



Sacharidy



Osnova

- Úvod
- Význam
- Dělení a klasifikace
- Vlákna
- Trávení
- Vstřebávání
- Metabolismus sacharidů

Sacharidy

- Sacharid (z lat. *saccharum* = cukr)
- Též glycid, nepřesně cukr, zastarale a chybně uhlovodan nebo karbohydrát
- Organická látka patřící do skupiny polyhydroxyderivátů - aldehydů nebo ketonů
Nízkomolekulární sacharidy jsou rozpustné ve vodě a mají více či méně sladkou chuť
- Makromolekulární polysacharidy jsou většinou bez chuti a jsou ve vodě jen omezeně rozpustné (škrob, agar) nebo zcela nerozpustné (celulosa)

Sacharidy

- Jsou sloučeniny uhlíku, vodíku a kyslíku, lišící se strukturou a velikostí molekuly
- Zákl. stavební jednotka - monosacharidy
- Vazba glykosidická

- Zdroj energie pro činnost svalů a mozku
- Primární zdroj energie při intenzivním tréninku

- U rostlin vznikají asimilací vzdušného CO_2 za přítomnosti vody a denního světla - fotosyntézou

- **Denní příjem 50 - 60% z celkového energ. příjmu**

- **Množství energie v 1g = 4 kcal = 17 kJ**

- **Zásobní glykogen (jaterní a svalový)**

Dělení a klasifikace sacharidů

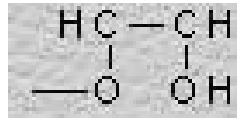
- Jednoduché sacharidy
 - Monosacharidy 1 x 6C
 - Disacharidy 2 x 6C
- Složené (komplexní) sacharidy
 - Polysacharidy 10 a více 6C

Jednoduché cukry

■ Monosacharidy

- Výskyt: ovoce(10 - 12%), med (35%G, 35%F), zelenina, džusy...

- Sladká chuť'

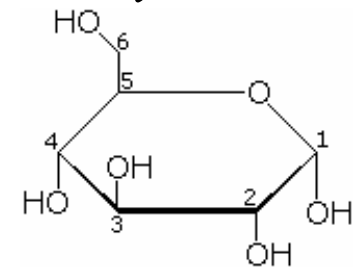


- **Glukóza** (hroznový, škrobový cukr, dextróza)

- Nejrychlejší zdroj energie
- Nezbytná pro mozek a ery (150 g/d)

- **Fruktóza** (ovocný cukr, levulóza)

- **Galaktóza** (součást mléčného cukru)



Jednoduché cukry

■ Disacharidy

- **Maltóza** (sladový cukr) - klíčky obilovin a sladu

glukóza + glukóza

- **Sacharóza** (řepný, třtinový cukr) - řepa cukrová, cukrová třtina, javorový sirup
 - spotřeba 100 - 120 g/os./d
 - denní příjem max. 10 %

glukóza + fruktóza

- **Laktóza** (mléčný cukr) - mléko a mléčné produkty
 - spotřeba 10 - 30 g/os./d

glukóza + galaktóza

Složené cukry

- Polysacharidy
 - Stravitelné (amylóza + amylopektin)
 - Složené z jednotek glu
 - Škrob - rostlinný
 - Glykogen - živočišný
 - Hl. zdroje v potravě: obiloviny a jejich výrobky (mouka, chléb, rýže, těstoviny, kukuřice, oves..), brambory, luštěniny, zelenina

Složené cukry

■ Polysacharidy

- Nestravitelné (vláknina)
- Částečná až úplná rezistence vůči hydrolýze trávicími šťávami
- S výjimkou rozpustné vlákniny, prochází nezměněné tenkým střevem
- Fermentace enzymy mikroflóry tlustého střeva → MK
- 1 g vlákniny = 3 kJ
 - DDD 25 - 30g poměr R:N 1:3
 - Dělení
 - Rozpustná - pektiny, inulin, fruktooligosacharidy, slizy, gummy, hemicelulózy ...
ovoce, oves, slad, luštěniny, brambory
 - Nerozpustná - celulóza. Lignin, hemicelulózy...
zelenina, otruby, celozrnné výrobky

