

Związki chemiczne w organizmach żywych

I. Składniki mineralne

Pierwiastki biogenne są podstawowymi pierwiastkami budulcowymi organizmów żywych. Należą do nich: węgiel, wodór, tlen, azot, siarka i fosfor. Pierwiastki biogenne razem z potasem, sodem, wapniem, magnezem, oraz chlorem zwane są **makroelementami** – występują w organizmach żywych w ilości $> 0,1\%$ suchej masy.

Mikroelementy to takie pierwiastki, które występują w śladowych ilościach, nie przekraczających $0,01$ suchej masy, jednak ich obecność jest nieodzowna. Są to m.in. F, I, Zn, Fe, B, Si, Cu, Mn, Mo, Cr, Co, V

Ultraelementy: to pierwiastki występujące w organizmach w śladowych ilościach nie większych niż $0,0001\%$. Są nimi selen, srebro, złoto, wanad, cyna.

(Należy znać funkcje, główne źródła, skutki niedoboru poszczególnych pierwiastków w organizmie. Treści te znajdziesz w podręczniku lub repetytorium)

II. Biologiczna rola wody.

Najpowszechniejsza substancja na ziemi, stanowi 71% powierzchni kuli ziemskiej. Decyduje o życiu u organizmów, stanowiąc ponad połowę masy ich ciała. Jest środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym życia organizmów.

1. Właściwości fizykochemiczne wody.

Jest tlenkiem wodoru H_2O . Atomy wodoru połączone z atomem tlenu pod kątem 104° . Atomy tlenu połączone są z atomem wodoru silnym wiązaniem kowalencyjnym. Taka budowa decyduje o polarności cząsteczki wody: Biegunek zawierający atom tlenu ma tzw. cząstkowy ładunek ujemny. Biegunek z atomami wodoru ma cząstkowy ładunek ujemny. Cząsteczki wody są dipolami. Dzięki swojemu polarnemu charakterowi cząsteczki wody mogą się ze sobą łączyć za pomocą słabych wiązań wodorowych.

Zdolność tworzenia takich wiązań decyduje o właściwościach wody w różnych stanach skupienia:

- w stanie parowym wiązania wodorowe praktycznie nie powstają
- w stanie ciekłym struktura jest częściowo uporządkowana, a wiązania bezustannie tworzą się i rozrywają
- w stanie stałym cząsteczki mają bardzo uporządkowaną strukturę krystaliczną, w której zostały utworzone wszystkie wiązania wodorowe, co powoduje że lód ma większą objętość niż woda w stanie ciekłym (powód rozrywania ścian i błon komórkowych w komórkach poddanych działaniu niskich temp) Jest on też lżejszy od wody, co umożliwia przetrwanie organizmów żywych pod lodem w zbiornikach wodnych)

Skutkiem istnienia wiązań wodorowych jest też napięcie powierzchniowe wody, dzięki któremu możliwy jest np. transport wody z korzeni do liści.

Wysokie ciepło właściwe umożliwia pełnienie przez nią roli termoizolacyjnej w organizmach.

Wysokie ciepło parowania ułatwia organizmom pozbycie się nadmiaru ciepła.

Woda jest rozpuszczalnikiem dla wielu związków. Pod tym względem związki chemiczne dzielimy na **hydrofilowe** (dosłownie lubiące wodę) np. aminokwasy, albuminy, węglowodany, kwasy nukleinowe, , NaCl i **hydrofobowe** (dosłownie unikające wody) np. tłuszcze, węglowodory, globuliny. Zdolność do rozpuszczania związków umożliwia zachodzenie wielu reakcji chemicznych w środowisku wodnym komórki, woda uczestniczy też w wielu reakcjach chemicznych w komórce np. hydrolizie

Dyfuzja: to swobodne przemieszczanie się cząsteczek przez błonę biologiczną zgodnie z gradientem ich stężenia aż do momentu wyrównania stężeń.

