

ZÁKLADNÍ BIOCHEMICKÉ DRÁHY V BUŇCE

Lenka Skálová

Barbora Szotáková

Miloslava Netopilová

Vladimír Wsól



Základní biochemické dráhy v buňce

Pracovní sešit k přednáškám z obecné biochemie
pro posluchače FaF UK

**Lenka Skálová, Barbora Szotáková,
Miloslava Netopilová, Vladimír Wsól**

Recenzovali:

doc. MUDr. Alena Stoklasová, CSc.

prof. Ing. Karel Kolář, CSc.



**Národní
plán
obnovy**



**Financováno
Evropskou unií**
NextGenerationEU



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Publikace byla vydána za podpory Ministerstva školství, mládeže
a tělovýchovy a Národního plánu obnovy v rámci projektu
Transformace pro VŠ na UK (reg. č. NPO_UK_MSMT-16602/2022).

Vydala Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum
jako učební text pro posluchače
Farmaceutické fakulty UK v Hradci Králové
Praha 2022
4. vydání

Text neprošel jazykovou ani redakční úpravou nakladatelství

© Univerzita Karlova, 2022
© Lenka Skálová, Barbora Szotáková,
Miloslava Netopilová, Vladimír Wsól, 2022

ISBN 978-80-246-4989-4
ISBN 978-80-246-2681-9 (online : pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod | 5 |
| 2. Metabolismus sacharidů | 7 |
| 2.1. Glykolýza | 7 |
| 2.2. Metabolismus fruktosy, galaktosy a mannosy | 11 |
| 2.2.1. Metabolismus fruktosy | 11 |
| 2.2.2. Metabolismus galaktosy | 13 |
| 2.2.3. Metabolismus mannosy | 15 |
| 2.3. Pentosový cyklus | 16 |
| 2.4. Glukoneogeneze | 20 |
| 2.5. Syntéza a štěpení glykogenu | 24 |
| 2.5.1. Syntéza glykogenu | 25 |
| 2.5.2. Štěpení glykogenu | 27 |
| 2.6. Coriho cyklus | 29 |
| 3. Citrátový cyklus a dýchací řetězec | 30 |
| 3.1. Citrátový cyklus | 30 |
| 3.1.1. Pyruvátdehydrogenasový komplex | 31 |
| 3.1.2. Reakce citrátového cyklu | 32 |
| 3.1.3. Využití intermediátů citrátového cyklu | 35 |
| 3.2. Glyoxylátová dráha | 36 |
| 3.3. Dýchací řetězec | 38 |
| 3.4. Transport látek vnitřní mitochondriální membránou | 39 |
| 3.4.1. Transportní systémy vnitřní mitochondriální membrány | 39 |
| 3.4.2. Transport redukčních ekvivalentů z cytosolu do mitochondrie | 40 |
| 4. Fotosyntéza | 41 |
| 4.1. Primární fotochemické děje. Fotofosforylace | 41 |
| 4.2. Calvinův cyklus | 42 |
| 4.3. Fotorespirace | 45 |
| 4.4. Fixace CO ₂ u C ₄ -rostlin | 47 |
| 5. Metabolismus lipidů | 49 |
| 5.1. β-Oxidace mastných kyselin | 49 |
| 5.1.1. Nasycené mastné kyseliny se sudým počtem uhlíků | 50 |
| 5.1.2. Nenasycené mastné kyseliny | 52 |
| 5.1.3. Mastné kyseliny s lichým počtem uhlíků | 52 |
| 5.2. Syntéza mastných kyselin | 53 |
| 5.3. Metabolismus triacylglycerolů a glycerofosfolipidů | 56 |
| 5.3.1. Syntéza triacylglycerolů | 57 |
| 5.3.2. Syntéza fosfatidylethanolaminu | 58 |
| 5.3.3. Syntéza fosfatidylcholinu | 59 |
| 5.3.4. Syntéza fosfatidylserinu | 60 |
| 5.3.5. Syntéza fosfatidylglycerolu a fosfatidylinositolu | 61 |
| 5.3.6. Syntéza kardiolipinu | 62 |
| 5.4. Syntéza sfingolipidů | 63 |
| 5.4.1. Syntéza N-acylsfingosinu | 64 |
| 5.4.2. Syntéza sfingomyelinu | 65 |
| 5.4.3. Syntéza cerebrosidů | 65 |
| 5.4.4. Syntéza sulfatidu | 66 |