Význam vlákniny

■ Rozpustná

- Částečné rozštěpení v tenkém střevě → gely → zpomalení pasáže v horní části GIT → zvýšení viskozity střevního obsahu
→ ↓ přístup trávicích šťáv k substrátům, vazba miner. látek
→ ↓ vstřebávání živin a žluč. kyselin, zpomalení rychlosti resorpce glu, prebiotikum

■ Nerozpustná

- ↑ obsah stolice (zředění a vazba toxických látek), zkrácení transitního času → omezení resorpce toxických látek, ↓ vstřebávání některých živin
 - Fermentace => MK s krátkým řetězcem (acetát, propionát, butyrát)= zdroje energie pro kolonocyty (80%), snížení pH

=> Preventivně x zácpě, polypy a nádory tl. střeva, žl. kameny, snižuje cholesterol v krvi

Potravina	Vláknina (g/100 g)	Hrubá vláknina (g/100 g)	Koncentrace na 100 kcal
Obilí, výrobky z mouky			
Pšenice	9	2	3,5
Žito	11	2	4,2
Ječmen	7	2	2,7
Oves	8	3	3,2
Rýže (neloupaná)	8	3	3,2
Pohanka	8	3	3,2
Kukuřice	4	1	4,9
Chléb Knaecke-Brot	9	2	3,1
Celozrnný žitný chléb	6	1	3,3
Celozrnný pšeničný chléb	5	1	2,9
Tmavý žitný chléb	3	1	1,7
Tmavý pšeničný chléb	3	1	1,7
Bílý pšeničný chléb a pečivo	1	0	0,4
Celozrnná žitná mouka	10	2	3,9
Žitná mouka	4	2	1,8
Celozrnná pšeničná mouka	9	2	3,4
Pšeničná mouka	2	0	0,6
Žitné otruby	42	8	19,9
Pšeničné otruby	40*	9	18,5
Ovoce, zelenina, bobule, houby			
Brambory	2	1	4,2
Brokolice	4	2	18,0
Fazole	3	1	11,5
Hrách	5	2	8,8
Kapusta	4	2	11,5
Kukuřice	4	1	4,9
Květák	2	1	11,1
Mrkev	3	1	9,8

Potravina	Vláknina (g/100 g)	Hrubá vláknina (g/100 g)	Koncentrace na 100 kcal
Paprika	2	2	12,5
Rajče	2	1	14,3
Reveň	3	1	22,2
Ředkev	1	1	10,0
Salát hlávkový	2	1	17,6
Zelí bílé	3	1	16,0
Angrešt	3	2	13,2
Banány	3	1	4,2
Hroznové víno	1	1	2,7
Hrušky	2	2	6,7
Jablka	2	1	5,3
Jahody	2	1	8,1
Maliny	7	4	24,0
Meruňky	2	1	5,5
Ostružiny	7	4	22,5
Rybíz černý	9	3	22,6
Rybíz červený	8	4	26,7
Švestky	7	1	12,0
Třešně	2	0	3,0
Houby	2 - 3	1 - 2	12 - 20

Trávení škrobů

- Dutina ústní
 - škrob - slinná α -amyláza (ptyalin)
 - Optim. pH 6,7
- Žaludek
 - Utlumení aktivity ptyalinu

Trávení škrobů

■ Tenké střevo

■ Enzymy slinivky břišní -

pankreatická α -amyláza

■ Hydrolýza 1,4 α vazby

=> maltóza, maltotrióza, polymery glu,
 α -limitní dextriny (8 glu)

