

Polysacharidy, jejich význam a uplatnění

V přírodě je každým rokem syntetizováno $4 \cdot 10^{11}$ tun sacharidů převážně ve formě polysacharidů. Polysacharidy patří mezi biologické polymery, které mají důležitou úlohu při stavbě rostlin, živočichů, hub a mikroorganismů (celulosa, chitin, pektin, hemicelulosa) a jsou zdrojem energie pro různé biochemické reakce (škrob, fruktany). Mohou se také zúčastňovat dalších procesů, např. ovlivňují srážlivost krve (heparin) nebo hospodaření s vodou (rostlinné gummy a slizy). Kromě polysacharidů se v přírodě vyskytují proteoglykany, což jsou makromolekuly vyskytující se živočišných organismech. Jsou tvořeny glykosaminoglykany kovalentně vázané na protein. Nacházejí se uvnitř buňky, jsou součástí buněčné stěny a mimobuněčné matrice. Na základě velké rozmanitosti proteoglykanů se usuzuje na řadu jejich biologických funkcí, ale pouze část těchto funkcí byla doposud vysvětlena. Zřejmě nejdále postoupil výzkum funkce proteoglykanů nervových tkání.

Z krátkého přehledu vyplývá, jakými odlišnými vlastnostmi se polysacharidy vyznačují, přičemž na jejich tvorbě se podílí pouze několik monosacharidů a jejich derivátů, převážně D-glukosa, D-galaktosa, D-mannosa, 2-amino-2,6 deoxyglukosa, L-arabiosa, D-xylosa a D-galakturonová kyselina. Tyto monosacharidy se vyskytují jako α nebo β anomery a jsou nejčastěji vázány ($1 \leftrightarrow 4$) glykosidovými vazbami. Zejména stavební polysacharidy jsou lineární, avšak obecně mohou být polysacharidy více či méně větveny.

Polysacharidy mají nejen nepostradatelný význam v přírodě, ale také mají široké využití v potravinářství, farmacii a v dalších průmyslových odvětvích. Např. celulosa, nejrozšířenější stavební polysacharid rostlin, je základem papíru, textilních tkanin, stavebních hmot, její deriváty se používají jako zahušťovací prostředky do potravin a jsou důležitou součástí různých forem léků. Škrob, který je nejrozšířenější zásobní polysacharid rostlin, má často podobné použití jak v nativní formě, tak ve formě derivátů, jako celulosa. Deriváty škrobu, tzv. hydrokoloidy na míru, se používají do desertů, zmrzlin, cukrovinek, zahušťují omáčky, různé dresinky a kečupy, a mimo jiné jsou součástí uzenin a masných výrobků.

Pektin je v přírodě součástí buněčné stěny rostlin a patří nejen k nejrozšířenějším polysacharidům v přírodě, ale podobně jako škrob nebo deriváty celulosy, se široce používá v potravinářském průmyslu, např. jako výborná želírující látka. Pektin snižuje obsah cholesterolu v krvi a má také schopnost vázat ionty těžkých kovů. Chemické modifikace molekuly mohou výrazně měnit jeho vlastnosti a umožnit nová použití, dosud však toho, na rozdíl od škrobu, nebylo náležitě využíváno. Pektin má některé výhody proti škrobu vyplývající z přítomnosti částečně esterifikovaných karboxylů v jeho molekule. Tyto skupiny jsou vhodné pro snadné chemické modifikace (transesterifikace, amidace), které mohou vést k výrazným změnám fyzikálně-chemických a biologických vlastností vzniklých derivátů. Hydrofobně upravené deriváty pektinů vznikají vazbou nepolárních skupin na pektinové makromolekuly pomocí alkylace, acylace, esterifikace nebo amidace. Tyto deriváty nacházejí uplatnění při stabilizaci emulzí nebo pro zachycování a odstraňování nepolárních molekul, např. uhlovodíků, tuků, cholesterolu a žlučových kyselin. Pektin je v lidském těle dobře fermentovatelný sub-

strát, proto je rozštěpen již v přední části tlustého střeva. Náдоры a záněty však vznikají v dolní části tlustého střeva. Chemická derivatizace pektinu může snížit jeho dostupnost pro mikroorganismy a modifikovaný pektin by mohl být fermentován podél celého tlustého střeva a tím ho chránit. Amidace pektinu navíc zvýší jeho afinitu k žlučovým kyselinám a tukům. Dalším příkladem využití modifikovaného citrusového pektinu spočívá v tom, že blokuje galektin-závislou adhezi nádorových buněk na povrchu zdravé tkáně, a tím zabraňuje metastázi.

Důležitým příkladem polysacharidu s širokým spektrem využití v průmyslu a medicíně je chitin a chitosan. Chitin je po celulóse druhým nejvíce se vyskytujícím přírodním biopolymérem. Na rozdíl od celulosy však neobsahuje glukosu, ale její derivát N-acetylglukosamin. Je hlavní složkou exoskeletu bezobratlých živočichů (krabů, koryšů, měkkýšů, chobotnic), buněčných stěn hub (plísní, kvasinek, vyšších hub) a vyskytuje se i v krovkách hmyzu. Komerční chitin se získává především z odpadních produktů vzniklých při zpracování mořských živočichů. Chitosan, deacetylovaná forma chitinu, se pro své význačné vlastnosti používá v mnoha průmyslových oborech, zejména v potravinářství jako součást potravinových doplňků a přípravků na snížení hmotnosti.

Skupina polysacharidů, která je v současné době hojně studována, jsou β -glukany¹. Tyto polysacharidy mají hlavní řetězec tvořený glukosou vázanou β glykosidovou ($1 \leftrightarrow 3$) vazbou a jsou podle původu více či méně větveny vazbou ($1 \leftrightarrow 6$). β -Glukany jsou součástí buněčných stěn rostlin, mikroorganismů a vyšších hub. Poměrně vyšší obsah těchto polysacharidů mají nesladovnícké ječmeny. Předmětem zkoumání je schopnost β -glukanů příznivě ovlivňovat imunitní systém člověka a snižovat hladinu cholesterolu v krvi, takže tyto polysacharidy mají v současné době uplatnění v potravinářských doplňcích, avšak intenzivně se ověřuje jejich využití v farmacii. β -Glukany jsou také součástí kosmetických krémů, kde mají za úkol vázat vodu, působí jako antioxidanty a uklidňují podrážděnou pleť.

Studium polysacharidů je z mnoha hledisek zajímavá oblast chemie. Příroda je nevyčerpatelným zdrojem těchto látek, které nacházejí buď přímo nebo po chemické nebo enzymové úpravě celou řadu nových uplatnění, občas diskutabilních, příkladem mohou být náhrady tuků (fat mimetics) v potravinách. Zřejmě nejvíce komplikované, ale zároveň nejvíce vzrušující, je objasnění úlohy a významu proteoglykanů či glykoproteinů.

Ústav chemie a technologie sacharidů na Vysoké škole chemicko-technologické (VŠCHT) se již řadu let zabývá studiem struktury a modifikace polysacharidů. Pozornost je zejména soustředěna na pektin, chitin a β -glukany vyšších hub. Tento výzkum probíhá ve spolupráci s řadou pracovišť VŠCHT, Ústavem živočišné genetiky a fyziologie AV, Ústavem makromolekulární chemie AV a Výzkumným ústavem potravinářského průmyslu. Výzkum je podporován projekty Grantové agentury ČR, Fondem rozvoje vysokých škol a výzkumnými záměry VŠCHT.

Jana Čopíková, Andryi Synytsya

1. Větvicka V.: Chem. Listy 98, 963 (2004).