| | |
|--|-----|
| 5.5. Metabolismus isoprenoidů a cholesterolu | 67 |
| 5.5.1. Cholesterol a steroidní hormony | 67 |
| 5.5.2. Syntéza isoprenoidů a cholesterolu | 68 |
| 5.5.3. Žlučové kyseliny | 71 |
| 5.6. Metabolismus ketolátek..... | 72 |
| 5.6.1. Syntéza ketolátek..... | 73 |
| 5.6.2. Přeměna ketolátek na acetyl-CoA | 74 |
| 6. Metabolismus aminokyselin a dusíkatých látek..... | 75 |
| 6.1. Metabolismus amoniaku | 75 |
| 6.1.1. Vznik amoniaku | 76 |
| 6.1.2. Močovinový cyklus | 77 |
| 6.1.3. Další cesty detoxikace amoniaku | 80 |
| 6.2. Odbourávání aminokyselin | 81 |
| 6.2.1. Přeměna aminokyselin na intermediáty citrátového cyklu..... | 81 |
| 6.2.2. Odbourávání aminokyselin na pyruvát | 82 |
| 6.2.3. Odbourávání aminokyselin na oxalacetát | 83 |
| 6.2.4. Odbourávání aminokyselin na 2-oxoglutarát | 84 |
| 6.2.5. Odbourávání fenylalaninu a tyrosinu | 85 |
| 6.3. Syntéza biologicky aktivních sloučenin z aminokyselin..... | 86 |
| 6.3.1. Syntéza katecholaminů..... | 86 |
| 6.3.2. Syntéza serotoninu | 87 |
| 6.3.3. Syntéza histaminu | 87 |
| 6.3.4. Syntéza polyaminů | 88 |
| 7. Metabolismus porfyrinů | 89 |
| 7.1. Syntéza hemu a jiných porfyrinů | 89 |
| 7.2. Odbourávání hemu | 92 |
| 8. Metabolismus nukleotidů | 94 |
| 8.1. Syntéza pyrimidinových bází | 94 |
| 8.1.1. Syntéza UMP..... | 95 |
| 8.1.2. Syntéza CTP..... | 97 |
| 8.2 Odbourávání pyrimidinových nukleotidů | 98 |
| 8.2.1. Odbourávání UMP | 99 |
| 8.3. Syntéza purinových bází | 99 |
| 8.3. Syntéza purinových bází | 100 |
| 8.3.1. Syntéza IMP | 101 |
| 8.3.2. Syntéza GMP a AMP | 104 |
| 8.4. Odbourávání purinových nukleotidů..... | 105 |
| 8.4.1. Odbourávání AMP | 106 |
| 8.5. Syntéza deoxyribonukleotidů..... | 107 |
| 9. Buněčná signalizace přes membránové receptory..... | 108 |
| 9.1. Typy receptorů | 108 |
| 9.2. Druzí poslové | 111 |
| 9.2.1. Cesta c-AMP | 111 |
| 9.2.2. Cesta fosfolipasy C..... | 112 |
| 9.2.3. Cesta oxidu dusnatého..... | 113 |

1. ÚVOD

Pracovní sešit „Základní biochemické dráhy v buňce“ je určen posluchačům druhého ročníku Farmaceutické fakulty UK oboru farmacie i oboru zdravotnická bioanalytika. Je koncipován jako podklady a doplňovací osnova k přednáškám z obecné biochemie. Neklade si za cíl nahradit plnohodnotnou učebnicí či skriptu obecné biochemie.

