1. **Sacharidy a jejich metabolismus**
* Jsou nejrozšířenější přírodní látky
* Obsahují ve svých molekulách atomy uhlíku, vodíku a kyslíku (dále i dusík, fosfor nebo síru)
* V zelených rostlinách vznikají fotosyntézou
* Živočichové získávají sacharidy v potravě, pokud je jich v potravě nedostatek, vyrábí si je látkovou přeměnou z aminokyselin nebo glycerolu
* **Funkce sacharidů**
	+ Stavební – celulóza
	+ Zdroj energie – jejich odbouráváním vzniká energie, oxid uhličitý a voda
	+ Zásobní funkce – glykogen a škrob v rostlinách
	+ Součást nukleosidů, nukleotidů, koenzymů, hormonů, antibiotik, glykosidů
* V průmyslu se využívají k výrobě sladidel, papíru, alkoholu, výbušnin, umělých vláken, kyselin
* **Dělení sacharidů**
	+ Monosacharidy – tvoří je pouze jedna monosacharidová jednotka
	+ Oligosacharidy – tvoří je 2-10 monosacharidových jednotek
		- Disacharidy a monosacharidy se označují jako cukry
	+ Polysacharidy – tvoří je více než 10 monosacharidových jednotek
* Oligosacharidy a polysacharidy se hydrolýzou štěpí na monosacharidy
* Obsahují chirální (asymetricky) uhlík – navázané skupiny jsou všechny jiné
	+ Sacharidová řada D – hydroxyskupina na poslední asymetrickém uhlíku je v zápisu Fischerovým vzorcem psána vpravo
* **Monosacharidy**
	+ Obsahují ve svých molekulách 3-7 uhlíků
	+ Nedají se štěpit na sacharidy jednodušší
	+ Jsou to bezbarvé krystalické látky, dobře rozpustné ve vodě za vzniku sladkých roztoků
	+ Podléhají různým přeměnám, technicky nejvýznamnější je lihové kvašení
	+ Kromě dihydroxyacetonu jsou monosacharidy opticky aktivní, obsahují alespoň jeden asymetrický uhlík – stáčí tedy rovinu polarizovaného světla o určitý úhel doleva nebo doprava
	+ **Dělení**
		- podle hydroxylových skupin
			* Aldehydová skupina – aldózy (polyhydroxyaldehydy)
			* Ketonická skupina – ketózy (polyhydroxyketony)
		- podle počtu uhlíků
			* Triózy
			* Tetrózy
			* Pentózy
			* Hexózy
			* Heptózy
	+ **Vzorce**
		- Fischerovy vzorce – lineární
		- Haworthovy vzorce – cyklické – přesnější znázornění struktury
			* Sacharidy s pětičlenným cyklem – furanózy
				+ - tetrahydrofuran
			* Sacharidy s šestičlenným cyklem – pyranózy
				+ -tetrahydropyran
			* Vznikem cyklické formy se původní uhlíkový atom nesoucí karbonylovou skupinu mění na chirální a nese poloacetalový hydroxyl
			* α-anomery – u D-monosacharidů je poloacetalový hydroxyl navázán dolů, u L-monosacharidů nahoru
			* β-anomery – D-monosacharidů je poloacetalový hydroxyl navázán nahoru, u L-monosacharidů dolů
		- Tollensovy vzorce – přechod mezi oběma typy vzorců
	+ **Zástupci monosacharidů**
		- Glycenaldehyd (aldotrióza) a dihydroxyaceton (ketotrióza)
			* V přírodě se nevyskytují
			* Objevují se v metabolismu jako fosfáty
			* Lze je připravit dehydrogenací glycerolu
			* Jsou to izomerní sloučeniny
		- D-Ribosa
			* Aldopentóza
			* Společně se svým derivátem 2-deoxy-D-ribosou je součástí nukleových kyselin
			* 
		- D-Glukosa
			* Aldohexóza, zvaná hroznový cukr
			* Bílá, sladká látka, dobře rozpustná ve vodě
			* Je obsažena v ovoci, ve včelím medu (50 %), v krvi
			* Při námaze se velmi rychle a lehce vstřebává, je rychlým zdrojem energie pro organismus
			* Koncentrace glukosy v krvi se označuje jako glykemie
			* Je základem mnoha oligosacharidů a polysacharidů
			* 
			* 
		- D-fruktóza
			* Ketohexóza, zvaná ovocný cukr
			* Je obsažena v ovoci, ve včelím medu (50 %)
			* Nejsladší cukr, součást sacharózy
			* 
		- D-galaktosa
			* Aldohexóza
			* Je složkou disacharidu laktózy, některých polysacharidů, glykoproteinů a glykolipidů
	+ **Reakce monosacharidů**
		- Důkazové reakce
			* Reakce s Fehlingovým činidlem (roztok modré skalice, hydroxidu sodného a vinanu sodno-draselného)
				+ Zahřátím a smícháním s Fehlingovým činidlem se kationty v něm přemění na oxid mědný a vysráží se a roztok se zbarví do červenohnědé barvy
			* Reakce s Tollensovým činidlem (směs dusičnanu stříbrného a vodného roztoku amoniaku)
				+ Pokud je volný poloacetalový hydroxyl, dochází k reakci a dojde k vysrážení stříbra
		- Oxidace a redukce
			* Oxidací na aldehydové skupině vznikají aldonové kyseliny
				+ D-Glukosa oxiduje na kyselinu glukonovou
			* Redukcí na aldehydové skupině vznikají cukerné alkoholy – alditoly
				+ D-Glukosa se redukuje na D-glucitol

