

M U N I

Základy fytochemie a farmakognozie

P2

2024/2025

***Farmakognozie, biosyntéza přírodních látek,
primární a sekundární metabolity, primární
metabolismus rostlin***

Systemy klasifikace přírodních látek a drog

System alfabetický - lékopisný

– podle botanické klasifikace mateřských rostlin

System farmakochemický

– podle funkčních skupin, podle zastoupení jednotlivých prvků, řazení do skupin podle hlavní obsahové látky

System biogenetický

– podle biosyntetických cest vzniku (látky odvozené od kyseliny šikimové, kyseliny octové, kyseliny mevalonové, aminokyselin a specifické cukry)

System farmakodynamický

– podle farmakodynamického účinku

System chemotaxonomický

– na základě vztahu mezi chemismem rostlin (výskyt určitých sekundárních metabolitů) a jejich evolucí

FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

BAKTERIE

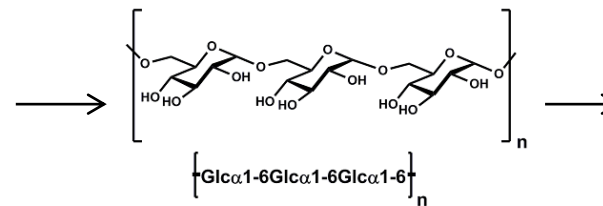
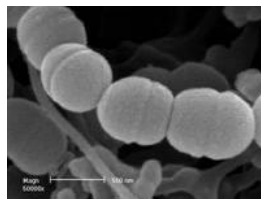
Bacillus brevis, *B. subtilis*, *B. polymyxa* → antibiotika

Streptomyces sp. → antibiotika (streptomycin = aminoglykosid, erythromycin = makrolid, nystatin = polyén, neomycin = oligosacharid)

Lactobacillaceae → technické využití v průmyslu (silážování, kyselé zelí...)

Corynebacterium glutamicum → výroba kyseliny glutamové

Leuconostoc mesenteroides → dextransy



Producenti enzymů – proteáz a lipáz (přísada do pracích prášků)

FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

ŘASY

Jednobuněčné nebo mnohobuněčné autotrofní organismy

Plastidy – chromatofory (chlorofyl, xanthofyly, karoteny, fukoxanthin)

Rody *Chlorella* – intenzivní tvorba bílkovin



Rod *Gelidium* – kyselá slizová substance, složky střední lamely

Agar

bobtnavé laxativum

médium gelových infusí a elektroforezy

substrát živných půd

potravinářský průmysl



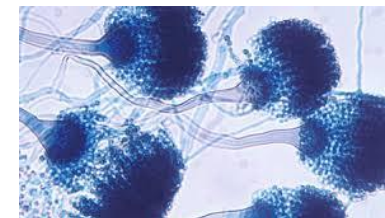
FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

HOUBY

Druhově nejpočetnější skupina rostlin. Žijí ve vodě i na souši. Výživa heterotrofní (paraziti, saprofyti, symbionti)
V buňkách nemají plastidy, blána buněčná tvořena většinou chitinem.

Rezervní látky – polyglykany.

Široké spektrum obsahových látek (význam pro průmysl, zdravotnictví, toxikologii)



Rhizopus, *Mucor*, *Cunninghamella* (Mucoraceae) – stereospecifické hydroxylace steroidního skeletu (kortikoidy, steroidní hormony)

Produkce vonných látek – voňavkářský průmysl

Vřeckaté houby – *Saccharomyces ellipsoideus*, *S. cerevisiae* (*Faex medicinalis* – vysoký obsah vitaminů skupiny B, pomocná látka, výroba piva)

Penicillium → antibiotika, fungicida, výroba sýrů

Aspergillus sp. → amylasy a proteasy k substituční terapii x *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*

Claviceps purpurea → *Secale cornutum* peptidické alkaloidy – uterotonika, spasmolytika

Bazidiovýtrusné „pravé“ houby
– potrava, otrava, halucinace



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

LIŠEJNÍKY

Podvojný organismy (houba + řasa)

„Lišejníkové látky“ – produkované houbovou složkou, kyseliny, depsidy

Cetraria islandica - puklérka islandská (Parmeliaceae) – slizové expaktorans s desinfekčním účinkem



Hydrolysa depsidů – vonné látky, využívané v kosmetice

Parmelia furfuracea – diskovka – Mousse d' Arbre

Evernia prunastri – větvička – Mousse d' Chene

FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

VYŠŠÍ ROSTLINY – SPERMATOPHYTA

PTERIDOPHYTA – množí se výtrusy

System vyšších rostlin

mechorosty (*Bryophyta*)

cévnaté rostliny (*Tracheophyta*)

plavuně (*Lycopodiophyta*)

přesličky (*Equisetophyta*)

kapradiny (*Polypodiophyta*)

} výtrusné rostliny

PLAVUNĚ – *Lycopodium clavatum* - plavuň vidlačka (alkaloid lykopodin)

Lycopodium (*Lycopodii sporae*) → konspergens pilulek, ohněstrújství

PŘESLIČKY – *Equisetum arvense* - přeslička rolní (saponiny, flavonoidy, kyselina křemičitá, stopy alkaloidů

palustrinu a nikotinu). V buněčné šťávě kumulují ionty hliníku.