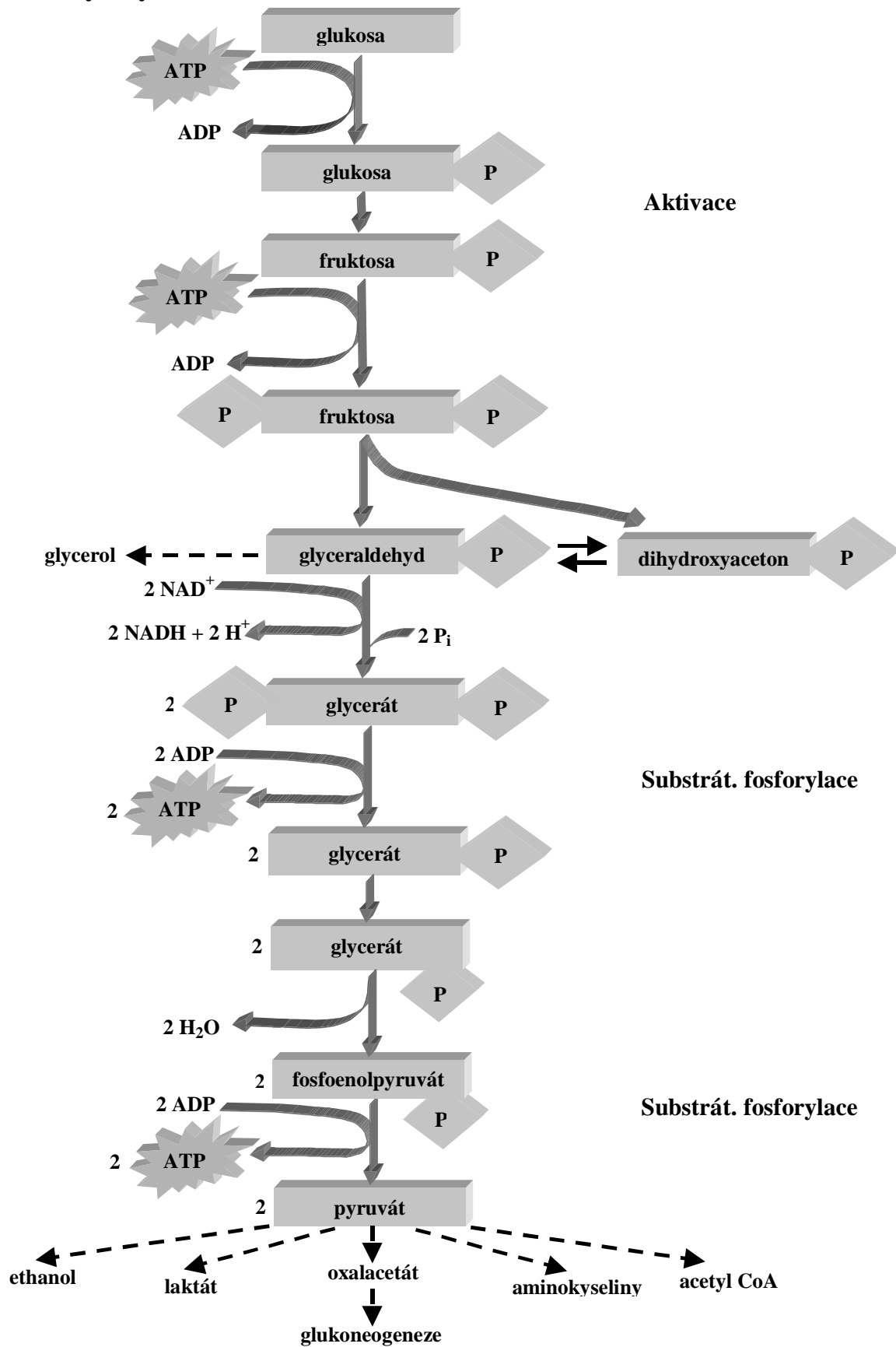
Kvalitních moderních učebnic biochemie je na trhu k dispozici několik. Autoři si však uvědomují, že jsou to díla velmi obsáhlá, podrobná, a že jejich pořízení je pro studenty většinou značně finančně náročné. Pro posluchače těch oborů, pro něž je biochemie pouze přípravnou disciplinou, pak představuje moderní učebnice biochemie příliš složitý studijní materiál a po finanční stránce i velký luxus. Podle zkušeností pedagogů proto mnoho našich studentů čerpá svoje biochemické vědomosti pouze z přednášek. To však přináší jeden velký problém - při přednáškách se posluchači horečně snaží zaznamenat vzorce a reakční schémata a nezbyvá jim čas na porozumění vlastní problematice a na uvědomění si souvislostí. Bez pochopení vzájemné provázanosti metabolických dějů a jejich regulací ztrácí biochemie své velké kouzlo a její studium i hlubší smysl.

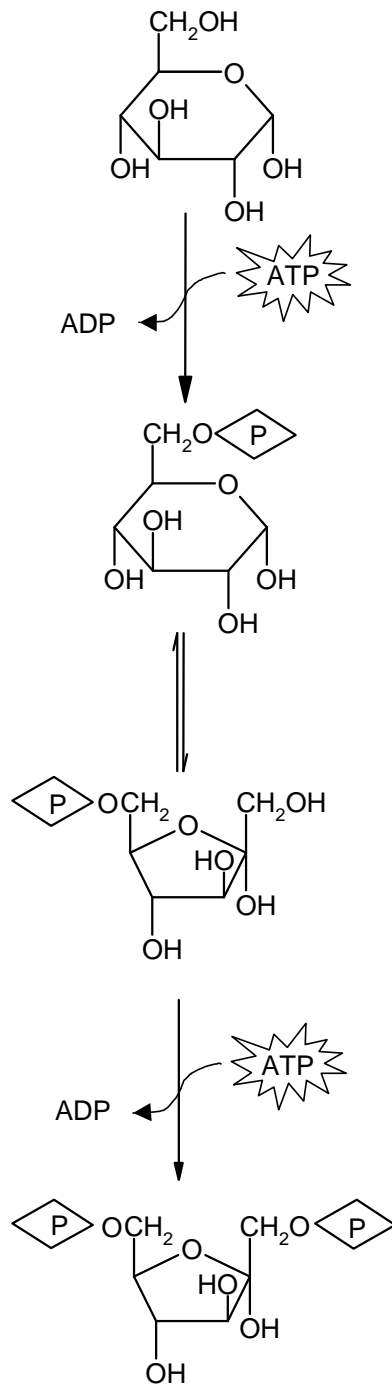
Snahou autorů bylo předložit studentům základní schémata a reakce ve formě takové, která umožňuje se soustředit na výklad přednášejícího a předtištěné obrázky či rovnice si podle individuální potřeby doplňovat. Přáním autorů bylo tímto pracovním sešitem usnadnit a zpříjemnit studium základů obecné biochemie - obtížné, ale krásné a důležité vědní disciplíny.