■ Sliznice tenkého střeva - oligosacharidázy

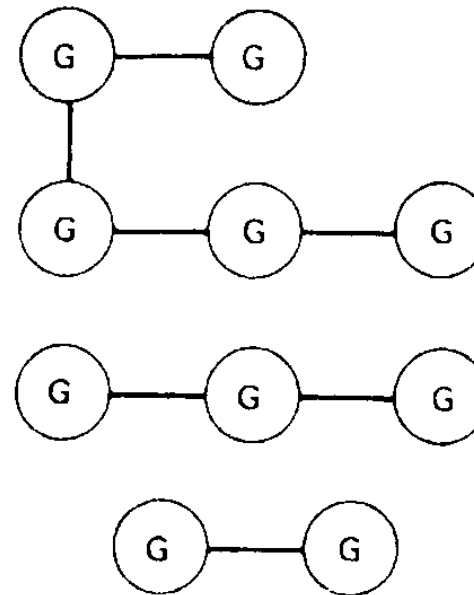
■ Zevní strana kartáčového lemu

■ α -limitní dextrináza - α -limitní dextriny

■ Glukoamyláza - maltóza => glu

- maltotrióza => glu

- polymery glu => glu

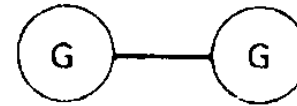


α -limitní dextrin

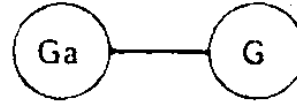
maltotriosa

maltosa

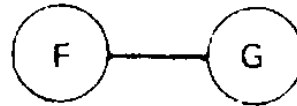
Trávení disacharidů



maltosa



laktosa



sacharosa

■ Tenké střevo

- Sliznice tenkého střeva - disacharidázy
 - Laktóza → *laktáza* ⇒ glu a gal
 - Maltóza → *maltáza* ⇒ glu a glu
 - Sacharóza → *sacharáza* ⇒ glu a fru
- Nedostatek disacharidáz ⇒ průjem, nadýmání, flatulence
 - *Zvýšené množství osmoticky aktivních molekul oligosacharidů a tvorba plynů*
- Laktáza - aktivita klesá s věkem
 - intolerance laktázy
- Poruchy digesce i resorpce při zánětech

Trávení oligosacharidů

- Stachyóza, vebaskóza
- Zastoupeny v luštěninách
- Člověk neprodukuje enzymy schopné štěpit oligosacharidy
 - => tlusté střevo => tvorba plynů, průjem
- Oligosacharidy - rozpustné ve vodě
 - ↓ obsahu = několik hod. máčení luštěnin ve vodě, klíčení