Osmoza: to dyfuzja zachodząca przez błonę półprzepuszczalną np. bł. biologiczną. Tylko cząsteczki wody mogą przenikać swobodnie przez taką błonę. Zjawisko ma kluczowe znaczenie dla funkcjonowania komórek bo umożliwia transport wody pomiędzy komórkami, oraz pobieranie wody ze środowiska zewnętrznego.

III. Związki mineralne

1. Charakterystyka białek

a) Budowa białek

- Są to makrocząsteczkowe biopolimery, które składają się z 20 rodzajów aminokwasów występujących w przyrodzie: **glicyny, kwasu glutaminowego, lizyny, argininy, histydyny, alaniny, waliny, leucyny, izoleucyny, fenyloalaniny, proliny, seryny, treoniny, cysteiny, metioniny, tryptofanu, tyrozyny, asparaginy, glutaminy, kwasu asparaginowego**

- **aminokwasy egzogenne** czyli takie, których człowiek nie potrafi sam wytwarzać i musi przyjmować je z pożywieniem: **izoleucyna, leucyna, lizyna, metionina, fenyloalanina, treonina, tryptofan, histydyna oraz walina**,

- aminokwasy **endogenne (nie niezbędne)**, które potrafimy wytwarzać sami. Procesy syntezy aminokwasów odbywają się w wątrobie.

Każdy aminokwas zawiera dwie charakterystyczne grupy funkcyjne:

- **aminową** – NH_2
- **karboksylową** – COOH połączone z węglem

W większości aminokwasów z atomem węgla α związany jest także alifatyczny lub aromatyczny **rodnik węglowy R**, który może być nośnikiem dalszych grup funkcyjnych.

Aminokwasy różnią się między sobą rodzajem rodnika. W zależności od rodzaju rodnika dzielimy je na:

- **alifatyczne** (łańcuchowe),
- **aromatyczne** (z pierścieniem typu benzenowego)
- i z **układem heterocyklicznym** (pierścieniowe).

Aminokwasy mogą łączyć się ze sobą w dowolnych układach i w związku z tym istnieje w przyrodzie **niewyobrażalna liczba możliwych kombinacji białek**, np. dla białka liczącego 154 aminokwasy (mioglobina) liczba kombinacji wynosi 20^{154} .

Aminokwasy w białkach łączą się **wiązaniem peptydowym**. Grupa karboksylowa jednego aminokwasu tworzy wiązanie peptydowe z grupą aminową następnego.

- **Oligopeptydy** (zawierają w łańcuchu do 10 aminokwasów),
- **Polipeptydy** (od 10 do 100 aminokwasów)
- Proteiny (białka) powyżej 100 aminokwasów

Struktura przestrzenna białek

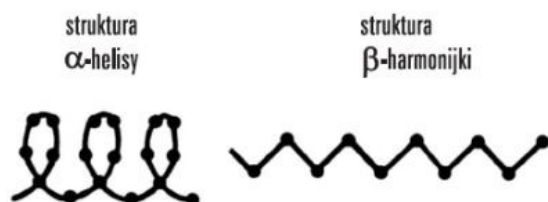
Białka mają charakterystyczną dla danej cząsteczki strukturę przestrzenną, która determinuje ich właściwości i funkcję biologiczną:

Struktura I-rzędowa to sekwencja (kolejność ułożenia) aminokwasów w łańcuchu peptydowym, stabilizowana wiązaniami peptydowymi i uwarunkowana sekwencją nukleotydów w DNA. Konsekwencją tej struktury są następne: II-, III-, IV-rzędowa.