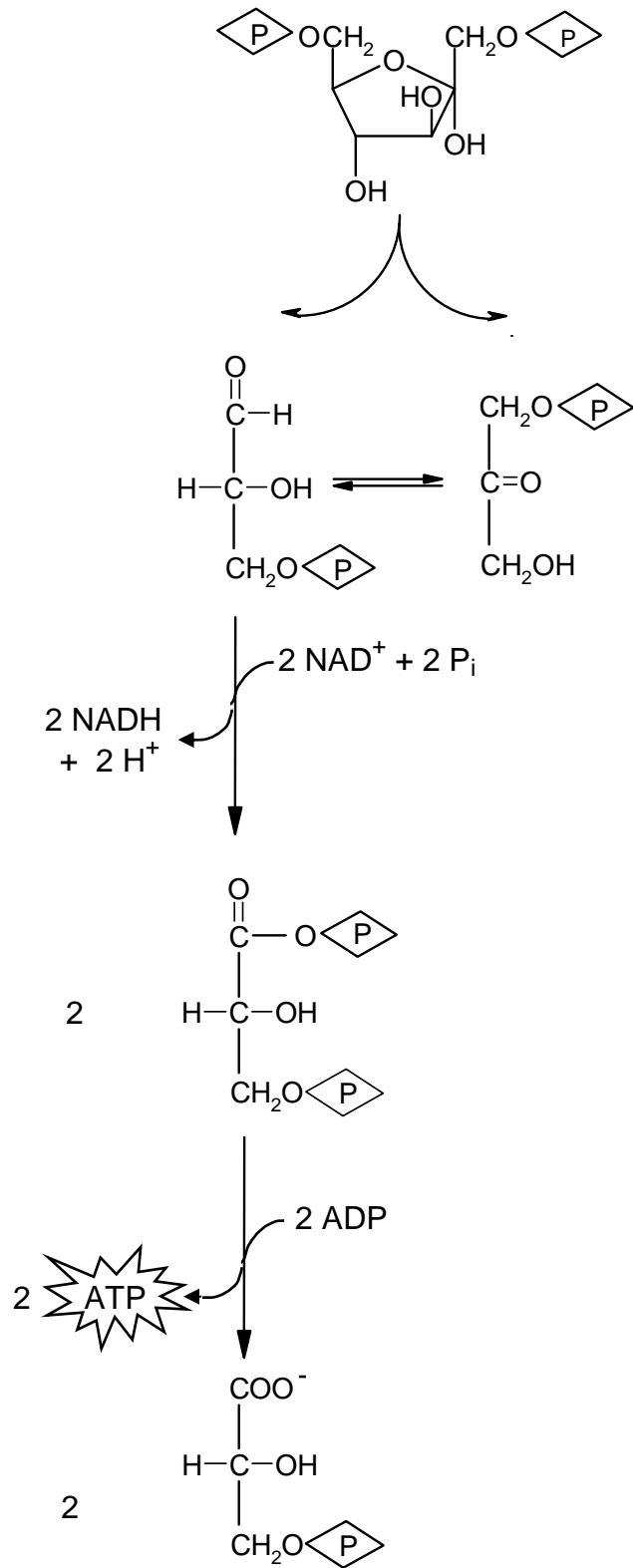
Dovolte ještě krátké poděkování: Tento pracovní sešit by nevznikl bez významné pomoci paní Aleny Pakostové při vytváření schémat a vzorců. Za podnětné návrhy, konstruktivní připomínky a všestrannou podporu děkujeme paní prof. RNDr. Evě Kvasničkové, CSc. a panu prof. MUDr. Jaroslavu Dršatovi, CSc. Jsme rovněž vděční paní Doc. MUDr. Aleně Stoklasové, CSc. a panu Prof. Ing. Karlu Kolářovi, CSc., kteří ochotně a zodpovědně vzali na svá bedra odbornou recenzi a korekturu.