KAPRADINY – *Dryopteris filix mas* - kaprad' samec (butanonové florogluciny ve vnitřních žlaznatých trichomech –

taenifugum, kondensované třísloviny, flavonoidy, leukoanthocyaniny)

FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

NAHOSEMENNÉ ROSTLINY

semenné rostliny (*Spermatophyta*)
cykasy (*Cycadophyta*)
jinany (*Ginkgophyta*)
jehličnany (*Pinophyta*) } nahosemenné rostliny

- Akumulují polyfenoly
- Kondensované třísloviny
- Flavonoidy
- Silice v schizogenních kanálcích, obsahuje monoterpeny a diterpeny
- Pryskyřice

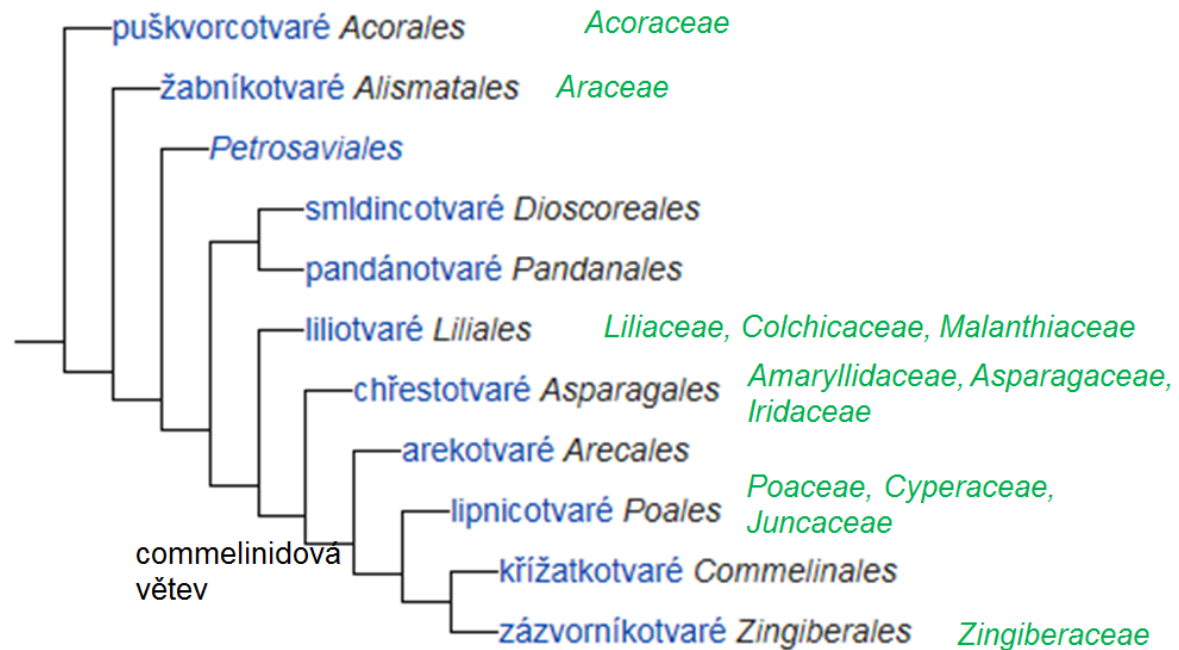
FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

KRYTOSEMENNÉ ROSTLINY

Magnoliophyta

Mají květy, jejichž částí jsou semeníky kryjící vajíčka. Semeník je částí pestíku který se v době dozrání mění na plod.

Jednoděložné
(Monocotyledonae)