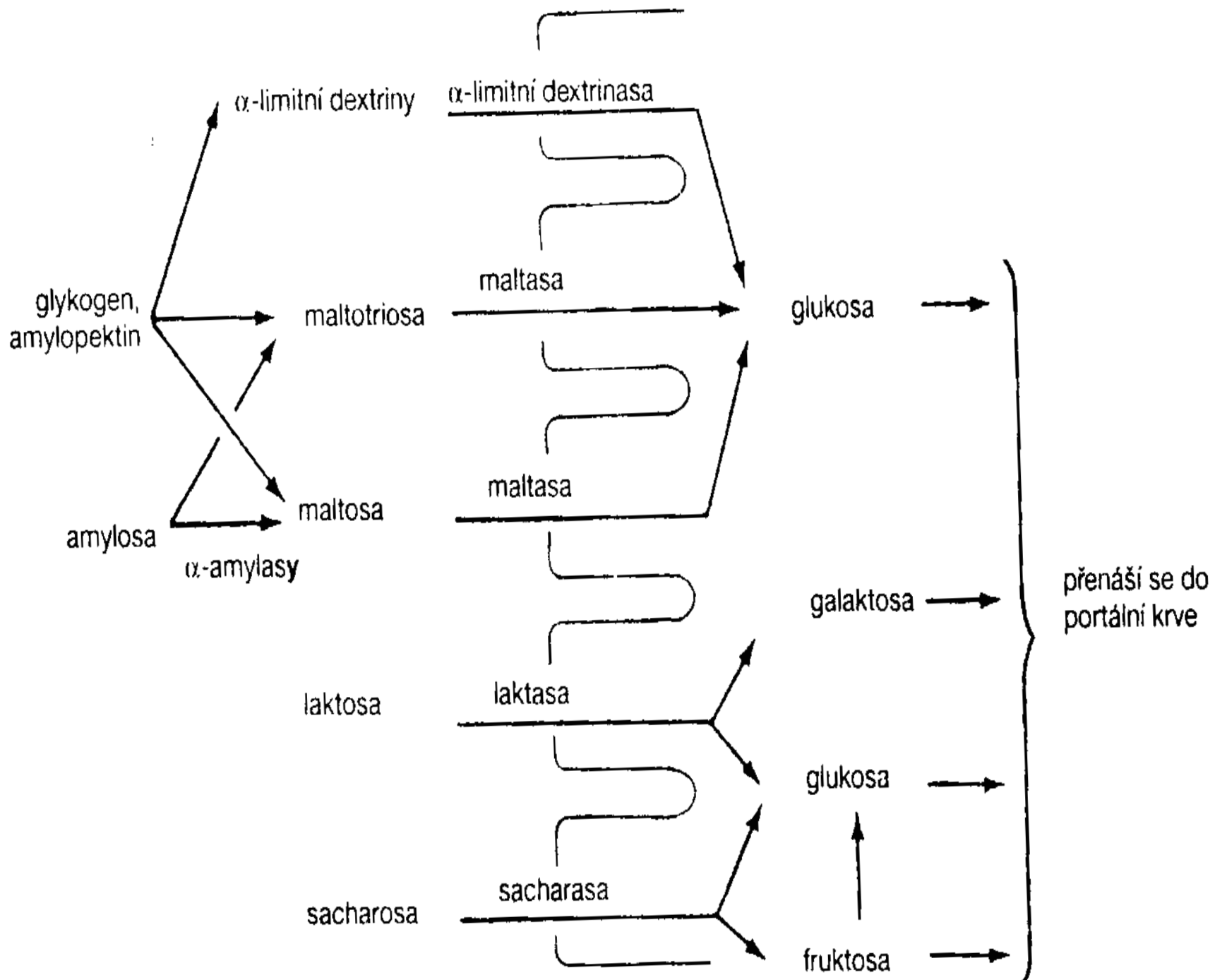
Vstřebávání sacharidů

- Rychlé - stěnou tenkého střeva => *v. portae*
- Resorpce - dřív než se zbytky stravy dostanou do terminálního ilea
- Max. rychlost 120 g/hod.
- Místo vstřebávání - duodenum a proximální jejunum
- Vliv Na^+ na transport sacharidů
 - \uparrow c Na^+ na slizničním povrchu bb. → usnadnění vstupu glu do bb. a naopak
 - Společný kontransport
 - Na^+ - transport dle koncentračního spádu + glu = sekundárně aktivní transport do ICT, usnadněná či prostá difúze do ECT
 - Gal - stejný mechanismus
 - Fru - absorpce nezávislá na Na^+
 - pomalejší resorpce
 - usnadněná difúze
 - část fru → glu (slizniční bb.)

