniki energii biologicznie użytecznej.
- ☐ szereg następujących po sobie reakcji metabolicznych, w których produkt jednej jest substratem kolejnej.

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

Ćwiczenie 2



Wskaż reakcje, które nie są przykładem anabolizmu.

- ☐ biosynteza białka
- ☐ degradacja białka
- ☐ fotosynteza
- ☐ oddychanie komórkowe

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

Ćwiczenie 3



Wskaż poprawne zakończenie zdania.

Reakcja fosforylacji to...

- ☐ przyłączenie reszty fosforanowej odebranej z ATP do organicznego substratu.
- ☐ odłączenie reszty fosforanowej od ADP.
- ☐ przyłączenie reszty fosforanowej od organicznego substratu i przyłączenie jej do ADP.

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

Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższy tekst na temat enzymów, wybierając właściwe sformułowania.

Enzymy to ☐ białka ☐ węglowodany ☐ tłuszcze ☐ . Ich podstawowa rola polega na ☐ podwyższeniu ☐ obniżeniu ☐ energii aktywacji reakcji biochemicznej.
Enzym może zostać zablokowany przez ☐ aktywator ☐ inhibitor ☐ lub ulec zniszczeniu na skutek ☐ wysokiej ☐ niskiej ☐ temperatury.

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

Ćwiczenie 5



Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących metabolizmu.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
W procesach anabolicznych produkty reakcji są związkami bardziej złożonymi niż substraty.	☐	☐
Energia uwalniana w procesach anabolicznych jest wykorzystywana do syntezy związków budulcowych.	☐	☐
Katabolizm to reakcje syntezy związków złożonych z substancji prostych, wymagające dostarczenia energii.	☐	☐

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

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tabelę dotyczącą porównania procesów metabolicznych, przenosząc podane niżej wyrazy w puste miejsca tabeli.

cecha	ANABOLIZM	KATABOLIZM
	niski	wysoki
	wysoki	niski
uwalnianie / kumulowanie energii		
przykłady		

uwalnianie

poziom energetyczny substratów

fotosynteza, trawienie

synteza białek, oddychanie

fotosynteza, synteza białek

poziom energetyczny produktów

oddychanie, trawienie

trawienie, synteza białek

kumulowanie

oddychanie, fotosynteza

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

Notatnik

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