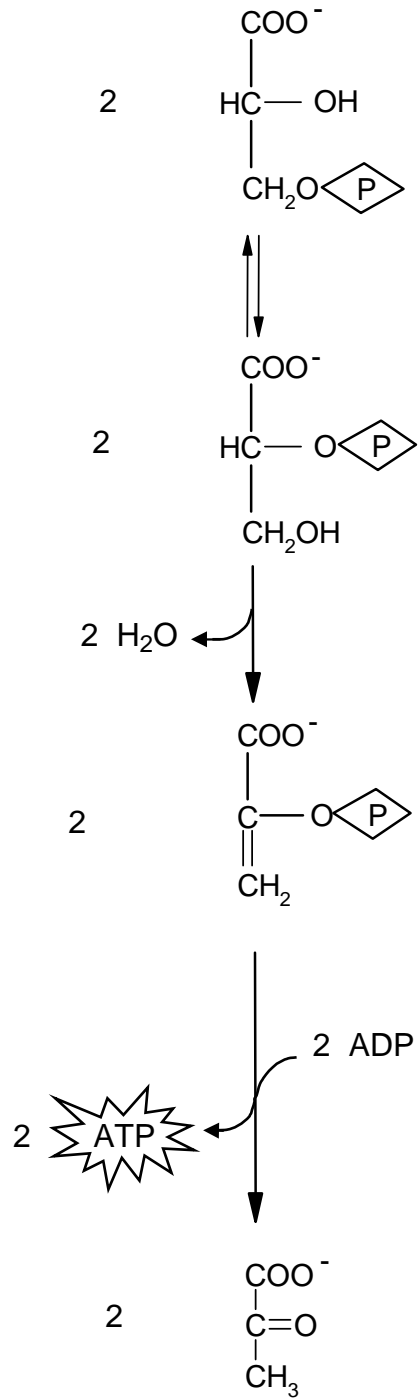
2. METABOLISMUS SACHARIDŮ

2.1. Glykolýza