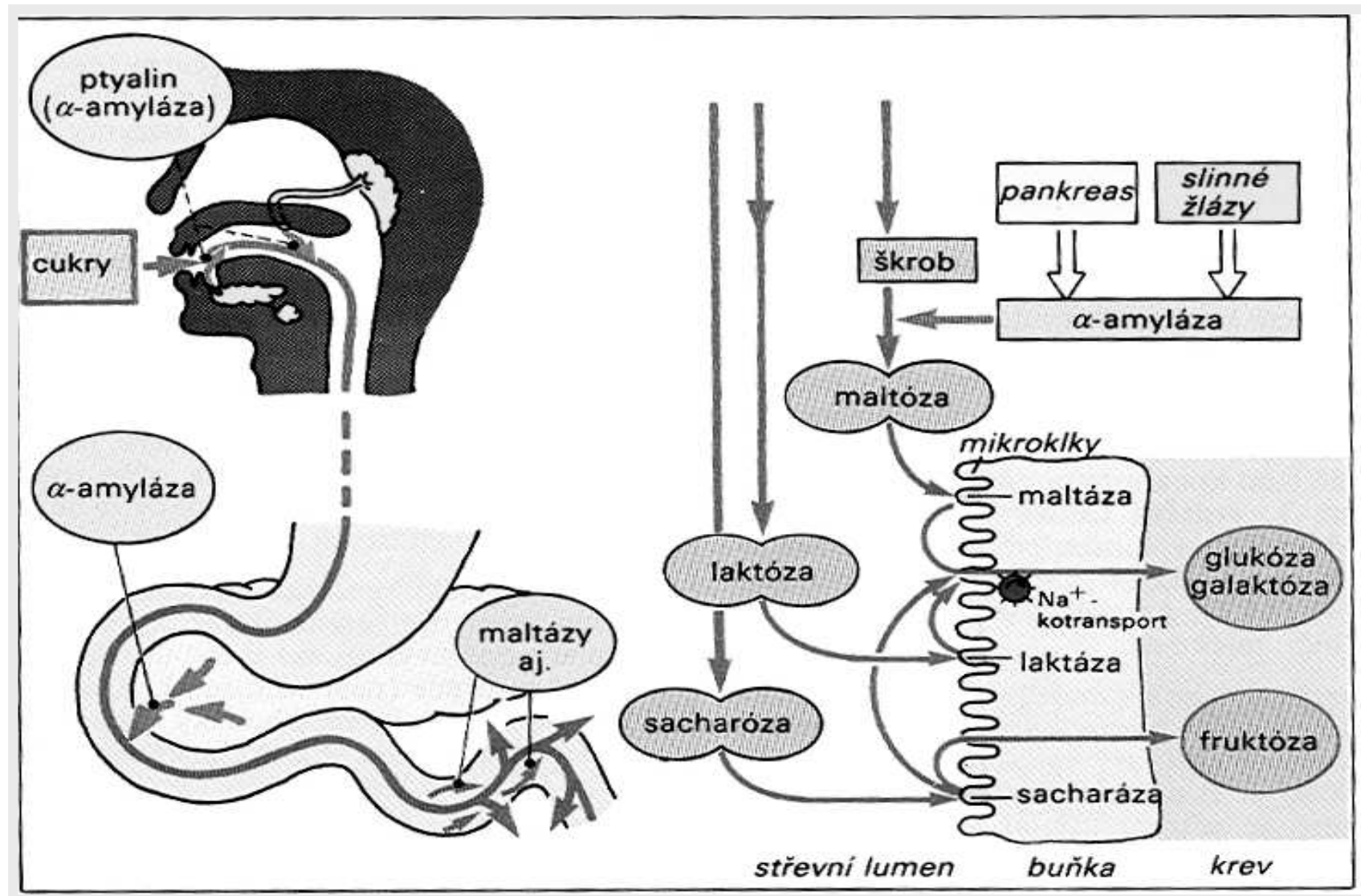
střevní lumen

mikroklky

buňka střevní sliznice



Přehled trávení - sacharidy