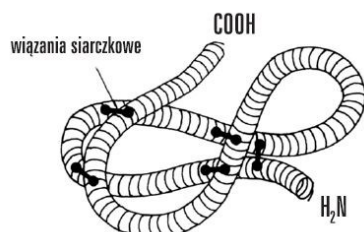
Struktura II-rzędowa opisuje przestrzenne ułożenie aminokwasów tworzących rdzeń łańcucha peptydowego, bez uwzględnienia reszt bocznych – R aminokwasów. Konformacja ta jest stabilizowana głównie **wiązaniami wodorowymi** powstającymi między atomami węgla grupy karboksylowej – COOH i azotu grupy aminowej – NH₂.

W przyrodzie powszechnie występują struktury:

α -helisy i β -harmonijki.

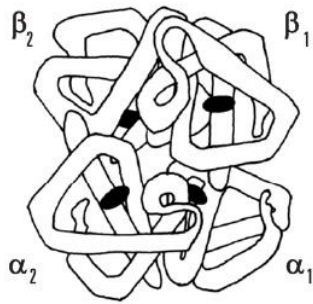


Struktura III-rzędowa to przestrzenne położenie wszystkich atomów, także atomów łańcuchów bocznych łańcucha polipeptydowego. Łańcuchy polipeptydowe przyjmują na pewnych odcinkach regularne konformacje α -helisy (kształt cylindra lub wstążki) i β -harmonijki, na innych zaś tworzy się struktura nieuporządkowana.



W zależności od przestrzennego zwinięcia łańcucha peptydowego tworzy się struktura kolistą (**białka globularne**) lub wydłużoną (**białka fibrylarne**).

Struktura IV-rzędowa: wchodzące w skład białka łańcuchy polipeptydowe łączą się często w jeszcze większe agregaty (poszczególne łańcuchy nazywamy podjednostkami). Dotyczy ona białek złożonych, składających się z łańcuchów polipeptydowych i związków niebiałkowych. Wiązania stabilizujące tę strukturę to wiązania występujące w strukturze III-rzędowej oraz słabe oddziaływania międzycząsteczkowe.



b) właściwości białek.

Białka globularne (kuliste) tworzą w wodzie koloidy, np. cytoplazma.

Białka są **labilne** (delikatne). Czynnikiem wpływającym na zmianę ich właściwości chemicznych są: temperatura, kwasy, alkalia, rozpuszczalniki organiczne, detergenty, utleniacze, mocznik. Najczęściej czynniki te **denaturują** białka.

Niektóre rozpuszczają się w wodzie bądź słabych roztworach soli, np. białka globularne.

Ulegają **hydrolizie** pod wpływem enzymów hydrolitycznych wewnątrz komórki lub na zewnątrz.

Kształt przestrzenny białek decyduje bezpośrednio o ich właściwościach i funkcjach.

c) klasyfikacja białek

Na podstawie właściwości chemicznych oraz udziału różnych komponentów wyróżniamy:

- **Skleroproteiny** – białka fibrylarne (włóknkowe) są nierozpuszczalne w wodzie, mają budowę włóknkową, służą jako substancje podporowe w organizmie, np. **keratyna, fibroina, miozyna, aktyna, elastyna, kolagen**.

- **Sferoproteiny** – białka globularne (kuliste) są rozpuszczalne w wodzie i rozcieńczonych roztworach soli, ich cząsteczki są sferyczne, nawet gdy mają kształt nieregularny, np. **albuminy, globuliny, histony**,

- **Białka złożone** zawierają oprócz aminokwasów **składniki niebiałkowe**, tj. reszty kwasu fosforowego, reszty cukrowcowe, kwasy nukleinowe, metale, kwasy tłuszczowe lub układ hemowy. Są to odpowiednio: **fosfoproteiny, glikoproteiny, nukleoproteiny, metaloproteiny, lipoproteiny, chromoproteiny**.

d) funkcje biologiczne białek

- **Budulcowa** – budują struktury komórkowe i tkankowe organizmów, np. białka powierzchniowe i integralne błon komórkowych (lipoproteiny), białka kurczliwe mięśni: **aktyna, miozyna**; chrząstki, więzadła, ściany tętnic: **elastyna i kolagen**.