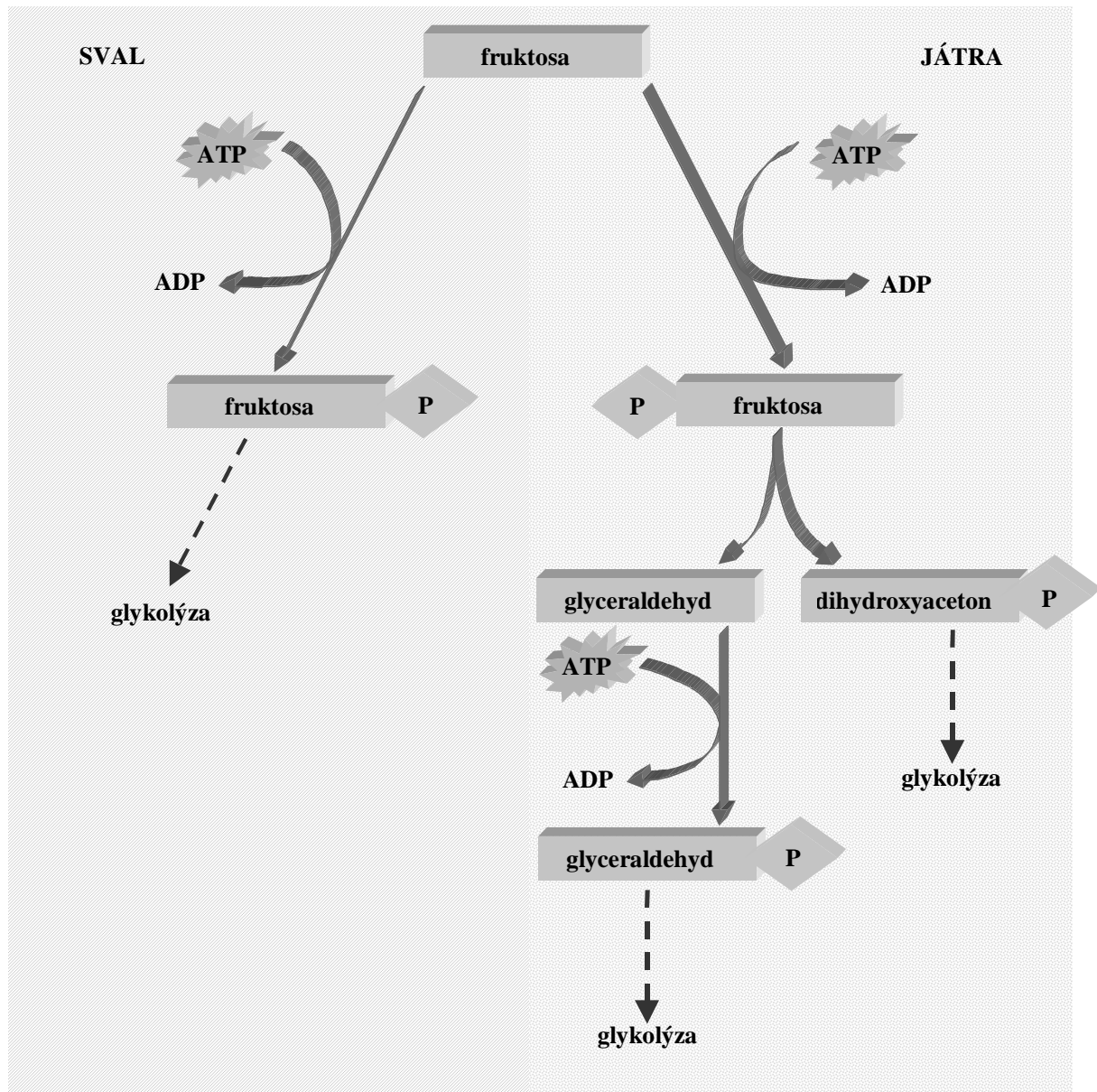


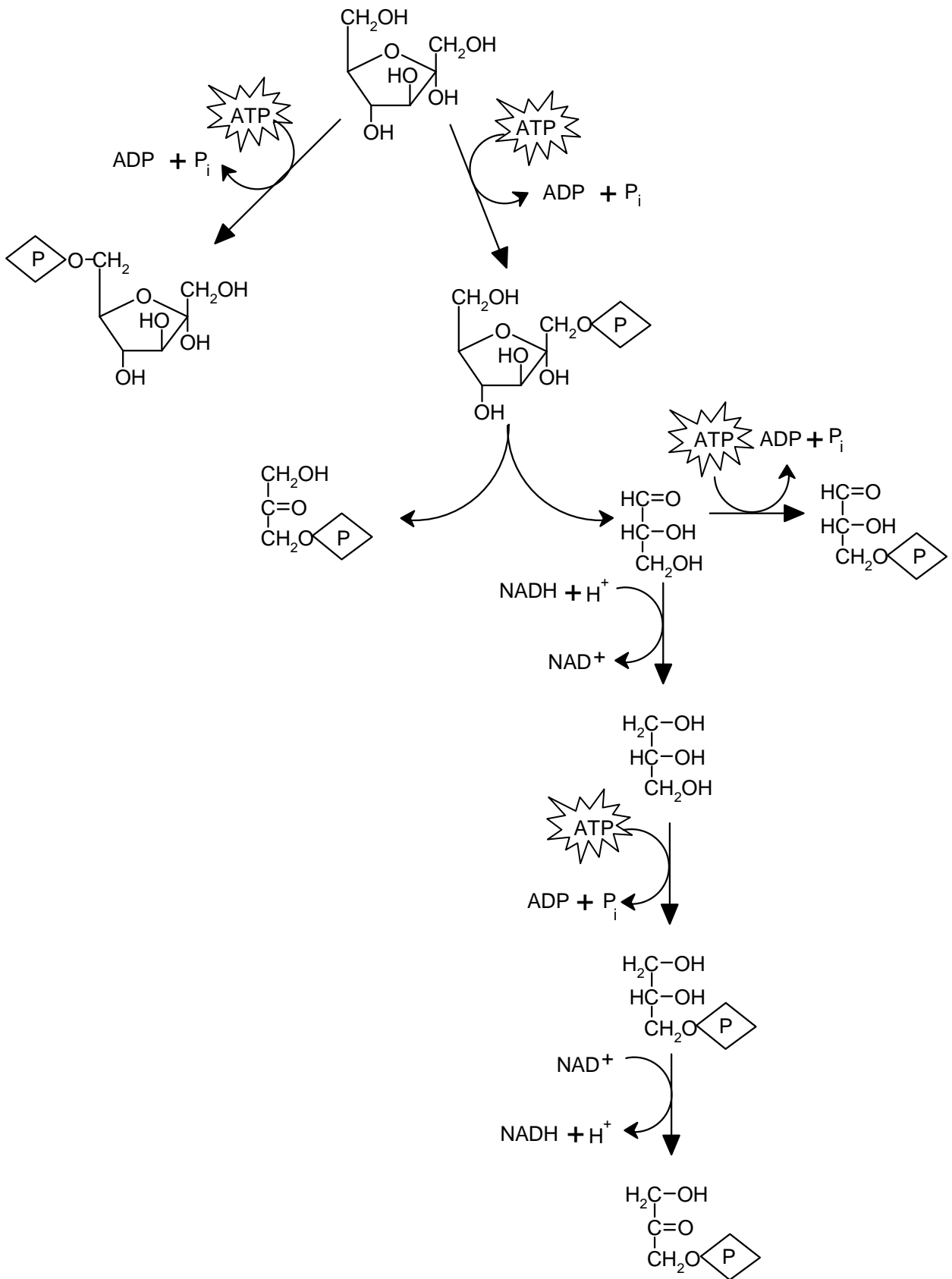




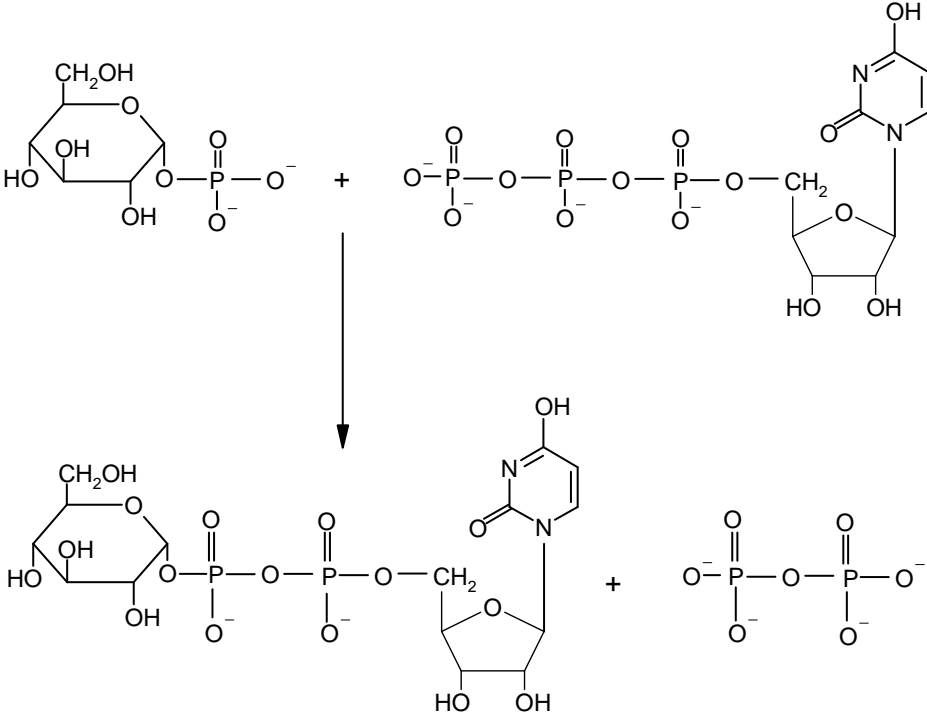