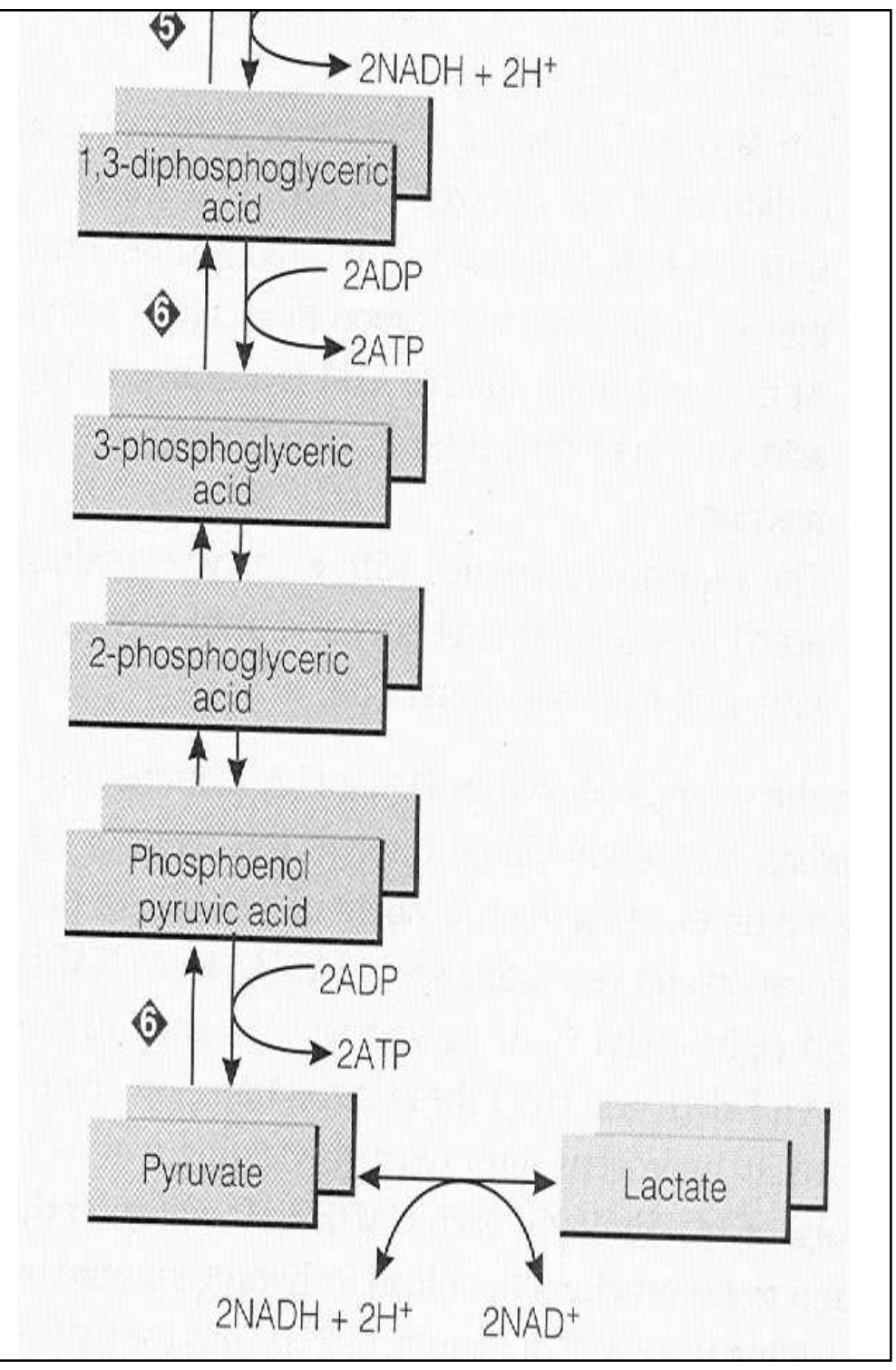
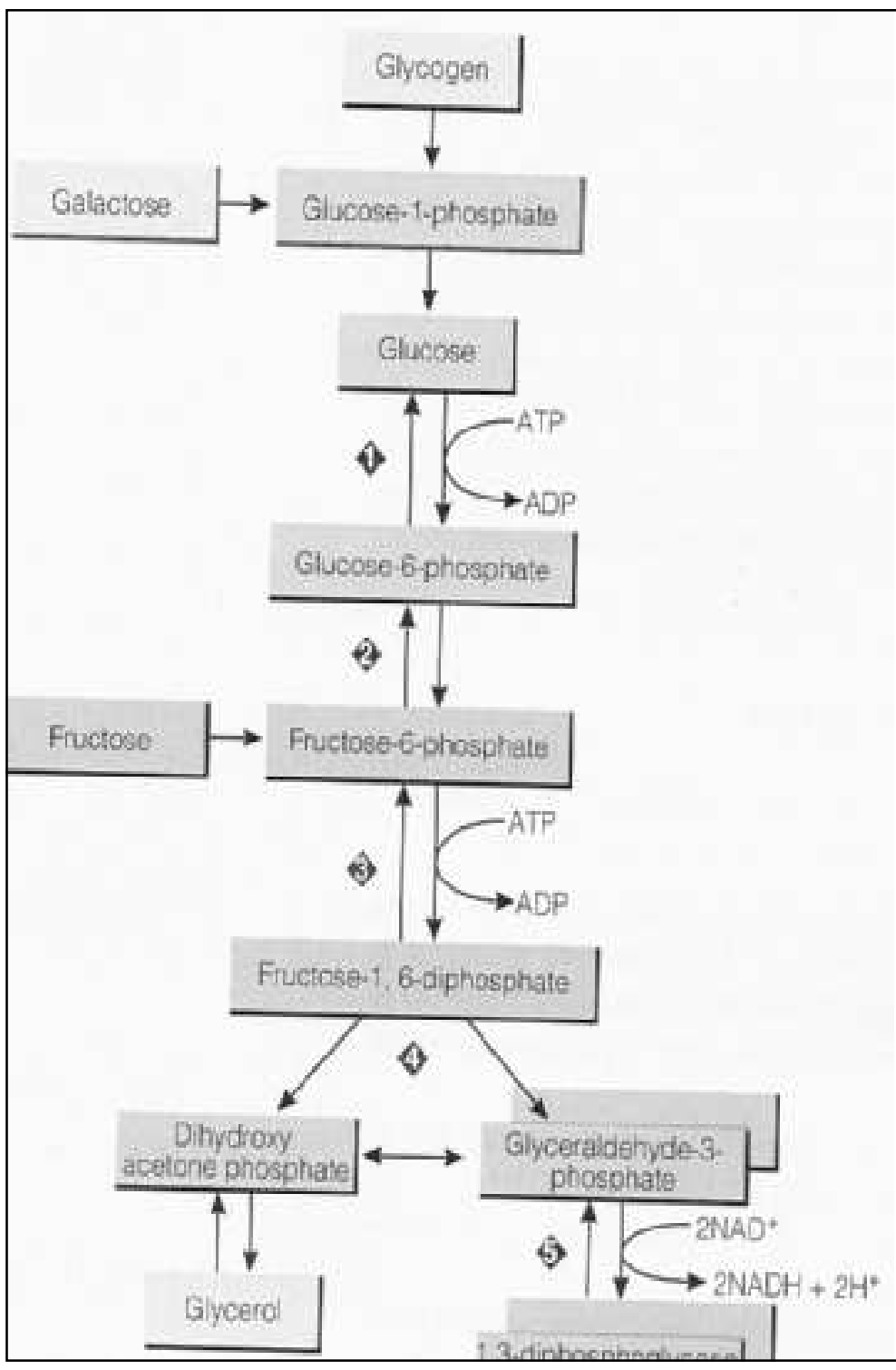
Metabolismus sacharidů