- **Wzmacniająca** – konstrukcyjna, np. kolagen budujący tkankę łączną: kostną i chrzęstną.

- **Transportowa** – przenośnikowa; są to białka przenośnikowe, umożliwiające transport bliski z komórki do komórki, tzw. **białka błonowe**, lub transport daleki – białka znajdujące się we krwi (**albuminy** przenoszące hormony i inne substancje chemiczne, **hemoglobina** przenosząca tlen u kręgowców, **hemerytryna** – tlen u bezkręgowców, **transferyna** – żelazo, **lipoproteiny LDL i HDL** transportujące cholesterol).

- **Regulatorowa** – regulują procesy fizjologiczne, np. **hormony** białkowe i peptydowe, **histony** stabilizujące cząsteczki DNA, **represorowe** w operonach blokujące lub umożliwiające transkrypcję genów, **biokatalizatory** (enzymy) przyspieszające reakcje chemiczne, np.

- **Zapasowa** – magazynująca, np. białka zapasowe nasion roślin (zwłaszcza traw) służą jako materiał energetyczny i budulcowy w czasie kiełkowania i we wczesnych etapach rozwoju zarodka: **albuminy**, **globuliny**, proteiny jaj ptasich, białko mleka – **kazeina**. Białko **ferrytyna** magazynuje żelazo w wątrobie, **mioglobina** magazynuje tlen w mięśniach, albumina jaja kurzego magazynuje substancje odżywcze dla zarodka.

- **Odpornościowa** – immunologiczna, strzegą jedności biochemicznej organizmu, np. **przeciwciała**.

- **Ochronna** – izolacyjna, np. **keratyna** budująca włosy, paznokcie, pazury, rogowe wytwory skóry, **fibroina** – oprzędy owadzie. Z kolei **fibrynogen** i **protrombina** pełnią funkcje ochronne, uczestnicząc w procesach krzepnięcia krwi.

- **Nerwowa** – odbiór i przesyłanie bodźców nerwowych, np. białka w synapsach nerwowych lub w czopkach i pręcikach umożliwiające odbiór światła – **rodopsyna**.

Fizjologiczna – biorą bezpośredni udział w takich procesach, jak: odżywianie (fotosynteza), trawienie, rozmnażanie, oddychanie, poruszanie, reakcje na bodźce.

e) białka jako enzymy

Enzymy mają zdolność **zwiększania szybkości reakcji chemicznych** przebiegających w organizmie, czyli obniżają energię niezbędną do rozpoczęcia i przeprowadzenia reakcji chemicznej, tzw. **energie aktywacji**.

Przeprowadzają reakcje z **dużą szybkością** w optymalnych dla siebie warunkach temperatury, pH i ciśnienia.

Enzymy jako cząsteczki białkowe posiadają podobne właściwości jak białka: **są labilne i podatne na wpływy różnych czynników środowiska**.

Optymalna temperatura to 37–40°C (wyjątek stanowią enzymy bakteryjne, bakterii żyjących w gorących źródłach – 80°C), optymalne pH dla większości z nich waha się w granicach 6,4–6,6. Niektóre enzymy wykazują **zbliżony poziom aktywności w szerokim zakresie pH**, np. papaina, inne z kolei działają w ściśle określonym pH: bardzo niskim 1,5 – pepsyna lub wysokim 7,7 – trypsina.

Charakteryzują się **dużą specyficznością substratową**. Różnią się między sobą **stopniem specyficzności**: jedne są specyficzne tylko dla jednego substratu: jeden enzym – jedna

reakcja, inne katalizują reakcje blisko spokrewnionych substratów lub związków podobnych strukturalnie.

Budowa i działanie enzymów

Enzymy:

- **proste**, zbudowane wyłącznie z białka

- **złożone** zbudowane z **części białkowej** – **apoenzymu** i **części niebiałkowej** – **koenzymu** lub **grupy prostetycznej**. Cały czynny kompleks nosi nazwę **holoenzymu**.