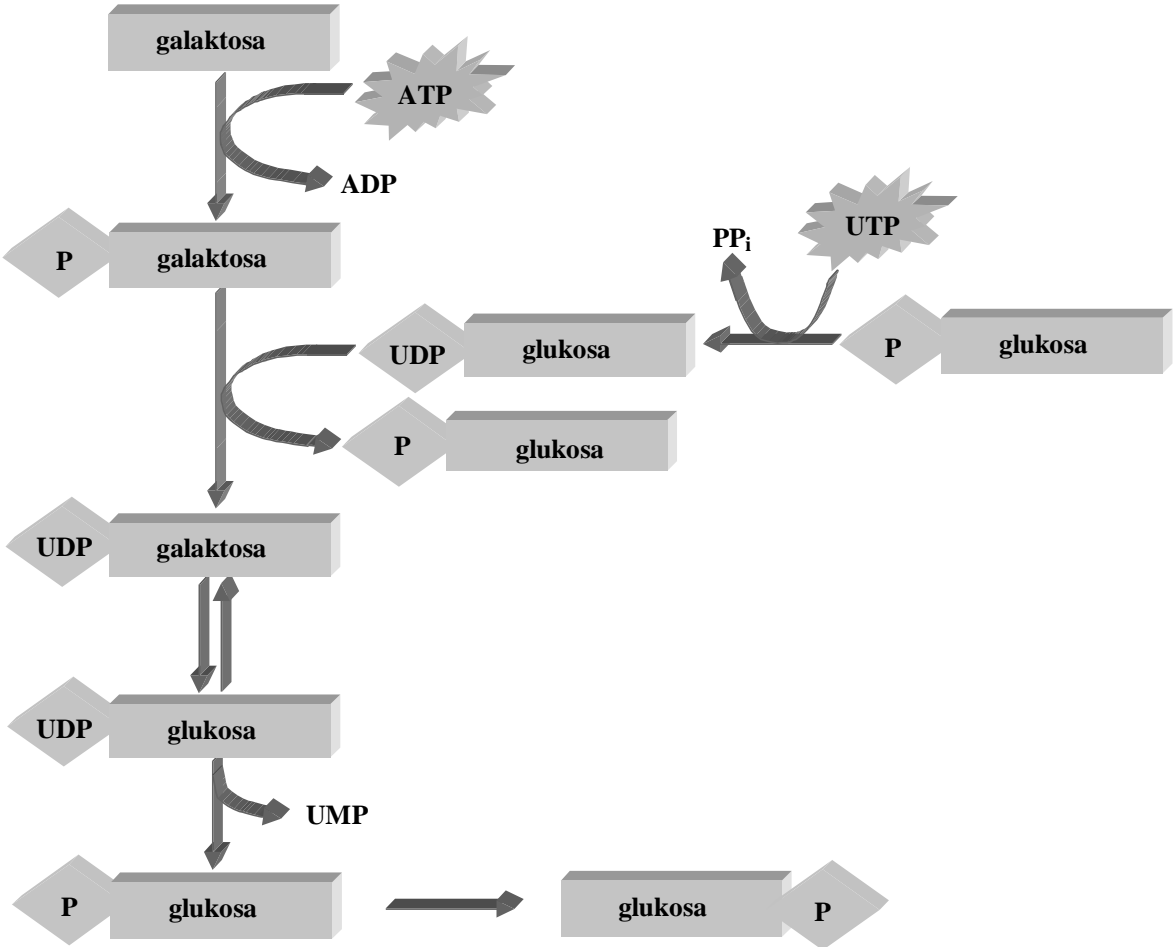
2.2. Metabolismus fruktosy, galaktosy a mannosy

