

Biochemie

Biopolymery

Doc. MUDr. Jan Šimůnek, CSc.

Ústav preventivního lékařství

14. října 2008

Biopolymery

V biologických objektech mají zásadní význam biopolymery, složené z velkého počtu stejných nebo podobných jednotek, případně doplněných dalšími chemickými látkami.

Struktura biopolymerů

primární – jaké jednotky a jakým způsobem jsou řazeny za sebou

sekundární – stočení vzniklého vlákna (nejčastěji nějaký typ šroubovnice)

terciární – další natvarování sekundární struktury

kvartérní – pospojování více základních jednotek do struktury vyššího řádu (v některých případech i spojení různých typů polymerů nebo polymerů s ladšími látkami)

Přehled biopolymerů

bílkoviny – základní stavební jednotkou je aminokyselina

nukleové kyseliny – základní stavební jednotkou je nukleotid –
sloučenina pětiuhlíkatého sacharidu, organické
báze a kyseliny fosforečné

polysacharidy – základní stavební jednotkou je sacharid,
nejčastěji glukóza, nicméně mohou se vyskytovat i
fruktózové polysacharidy a některé mohou
obsahovat různé sacharidové jednotky, případně
sacharidy spolu s jejich deriváty

Bílkoviny

Monomery bílkovin jsou aminokyseliny. Aminokyseliny spolu tvoří peptidovou vazbu, při níž se -COOH jedné aminokyseliny (odštěpením -OH) a α - NH_2 druhé aminokyseliny (odštěpením H) propojí za vzniku vody. (Při opačném procesu se musí voda dodávat – hydrolýza.) Vzniklá sloučenina má na jednom konci skupinu -COOH , na druhém -NH_2 , takže může nabírat další aminokyselinu – atd. . .

Bílkovinné a nebílkovinné aminokyseliny

Pouze malá část existujících aminokyselin je zabudována do bílkovin. Uměle lze vytvořit i peptidy a bílkoviny s dalšími, ale v živých organismech se takové nevyskytují. Navíc všechny biogenní aminokyseliny jsou v L-variantě.

Aminokyseliny vyskytující se v bílkovinách 1

Triv. n.	Zkratka	E	M	Kyselina:
S alifatickými postranními řetězci				
glycin	Gly	N	g	2-aminopenthanová
alanin	Ala	N	g	2-aminopropanová
valin	Val	E	g	2-amino-3methylbutanová
leucin	Leu	E	k	2-amino-4methylpentanová
isoleucin	Ile	E	s	2-amino-3-methylpentanová
S postranními řetězci s -OH skupinou				
serin	Ser	N	g	2-amino-3-hydrohypropanová
threonin	Thr	E	g	2-amino-3-hydroxybutanová

Aminokyseliny vyskytující se v bílkovinách 2

S postranními řetězci obsahujícími síru				
cystein	Cys	N	g	2-amino-3-merkaptopropanová
cystin	–	N	g	3,3-dithiobis(2-aminopropanová)
methionin	Met	E	g	2-amino-4-(methylthio)butanová
S postranními řetězci obsahujícími kyselá skupiny nebo jejich amidy				
k. asparagová	Asp	N	g	aminojantarová
asparagin	Asn	N	g	2-aminosukcinamová
k. glutamová	Glu	N	g	2-aminoglutarová
glutamin	Gln	N	g	2-aminoglutaramová

Aminokyseliny vyskytující se v bílkovinách 3

S postranními řetězci obsahujícími basické (zásadité) skupiny				
arginin	Arg	E	g	2-amino-5-guanidinovalerová
lysin	Lys	E	s	2,6-diaminohexanová
hydroxylysin	Hyl		s	2,6-diamino-5-hydroxyhexanová
histidin	His	E/N	g	2-amino-3-imidazolylpropanová
Obsahující aromatické cykly				
histidin	His	E/N	g	2-amino-3-imidazolylpropanová
fenylalanin	Phe	E	s	2-amino-3-fenylpropanová
tyrosin	Tyr	N	s	2-amino-3-(4-hydroxyfenyl)p.p.
tryptofan	Trp	E	s	2-amino-3-(3-indolyl)propanová
Iminokyseliny				
prolin	Pro	N	g	2-pyrrolidinkarboxylová
4-hydroxyprolin	Hyp	N	g	4-hydroxy-2-pyrrolidinkarboxylová

Oligopeptid, polypeptid, bílkovina

Oligopeptid

Oligopeptid obsahuje 2 - 10 zřetězených aminokyselin. Řada těchto látek se uplatňuje v organismu jako látky regulační – mají silný biologický účinek. I toxiny *Amanita phalloides* mají 8 a 10 aminokyselin, jsou tedy oligopeptidy.