-

Koenzymy ulegają zużyciu i ich zapas w organizmie musi być stale uzupełniany; w skład koenzymów wchodzi witaminy, np. witamina K, B₁, B₂, B₆, B₁₂, H, kwas foliowy, kwas pantotenowy.

Częścią enzymu uczestniczącą w wiązaniu substratu i przeprowadzaniu reakcji jest **centrum aktywne**; znajduje się ono w szczelinach i bruzdach apoenzymu biokatalizatora i zajmuje stosunkowo niewielki fragment jego cząsteczki. Do centrum aktywnego enzymu przyłącza się substrat bądź substraty, tu również znajduje się miejsce wiązania **kofaktora**.

Centrum aktywne to przestrzenny układ kilku reszt aminokwasowych charakterystycznych dla danego enzymu. Konformacja substratu musi być przestrzennie dopasowana do konformacji centrum aktywnego enzymu. Dopasowanie strukturalne substratu i enzymu (jego centrum aktywnego) porównuje się do zależności, jaka zachodzi między **kluczem i zamkiem** lub **ręką i rękawiczką**. Jest to bardzo precyzyjne, a zarazem elastyczne dopasowanie strukturalne dwóch oddziałujących składników.

W niektórych enzymach oprócz centrum aktywnego w apoenzymie znajduje się **centrum allosteryczne**, do którego przyłączają się drobnocząsteczkowe związki, tzw. **efektory**, wpływające na **aktywność enzymów**.

Niektóre enzymy syntetyzowane są w komórkach w postaci nieczynnych **proenzymów** (zymogenów). Te nieaktywne formy ulegają aktywacji dopiero po wydzieleniu do miejsca działania danego enzymu, by nie doszło do strawienia komórki, np. enzymy katalizujące hydrolizę białek – trypsynogen, pepsynogen.

Aktywność enzymów jest regulowana przez takie czynniki, jak: temperatura, pH roztworu, stężenie enzymu i substratu, inhibitory i aktywatory. Inhibitorami enzymów są m.in. cyjanek, kwas jodooctowy, fluorek, luizyt;

Węglowodany

1. Budowa.

Zbudowane z atomów węgla wodoru i tlenu. Mogą zawierać jedną jednostkę cukrową – monosacharydy, dwie jednostki: disacharydy, bądź wiele jednostek cukrowych – polisacharydy.

Monosacharydy: cukry proste posiadające w cząsteczce od trzech do siedmiu atomów węgla.

- triozy: np. aldehyd gliceryny, dihydroksyaceton
- pentozy: ryboza, dezoksyryboza
- heksozy: glukoza, fruktoza, galaktoza,

Glukoza to najpowszechniej występujący monosacharyd, wytwarzany przez organizmy samożywne w procesie fotosyntezy. Spalana w procesie oddychania komórkowego jest źródłem energii do procesów życiowych. Służy jako materiał do syntezy innych związków takich jak aminokwasy czy kwasy tłuszczowe.

Do każdego atomu węgla, z wyjątkiem jednego, przyłączona jest grupa wodorotlenowa. Atom ten łączy się podwójnym wiązaniem z tlenem tworząc grupę **karbonylową** – grupa ta występuje na końcu łańcucha, cząsteczka jest więc **aldehydem**. Jeśli grupa wystąpi wewnątrz łańcucha, monosacharyd jest **ketonem**.

Glukoza i fruktoza są izomerami strukturalnymi. Mają one takie same wzory cząsteczkowe, lecz inny układ atomów w cząsteczce. Odmienne ułożenie atomów w cząsteczce powoduje, że cukry te mają inne właściwości.

Cząsteczki monosacharydów nie występują w roztworach w postaci łańcuchowej, lecz tworzą formy pierścieniowe.