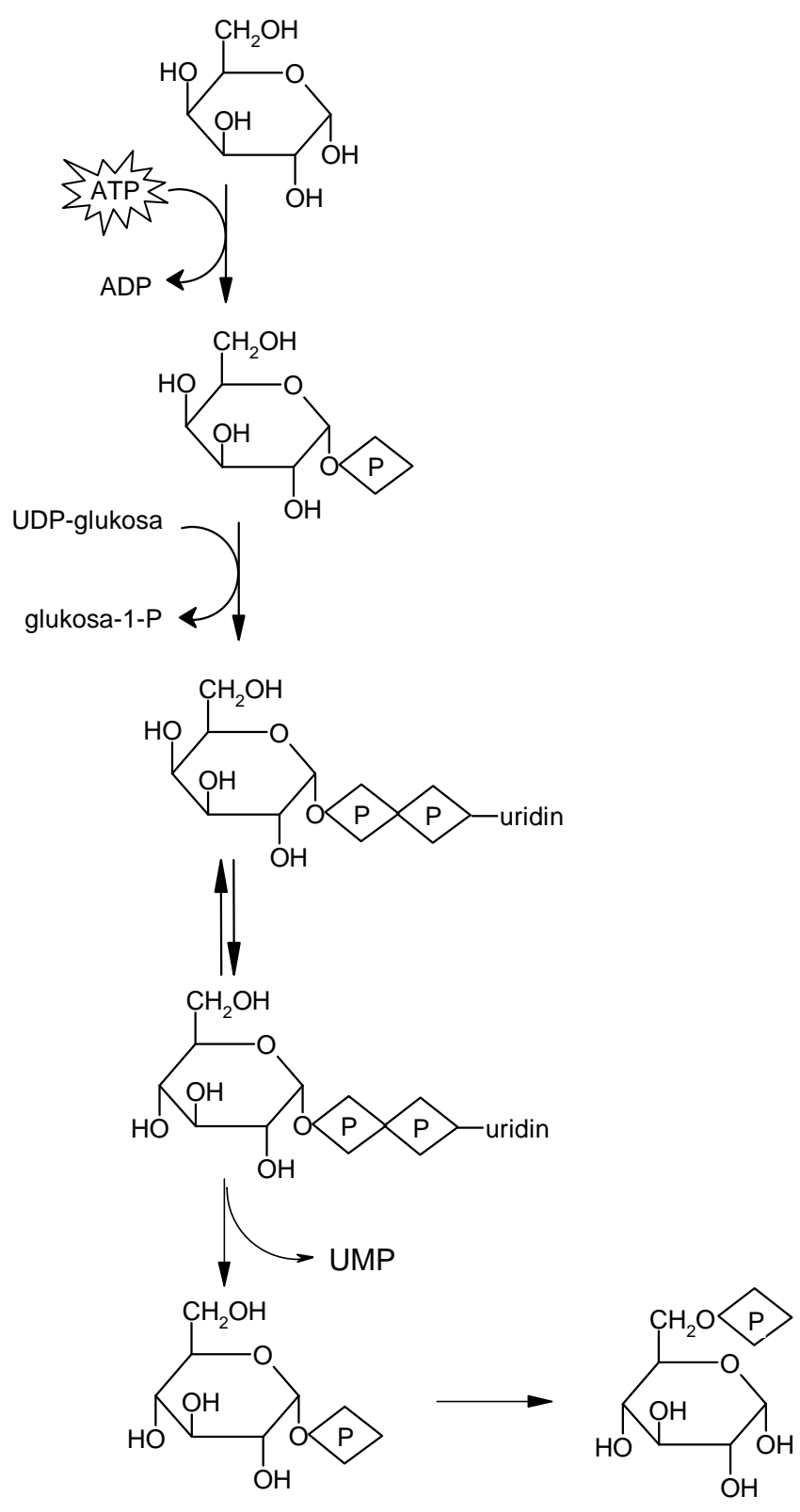
2.2.1. Metabolismus fruktosy





2.2.2. Metabolismus galaktosy





2.2.3. Metabolismus mannosy