- Monosacharidy → portální oběh → játra
- 1. krok v metabolismu glu, fru, gal - fosforylace
- Galaktóza → gal-1-P → glu-1-P (→ glukóza)
 - Podíl na syntéze glykogenu, reverzibilní reakce
 - Gal - tvorba glykolipidů, mukoproteinů
- Fruktóza → fru-6-P → fru-1,6-diP →
 - fru-1-P → dihydroxyaceton a glyceraldehyd → metabol. dráhy glu
 - glukóza, syntéza glykogenu a TAG
 - Játra - vysoká schopnost syntézy TAG
- **Využití fosfátů hexóz**
 - Štěpení jako energetického substrátu v tkáních
 - přeměna na glykogen (játra, kosterní svalstvo)
 - Přeměna na MK a triacylglyceroly (TAG) (játra, tuková tkáň) - energetická rezerva
 - Minoritní část - metabolizace v pentózovém cyklu, syntéza glykoproteinů, glykolipidů

Metabolismus glukózy

■ Glykolýza

- odbourávání glu za anaerobních podmínek na pyruvát či laktát
- získání energie 2 ATP/ 1 mol glu
- Proces zahrnující několik kroků - viz obr.
- Neprobíhá v mitochondriích, ale v cytoplasmě
 - Pyruvát => acetyl-CoA (nevratná reakce)
 - => laktát
 - => alanin => proteiny



Cyklus kyseliny citrónové

- Acetyl-CoA => tuky
=> Krebsův cyklus
- Krebsův cyklus - oxidace cukrů, tuků i některých AMK
- Krebsův cyklus => Acetyl-CoA => CO_2 , vodu a energii
- Aerobní oxidace - 38 mol ATP/1 mol glu

- Průběh - mitochondrie
- Vyžaduje přísun O_2
- Nefunguje za anaerobních podmínek !!!!!