Disacharydy: dwucukry, zbudowane z dwóch połączonych ze sobą cząsteczek monosacharydów połączonych **wiązaniem glikozydowym**.

- maltoza: glukoza+glukoza
- sacharoza: glukoza +fruktoza
- laktoza: glukoza +galaktoza

Dwucukry w roztworach wodnych ulegają hydrolizie.

Polisacharydy: wielocukry, utworzone z wielu powtarzających się jednostek monosacharydów (ok. kilku tys.) Tworzą proste bądź rozgałęzione łańcuchy.

- Skrobia; materiał zapasowy roślin, zbudowana z jednostek glukozy. Magazynowana w postaci ziaren w plastydach. Zwierzęta posiadają enzymy hydrolizujące skrobię
- Glikogen; materiał zapasowy zwierząt, gromadzony w komórkach wątroby i mięśni
- Celuloza; materiał budulcowy ścian komórkowych roślin, nierozpuszczalna. Zwierzęta nie posiadają enzymów ułatwiających rozkład skrobi. Jest ona jednak ważnym niezbędnym elementem pożywienia, jej włókna ułatwiają funkcjonowanie układu pokarmowego
- Chityna; składnik szkieletu zewnętrznego stawonogów oraz ścian komórkowych grzybów

Cukry złożone: węglowodany mogą być połączone z białkami: **glikoproteiny** (na powierzchni błon komórkowych) oraz lipidami glikolipidy (związki powierzchniowe, uczestniczące w oddziaływaniach międzykomórkowych)

Lipidy

Związki o konsystencji stałej (zwierzęce) i ciekłej (roślinne), nierozpuszczalne w wodzie zbudowane z węgla, wodoru i tlenu. Służą jako źródło energii, są elementem błon plazmatycznych, pełnią funkcje zapasowe, termoizolacyjne, są hormonami.

Tłuszcze obojętne (właściwe)

Zbudowane z cząsteczki glicerolu (trójwęglowy alkohol), połączonej z jedną, dwiema lub trzema cząsteczkami kwasów tłuszczowych. Łączy je wiązanie estrowe. Powstają w reakcji estryfikacji. Stanowią materiał energetyczny i zapasowy w organizmach roślin i zwierząt.

Nasycone kwasy tłuszczowe, zawierają maksymalną liczbę atomów wodoru (brak wiązań podwójnych między atomami węgla) – tłuszcze zwierzęce

Nienasycone kwasy tłuszczowe, zawierają przynajmniej jedno wiązanie podwójne między atomami węgla. (np. oleje)

Kwas linolowy i arachidowy są egzogenne i niezbędne do prawidłowego funkcjonowania człowieka, więc należy je uzupełniać w diecie.

Tu też woski!

Fosfolipidy:

W budowie posiadają obok glicerolu i dwóch łańcuchów kw. tłuszczowych grupę fosforanową. Budują błony białkowo lipidowe. Powinowactwo fosfolipidów do wody omówiono w dziale dotyczącym transportu przez błony.

Karotenoidy

Pomarańczowe i żółte barwniki roślinne, uczestniczące w reakcjach fotosyntezy. Rozpad cząsteczki karotenu powoduje powstanie dwóch cząsteczek retinolu czyli **witaminy A**.

Sterydy

Cholesterol, sole żółciowe, męskie i żeńskie hormony płciowe oraz hormony kory nadnerczy to ważniejsze sterydy w organizmie człowieka.

Warunki Bezpłatnych Przedruków:

Możesz wykorzystać te materiały bezpłatnie na własny użytek, na własnej stronie internetowej, albo w czasopiśmie poza internetem -- pod warunkiem, że nie będziesz niczego zmieniać bez porozumienia się z nami. Na dole musi być umieszczona następująca informacja (w internecie, muszą być także linki do naszej strony):

www.zdammature.pl - kursy maturalne i gimnazjalne