D-glucitol (sorbit) se používá jako sladidlo pro diabetiky

* + - Esterifikace
			* Estery kyseliny tridryhogenfosforečné
			* Přednostně se esterifikuje 1. (primární) nebo 6. uhlíku (poloacetalová)
		- Vznik glykosidu
			* Reakce alkoholu s monosacharidem (v kyselém prostředí)
			* Vzniká přednostně na poloacetalovém hydroxylu
			* Patří mezi acetaly
* **Oligosacharidy**
	+ Vznikají spojováním monosacharidů glykosidovou vazbou
	+ Podle počtu monosacharidových jednotek rozlišujeme disacharidy, trisacharidy, …
	+ **Disacharidy** – vznikají dvojím způsobem
		- Poloacetalový hydroxyl jedné molekuly se spojí s některým hydroxylem (jiným než poloacetalovým) jiné molekuly sacharidu a vznikne redukující disacharid
			* Tyto disacharidy reagují s Tollensovým a Fehlingovým činidlem
		- Poloacetalový hydroxyl jedné molekuly se spojí s poloacetalovým hydroxylem jiné molekuly a vznikne neredukující disacharid
	+ **Vlastnosti disacharidů**
		- Bezbarvé, krystalické látky
		- Dobře rozpustné ve vodě na sladké roztoky
		- Jsou součástí potravin
	+ **Zástupci disacharidů**
		- Sacharóza
			* Vzniká spojením D-glukózy a D-fruktózy
			* Bezbarvá a ve vodě rozpustná látka
			* Neredukující disacharid, tzv. řepný nebo třtinový cukr
			* Použití: v potravinářství jako sladidlo, ve farmacii jako přídavná látka
			* Její hydrolýzou vzniká glukóza a fruktóza
			* 
		- Laktóza
			* Vzniká spojením D-galaktózy a D-glukózy
			* Redukující disacharid
			* Běžně se nazývá mléčný cukr, protože je přítomna v mléce savců
		- Maltóza
			* Vzniká spojením dvou molekul D-glukózy
			* Redukující disacharid
			* Vzniká hydrolýzou škrobu nebo působením enzymů v klíčcích semenech ječmene
				+ Odtud plyne její název: sladový cukr
			* 
* **Polysacharidy**
	+ Jejich molekuly mají podobnou strukturu jako oligosacharidy, ale jsou tvořeny mnohem větším počtem monosacharidových jednotek
	+ Nejrozšířenější sacharidy, patří mezi biopolymery (přírodní makromolekulární látky)
	+ Monosacharidové jednotky tvořící polysacharidy mohou být:
		- Stejného typu – homopolysacharidy
		- Různého typu – heteropolysacharidy
	+ V přírodě slouží jako stavební a zásobní látky rostlin a živočichů, některé jsou biologicky aktivní
	+ Některé jsou rozpustné ve vodě, jiné v ní bobtnají a tvoří viskózní roztoky, další jsou nerozpustné
	+ Nemají redukční vlastnosti, protože glykosidové vazby vznikají mezi poloacetalovými hydroxyly
		- Lineární - vazba 1-4
		- Větvené – hlavní řetězec: vazba 1-4; vedlejší řetězce: vazba 1-6
	+ Nemají sladkou chuť
	+ **Homopolysacharidy**
		- Celulóza
			* Hlavní složka buněčných stěn a vyšších rostlin
			* Lineární polysacharid, tvořený D-glukózovými jednotkami spojenými β (1-4) glykosidovými vazbami
				+ Řetězce mohou mít i tisíce jednotek
			* Nerozpustná ve vodě
			* Pro člověka je nestravitelná, ale tvoří důležitou součást potravy jako součást vlákniny
			* V rostlinách se nejčastěji vyskytuje v doprovodu dalších polysacharidů i látek nesacharidové povahy (např. lignin), ty se souhrnně nazývají hemicelulóza
			* Získává se ze dřeva jako surová celulóza (buničina) a slouží jako surovina pro papírenský a textilní průmysl
		- Škrob
			* Zásobní látka rostlin, skládá se ze dvou složek
				+ Amylóza

