

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.

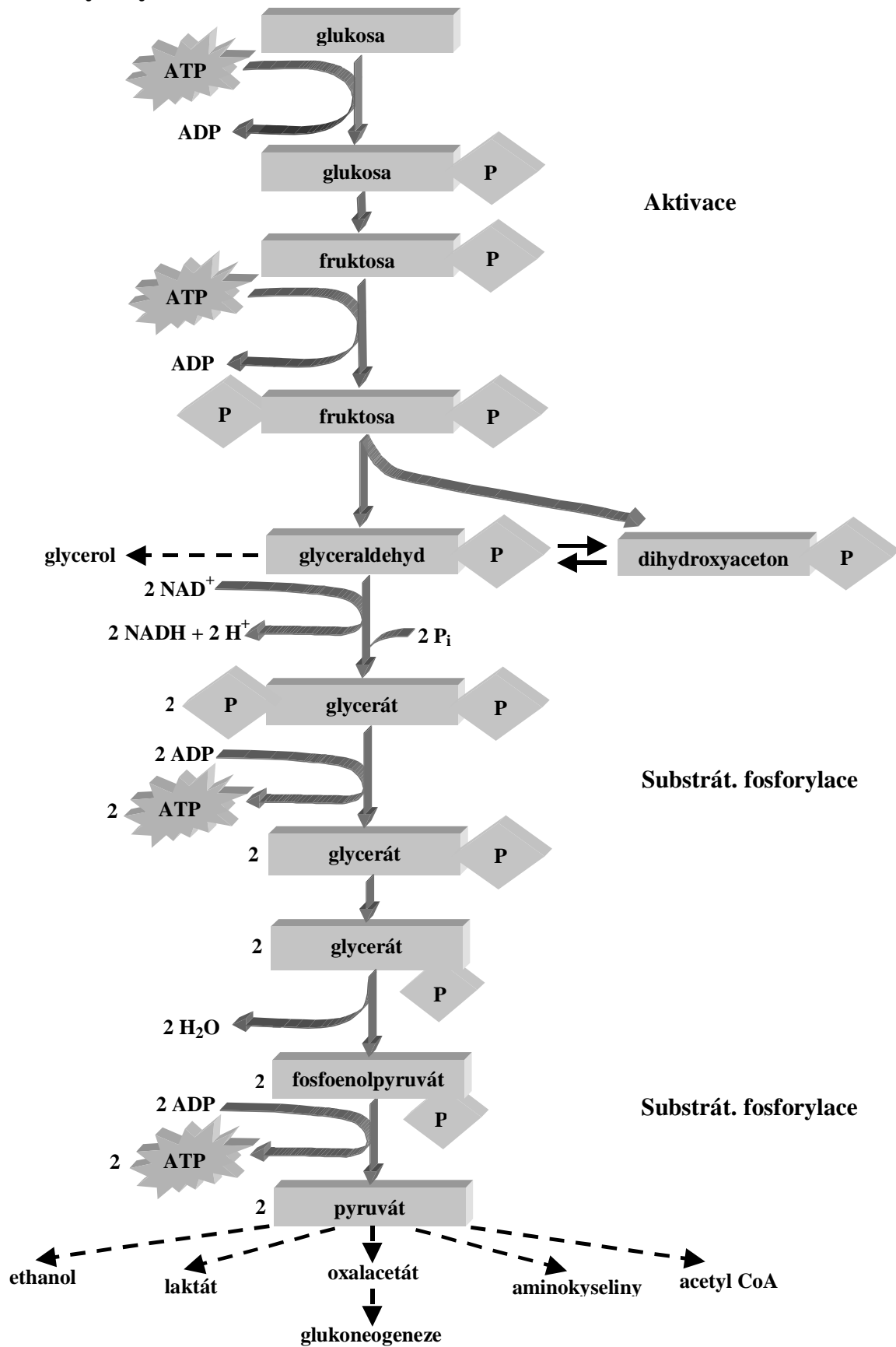
Kvalitních moderních učebnic biochemie je na trhu k dispozici několik. Autoři si však uvědomují, že jsou to díla velmi obsáhlá, podrobná, a že jejich pořízení je pro studenty většinou značně finančně náročné. Pro posluchače těch oborů, pro něž je biochemie pouze přípravnou disciplinou, pak představuje 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.

