

Úvod do odbourávání a syntézy glukózy

Sacharidy, jedna z hlavních živin heterotrofních organismů, se nacházejí v každé buňce našeho těla, kde plní řadu funkcí – **zdroj energie** pro buňky, zdroj **uhlíkových atomů** pro syntézu látek, **rezervní** forma chemické energie (glykogen) či **strukturní funkce** (proteoglykany).

Glukóza

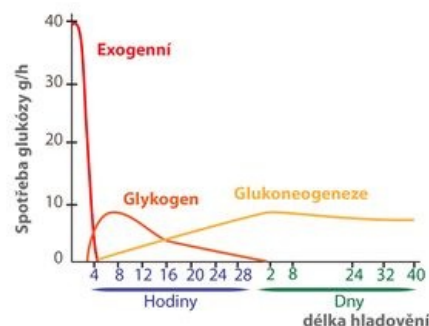
Glukóza (Glc) je **univerzální energetický substrát** – oxidací jednoho gramu glukózy získáme přibližně 17 kJ, tj. 4 kcal. Značný význam má fakt, že naše buňky z ní dovedou získávat energii i za nepřítomnosti O_2 . To glukózu odlišuje od ostatních živin. Některé buňky, např. erytrocyty či buňky CNS, na glukóze dokonce striktně závisí. **Pyruvátdehydrogenázová reakce** (PDH) je **nevratná**, a proto nelze syntetizovat glukózu z mastných kyselin. Nadbytek sacharidů naopak dokáže naše tělo přeměnit skrze acetyl-CoA na mastné kyseliny a následně na triacylglyceroly (TAG).

Glykémie označuje koncentraci glukózy v krvi. Její normální hladina nalačno činí **3,3–5,6 mmol/l**, po jídle však může přechodně vystoupit až na 7,0 mmol/l. Za fyziologických okolností se glukóza nevylučuje močí. Pokud glykémie překročí hodnotu **10 mmol/l** (tzv. **ledvinový prah** pro glukózu), objeví se glukóza v definitivní moči – hovoříme pak o **glykosurii**.

Glukóza se v potravě vyskytuje buď volná, nebo jako součást disacharidů či polysacharidů. Z trávicího traktu se do krve vstřebává pouze volná glukóza.

Zdroje krevní glukózy

1. Sacharidy z **potrav**y (trávení sacharidů v GIT), případně přeměna jiných živin z potraviny na glukózu.
2. **Rozklad jaterního glykogenu** – využívá se mezi jídly. Zásoba jaterního glykogenu vystačí asi na 24 hodin.
3. **Glukoneogeneze z C_3 a C_4 látek** (laktát, glycerol, většina aminokyselin) je zdrojem glukózy při dlouhodobém lačnění nebo při patologických podmínkách. V době dlouhodobého hladovění činí podíl energie čerpané z glukózy na celkové spotřebě organismu pouze 20 %, větší část energie se získává oxidací lipidů.



Spotřeba glukózy

Příjemci krevní glukózy

1. Spotřeba tkáněmi **závislými na glukóze**, jako je mozek, erytrocyty – nezávislé na inzulínu.
2. Spotřeba tkáněmi, které **nejsou závislé na glukóze**, a mohou tedy využívat i jiné energetické substráty, např. kosterní svaly – **závislé na inzulínu**.
3. **Syntéza glykogenu** v játrech, svazech a dalších tkáních.
4. **Přebytek** glukózy se **přemění na mastné kyseliny** a **TAG** – skladování zejména v tukové tkáni.
5. Tvorba mnoha významných látek (ostatní monosacharidy, deriváty monosacharidů apod.).

Sacharidy jsou metabolizovány ve formě **fosforečných esterů**. Klíčová látka v metabolismu sacharidů, **glukóza-6-fosfát** (Glc-6-P), představuje spojnicí mnoha metabolických drah: glykolýzy, glukoneogeneze, pentózového cyklu, glykogeneze a glykogenolýzy. Zároveň udržuje glukózu v buňkách, neboť tento derivát neprochází buněčnou membránou. Fosforylací glukózy je stále udržován koncentrační gradient glukózy mezi extracelulárním a intracelulárním prostorem, což usnadňuje další vstup glukózy do buňky.

Glykolýzu používají vyšší organismy jako hlavní cestu odbourávání sacharidů, pentózový cyklus pak jako cestu doplňkovou.

Mechanismus transportu glukózy přes buněčnou membránu

Glukóza může být transportována přes membránu dvěma mechanismy:

- **usnadněnou difúzí** pomocí **GLUT** přenašečů;
- **sekundárně aktivním transportem** prostřednictvím **SGLT** transportérů.

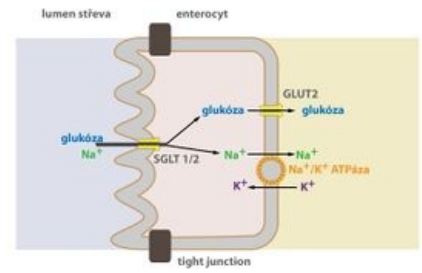
V buněčných membránách se vyskytuje celá řada glukózových transportérů fungujících na principu **facilitované difúze**. Jedná se o pasivní proces, v jehož průběhu jsou molekuly glukózy převáděny po svém koncentračním gradientu za pomoci přenašeče **GLUT 1-7 (GLUCose Transporter)**. Z nich pouze GLUT 4 závisí na hladině inzulínu. Inzulín po navázání na svůj receptor zvyšuje počet GLUT 4 transportérů v membráně příslušných buněk.

Zde uvádíme základní přehled GLUT transportérů:

- **GLUT 1 a 3** – slouží k udržení bazálního vychytávání glukózy tkáněmi, jejichž metabolismus je na glukóze

závislý (mozek, erytrocyty, ale také ledviny a placenta).

- **GLUT 2** – lokalizovaný na membráně β -buněk pankreatu a hepatocytů, umožňuje také přestup glukózy z resorpčních epitelů (proximální tubulus ledvin, enterocyty střeva) do krve.
- **GLUT 4** – je transportérem glukózy v tzv. **inzulin-dependentních tkáních** – kosterní sval, myokard a tuková tkáň. Jeho vystavení na membráně totiž podmiňuje přítomnost vyšších hladin inzulínu v krvi – přenašeče jsou připraveny ve vezikulech a po vazbě inzulínu na receptor nastává fúze vezikul s buněčnou membránou. K tomu dochází zejména po jídle, kdy zmíněné tkáně zodpovídají za metabolismus až 80 % glukózy z krve. V období mezi jídly ji naopak neresorbují a šetří ji pro tkáň na ní závislé.



GLUT 2 a SGLT 1/2

V enterocytech a v buňkách proximálního tubulu ledvin se glukóza vstřebává z lumen **aktivním transportem**. Přenos glukózy zajišťuje kotransport s Na^+ . Molekuly glukózy jdou proti svému koncentračnímu gradientu do buňky. energii poskytnou ionty Na^+ , které procházejí do buňky po svém koncentračním gradientu. Tento přenos umožňují tzv. **SGLT-1 a 2** (Sodium-GLucose Transporter). Ke zpětnému transportu Na^+ do ECT se spotřebovává ATP – Na^+/K^+ -ATPáza. Proto hovoříme o **sekundárně aktivním transportu**.