Polypeptidy

Polypeptid má více než deset aminokyselin. Horní hranice je v rozmezí 50 – 100 aminokyselin a závisí na tom, zda má sloučenina definovanou sekundární a terciární strukturu.

Významné peptidy

Vedle výše uvedených *toxinů* mezi ně patří hormony zadního i předního laloku hypofýzy, hormony regulující hladinu Ca v krvi i některé hormony nervové tkáně. *Glutathion* je používán jako tkáňový antioxidant. *Panicilín* je derivátem Cys-Val dipeptidu. Santerické sladidlo *Aspartam* je dipeptid Asp-Phe.

Struktura bílkovin

Sekundární struktura

Nejčastější sekundární struktura bílkovin je α -helix, pravotočivá šroubovnice, u níž připadá 3,6 aminokyselin na závit. β -struktura je hřebenovitá a podobá se hřebenu, nakresleném na skládaný list. Vyznačuje se velkou pevností.

Terciární struktura

Jejím výsledkem je zevní tvar bílkoviny a je udržována vazbami v místech, kde se bílkovina sama sebe dotýká.

Kvartérní struktura

Jedná se o spojení více jednotek, udržované podobnými vazbami jako terciární. Není u všech bílkovin. Typický zástupce: Hemoglobin, myoglobin, Ca^{2+} dependentní ATP-asa (ve svalech).

Změny struktury bílkovin

Sekundární a vyšší struktura bílkoviny závisí na fyzikálních a chemických vlastnostech prostředí. Při jejich změně dochází i ke změně těchto struktur. Uvedené změny mohou být *vratné*, vyvolané menšími změnami teploty, pH, koncentrace minerálních látek apod. Využívají se v činnosti organismu (např. hemoglobin má při nižší teplotě a alkaličtějším pH (prostředí plic) vyšší vazebnou afinitu ke kyslíku než oxidu uhličitému, při vyšší teplotě a kyselejších pH (tkáně) je tomu naopak. Mohou být limitující pro teplotní rozmezí funkčnosti nebo přežívání organismu, mohou neutralizovat bílkovinné jedy atd. Velké změny pH, vysoká teplota, mráz (za určitých podmínek), těžké kovy a další chemické látky vedou k nevráté změně struktury bílkovin, *denaturaci*. K denaturaci bílkovin dochází i při přípravě pokrmů a bílkoviny jsou snadněji stravitelné.

Rozdělení bílkovin 1

Podle tvaru molekuly

Globulární bílkoviny

Mají oblý a ž kulovitý tvar molekuly, jsou vesměs dobře rozpustné ve vodě, patří mezi ně *albumin*, *globuliny*, *trypsin*, *hemoglobin* a mnoho dalších.

Fibrilární bílkoviny

Mají tvar vláken, většinou jsou nerozpustné ve vodě, jsou součástí cytoskeletu buněk, extracelulární hmoty (vazivo, chrupavka, kost). Patří mezi ně i keratin (kůže, ale také chlupy, vlasy, rohy, kopyta atd.) a elastin.

Membránové bílkoviny

Jsou uzpůsobeny k připoutání na membránu, některé jsou do ní zanořeny, nebo ji dokonce prostupují a ovlivňují průchod látek skrze ni.

Rozdělení bílkovin 2

Podle funkce 1

Enzymy

Biokatalyzátory, viz příště. Řada bílkovin má *nespecifickou katalytickou aktivitu*.

Strukturní bílkoviny

Vytvářejí struktury na tkáňové nebo buněčné úrovni (od organel po mezibuněčnou hmotu). Podílejí se na tvaru buněk i celého těla.

Rozdělení bílkovin 3

Podle funkce 2

Transportní bílkoviny

Řada látek v těle je transportována spolu se specifickým bílkovinným nosičem (typicky dýchací plyny), ale i železo a některé další. Další látky využívají nespecifické vazby na bílkoviny, především albumin, týká se řady endogenních látek (např. hormony, žlučová barviva), ale i léků apod.

Osmotická funkce

Plazmatické bílkoviny vytvářejí onkotický tlak.

Zásobní

Tělo neumí bílkoviny uložit do zásoby, ale některé odbourává přednostně při bílkovinném nedostatku (hladovění), jejich množství může signalizovat výživový stav organismu.