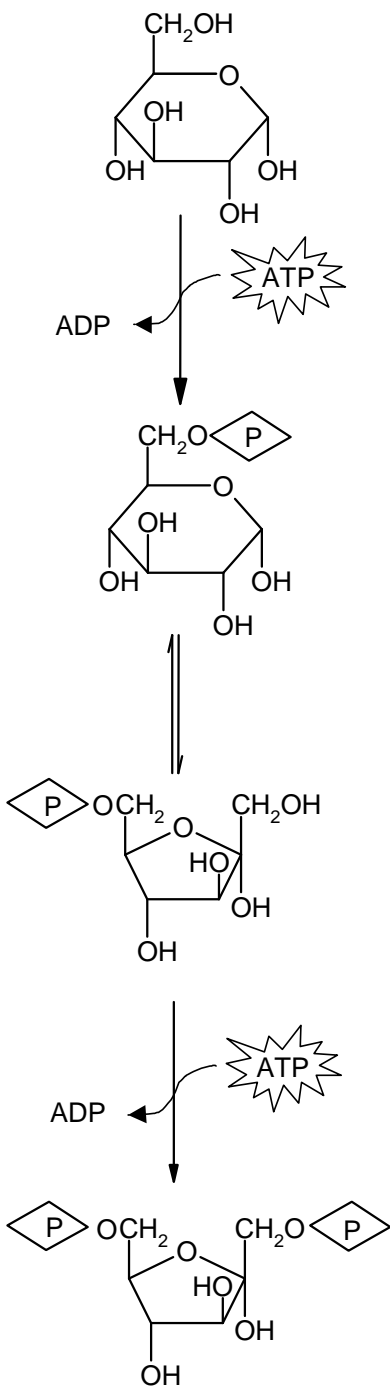
Snahou autorů bylo předložit studentům základní schémata a reakce ve formě takové, která umožňuje se soustředit na výklad přednášejícího a předtištěné obrázky či rovnice si podle individuální potřeby doplňovat. Přáním autorů bylo tímto pracovním sešitem usnadnit a zpříjemnit studium základů obecné biochemie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