Metabolismus glykogenu

■ Glykogeneze

- tvorba zásobního glykogenu z glu-1-P
- Kdy? - při nadbytku glukózy
- Uložení - játra (100 g), svaly (300 - 400 g)
- Glykogen - zadržuje vodu

■ Glykogenolýza

- rozpad glykogenu
- Kdy? - při nedostatku glu
- Adrenalin (aktivace fosforylázy)

Fyziologický význam glukózy

- Glu - nejrychlejší zdroje energie
 - Nezbytná pro ery a mozek, nerv. bb.
- Min. potřeba 150 g/24 hod.
 - < 150 g/24 hod. => glukoneogeneze, ketogeneze (energie z MK, vznik ketolátek, pokud produkce předčí utilizaci => ketóza- narušení acidobazické rovnováhy, prevence min. 50 - 100 g sach./d)
- Hl. glukózy v krvi - glykémie (3,9 - 6,1 mmol/l)
 - Jaterní glukostat - játra udržují konstantní hl. gly
- Hypoglykémie => ↑ glukagon, adrenalin => mobilizace tvorby glu (glykogenolýza)
- Glu - nelze vytvořit z tuků, pouze z malého množství glycerolu

Hormonální regulace

- Inzulin
 - Produkováný B-buňkami Langerhansových ostrůvků pankreatu
 - Stimulační účinek na utilizaci glu
 - Regulátor sekrece - hl. glykémie (gly)
 - \uparrow hl. gly \Rightarrow \uparrow inzulínu \Rightarrow \uparrow utilizaci glu do bb. \Rightarrow normalizace hl. gly
 - Je stimulován také fru, AMK (Arg), glukagonem
- Glukagon
 - Produkováný A-buňkami Langerhansových ostrůvků pankreatu
 - Aktivuje jaterní fosforylázu \Rightarrow glykogenolýza \Rightarrow \uparrow hl. gly
- Kortikoidy, katecholaminy, hormony štítné žlázy, růstový hormon

Zisk glukózy za fyziologických podmínek

- Přísun z vnějšího prostředí - jednoduché či složené sacharidy
- Ze zásob - glykogen
- Glukoneogeneze - z AMK
 - Kdy ? - hladovění, nízký příjem sacharidů, DM, stres
 - Ize i naopak - transaminace produktů metabolismu glu → AMK

Faktory určující hladinu glukózy

- Rovnováha mezi množstvím glu vstupující do krve a množství které krev opouští
 - Příjem sacharidů z potravy
 - Rychlost vstupu glu do sval. bb., bb. tukové tkáně a jiných orgánů
 - 5% glu → glykogen
 - 30 - 40 % glu → tuk (pokud jsou naplněny zásoby glykogenu)
 - Zbytek → metabolizace ve svalech a jiných tkáních
 - Jaterní glykogen za hladovění → glukóza
 - Déletrvající hladovění → vyčerpání glykogenu => glukoneogeneze

Homeostáza sacharidů při námaze

- V klidu a po námaze
 - spotřeba MK kosterním svalstvem
 - spotřeba glu - mozek
- Fyzická námaha => glykogenolýza => ↑ hl. gly, postupné snižování při námaze
 - => ↑ glukoneogeneze, ↓ hl. inzulínu, ↑ hl. glukagonu a adrenalinu
- Po fyzické námaze => glukoneogeneze, pokles výdeje glu z jater (pro doplnění jaterního glykogenu)
 - => ↑ hl. inzulínu => podpora ukládání glykogenu