Obsahuje D-glukózové zbytky vázané α (1-4) glykosidovými vazbami

Je nevětvená

rozpustná ve vodě

* + - * + Amylopektin

Obsahuje D-glukózové zbytky spojené α (1-4) i α (1-6) glykosidovými vazbami

Je větvený

ve studené vodě se nerozpouští ale bobtná

* + - * škrob tvoří ve vodě koloidní roztoky
			* průmyslově se získává z brambor a obilovin
			* slouží k výrobě D-glukózy
		- Glykogen
			* Zásobní látka živočichů
			* Strukturou připomíná amylopektin, ale je více větvený
			* Obsažen především v játrech a ve svalech
			* Je rozpustný ve vodě
		- Chitin
			* Základní složka kutikuly členovců, buněčných stěn hub a některých řas
			* Složen z monosacharidových jednotek obsahujících dusík
		- Agaróza
			* Má podobnou strukturu jako chitin
			* Je hlavní složkou agaru, který se získává z některých mořských řas
			* Tvoří gely a používá se v potravinářství a mikrobiologii (k přípravě živných půd)
		- Pektiny
			* Zásobní polysacharidy složité struktury
			* Obsaženy např. v jablkách, slupkách citrusů
			* Při zahřívání tvoří gely, čehož se využívá při výrobě džemů
	+ **Heteropolysacharidy**
		- Součást buněčných stěn mikroorganismů, mezibuněčné hmoty a tělních tekutin
* **Metabolismus sacharidů**
	+ Sacharidy se syntetizují v autotrofních organismech, jsou produktem fotosyntézy
	+ Heterotrofní organismy je přijímají v potravě a jsou pro ně zdrojem energie
	+ Zásadním úlohu v metabolismu sacharidů hraje glukóza
	+ **Katabolismus sacharidů**
		- Polysacharidy a oligosacharidy jsou v trávicí soustavě rozloženy na monosacharidy
		- Glukóza je odbourávána v jednotlivých buňkách glykolýzou
		- **Glykolýza**
			* Děj, při něž je glukosa v buňce za anaerobních podmínek odbourávána na pyruvát (sůl kyseliny pyrohroznové) za uvolnění energie v podobě ATP
				+ Probíhá v cytoplazmě
				+ Glukosa vstupující do glykolýzy musí být nejdříve aktivována (pomocí ATP) na glukosa-6-fosfát
			* Není potřeba kyslík, jedná se o anaerobní fosforylaci
			* Celkový zisk jsou 2 molekuly ATP z 1 molekuly glukózy
		- Pyruvát vstupuje do dalších reakcí
			* Za anaerobních podmínek se pyruvát redukuje na laktát (při intenzivní práci)
				+ Jakmile je dostatek kyslíku, mění se zpět na pyruvát
			* Za aerobních podmínek podléhá pyruvát oxidační dekarboxylaci za vzniku acetyl-CoA, který vstupuje do Krebsova cyklu
				+ Krebsův (citrátový) cyklus – probíhá v mitochondriích
				+ Dýchací řetězec – probíhá na vnitřní membráně mitochondrií

Největším zdrojem vodíku pro dýchací řetězec je Krebsův cyklus a β-oxidace

* + **Anabolismus sacharidů**
		- Autotrofní organismy mají schopnost syntetizovat sacharidy z anorganických látek v procesu zvaném fotosyntéza
		- Heterotrofní organismy, přijímají sacharidy v potravě, ale mohou si glukózu tvořit z jednoduchých organických látek – glukoneogeneze
		- **Fotosyntéza**
			* Je proces, kdy jsou z anorganických látek a světelné energie syntetizovány organické látky
			* $12 H\_{2}O+6CO\_{2} → C\_{6}H\_{12}O\_{6}+6 O\_{2}+6 H\_{2}O$
			* **Primární (světelná) fáze**
				+ Je závislá na světle a probíhá v membráně tylakoidů v chloroplastech
				+ Energie pohlceného světelného záření je využita k tvorbě ATP (energie) a NADPH + H+ (redukční činidlo) pro sekundární fázi
				+ Fotosystém je soustava přenašečů barviv, jejich podstatnou složkou je chlorofyl
				+ Fotosystém I (P700) přijme světelné záření, přejde do excitovaného stavu a uvolní elektrony, které mohou buď redukovat NADP+ na NADPH + H+ nebo se vrátit zpět přičemž část jejich energie je využita k tvorbě ATP v procesu zvaném cyklická fosforylace
				+ Fotosystém II (P680) přijme světelné záření, přejde do excitovaného stavu a uvolní elektrony, které přecházejí na fotosystém I, nahradí z něho uvolněné elektrony a část jejich energie je využita k tvorbě ATP v procesu zvaném necyklická fosforylace
				+ Fotolýza vody, je proces, kdy se voda rozkládá na kyslík (uvolňován do okolí), vodík (váže se na NADP+) a elektrony (regenerují fotosystém II)
			* **Sekundární (temnostní) fáze**
				+ Není závislá na světle, probíhá mimo tylakoidy ve stromatu chloroplastů
				+ Dochází při ní k redukci CO2 za vzniku sacharidů při využití ATP a NADPH + H+ z primární fáze
				+ Nejvýznamnější metabolickou cestou syntézy sacharidů je tzv. Calvinův cyklus, kdy je CO2 postupně začleňován do organické sloučeniny, kde konečným produktem je hexóza