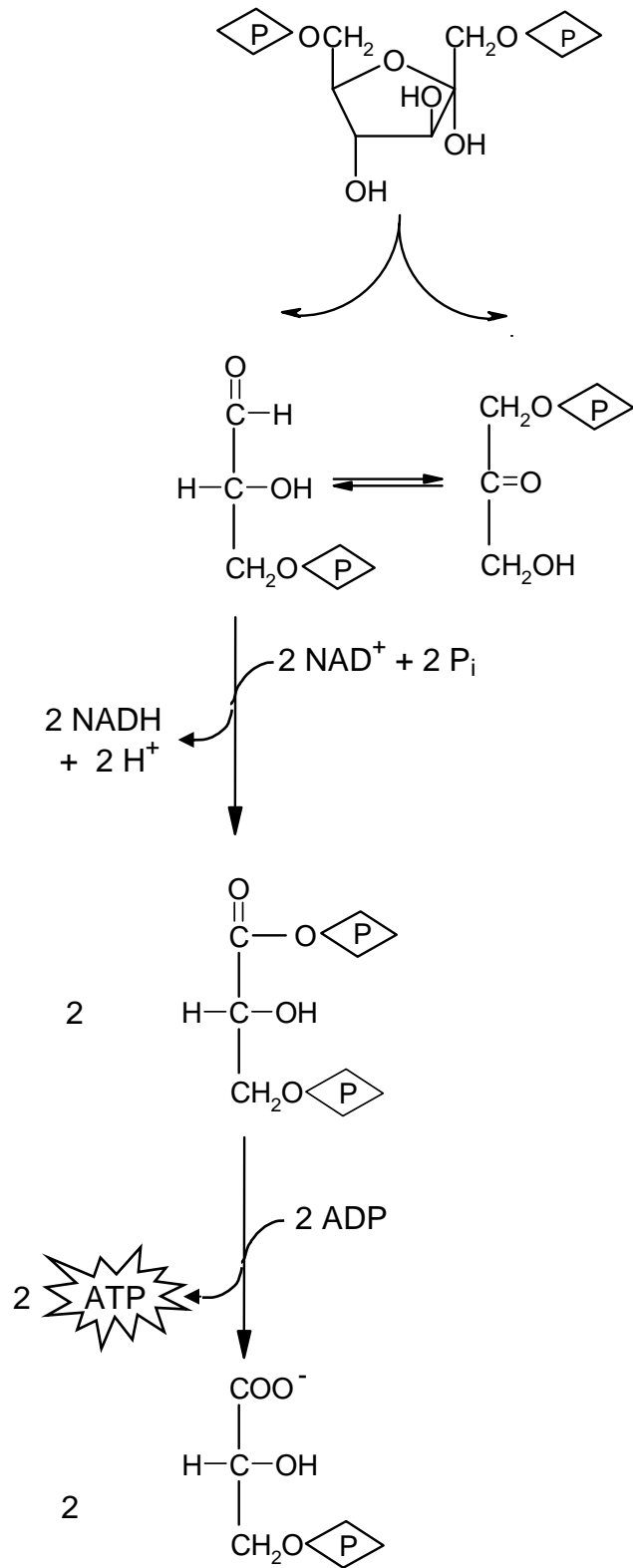
Dovolte ještě krátké poděkování: Tento pracovní sešit by nevznikl bez významné pomoci paní Aleny Pakostové při vytváření schémat a vzorců. Za podnětné návrhy, konstruktivní připomínky a všestrannou podporu děkujeme paní prof. RNDr. Evě Kvasničkové, CSc. a panu prof. MUDr. Jaroslavu Dršatovi, CSc. Jsme 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.

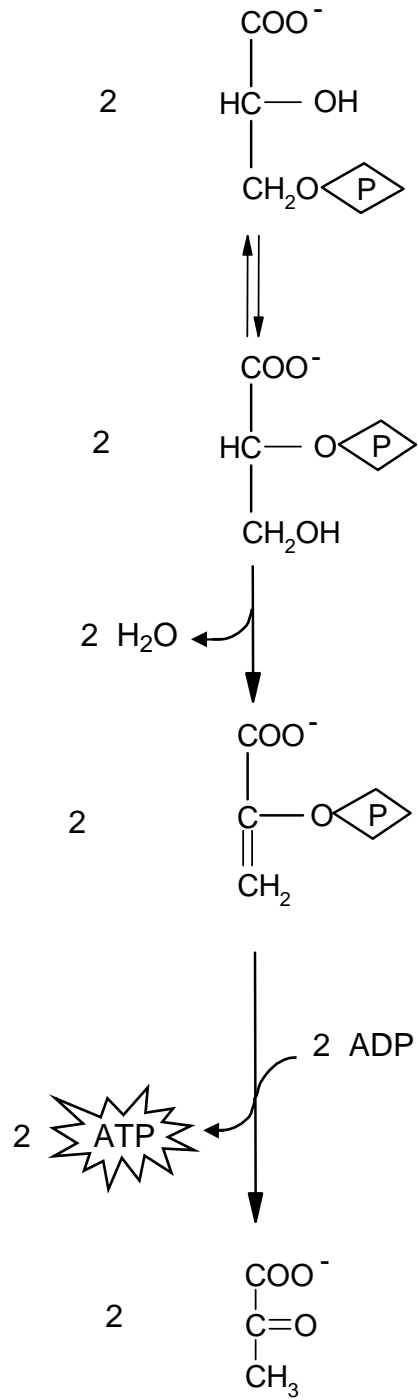
2. METABOLISMUS SACHARIDŮ

2.1. Glykolýza









2.2. Metabolismus fruktosy, galaktosy a mannosy

2.2.1. Metabolismus fruktosy