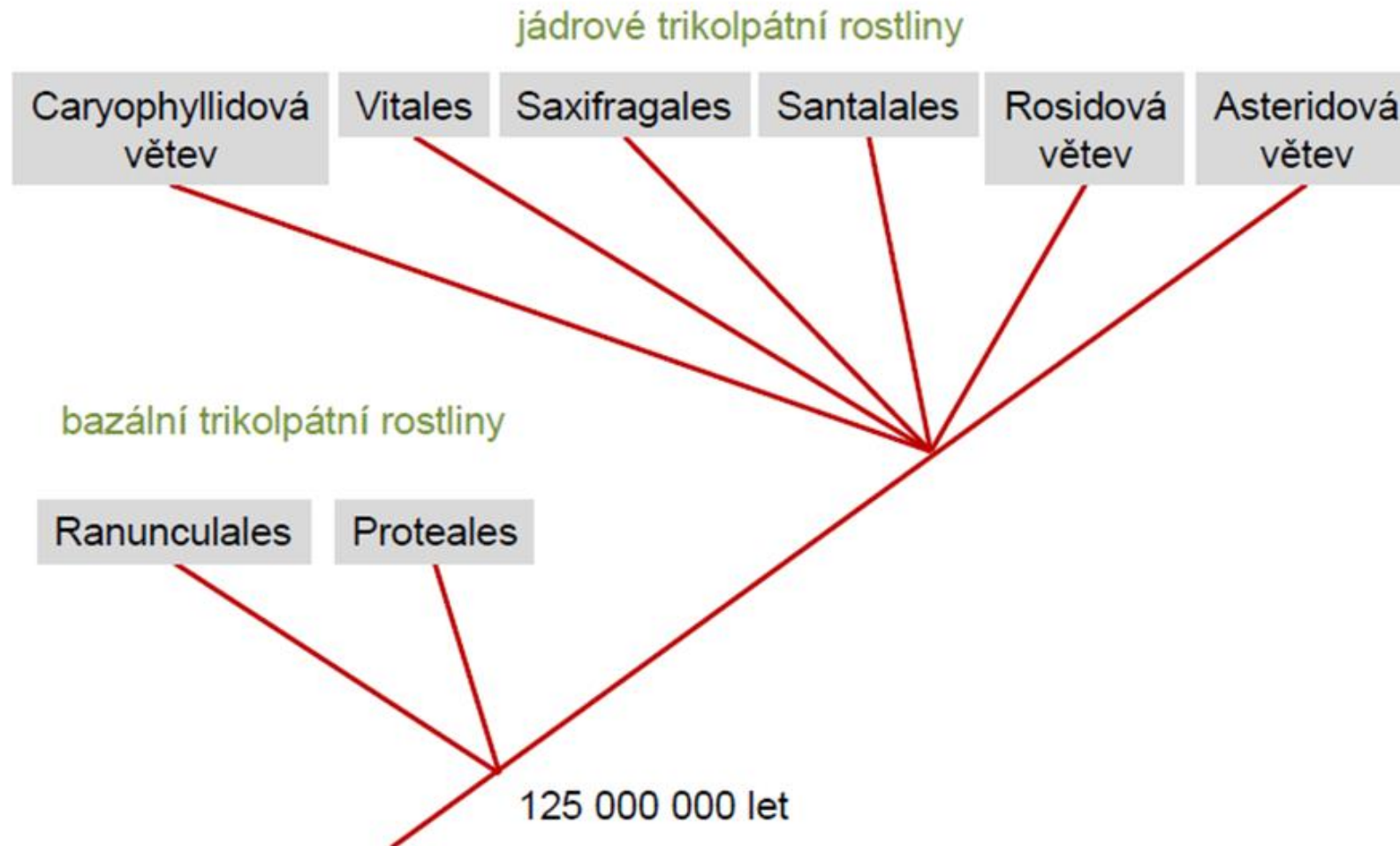
FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

JEDNODĚLOŽNÉ ROSTLINY

- *Veratrum* (Melanthiaceae) - kýchavice – steroidní esterové a glykoalkaloidy, cevanové alkaloidy
- *Colchicum* (Colchicaceae) - ocún – alkaloidy
- *Urginea maritima* (Asparagaceae) - mořská cibule, *Convallaria majalis* (Asparagaceae) - konvalinka vonná – kardioaktivní glykosidy
- *Alium sativum* - česnek setý, *Allium cepa* (Amaryllidaceae) - cibule – silice
- *Aloe* (Asphodelaceae) – anthraglykosidy



Eudicota (dvouděložné rostliny)



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

RANUNCULACEAE - PRYSKYŘNÍKOVITÉ

- *Aconitum* - oměj – diterpenické alkaloidy
- *Adonis* - hlaváček – kardioaktivní glykosidy
- *Helleborus* - čemeřice – kardioaktivní glykosidy
- *Ranunculus* - pryskyřník – jedovatý glykosid protoanemonin (křeče)

PAPAVERACEAE - MAKOVITÉ mléčnice s latexem

- *Papaver somniferum* - mák setý – Opium – morfinanové a benzylochinolinové alkaloidy
- *Chelidonium* - vlaštovičník – alkaloidy



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOUDĚLOŽNÉ ROSTLINY

BRASSICACEAE - BRUKVOVITÉ

- *Brassica nigra* - brukev černohořčice – thioglykosidy
- *Sinapis alba* - hořčice bílá – thioglykosidy

PRIMULACEAE - PRVOSENKOVITÉ

- *Primula elatior* - prvosenka vyšší, *P. veris* - p. jarní – triterpenoidní saponiny



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

ROSACEAE - RŮŽOVITÉ

Třísloviny kondensované, triterpenové kyseliny, kyanogenní glykosidy, květy silice

FABACEAE - BOBOVITÉ na kořenech nitrogenní bakterie; většinou medonosné

- *Glycine max* - *soja luštinatá* – bílkoviny, olej, isoflavonoidy
- *Genista* - *kručinka*, *Laburnum anagyroides* - štědřenec odvislý – chinolizidinové alkaloidy

POLYGONACEAE - RDESNOVITÉ různé formy šťavelanu vápenatého

- *Rheum* - *reveň* – anthraglykosidy, třísloviny



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

ASTERACEAE - HVĚZDNICOVITÉ inulin, silice, mléčnice s latexem, úbor, plody nažky

- *Matricaria chamomilla* - heřmánek pravý – silice, flavonoidy
- *Artemisia* - pelyněk – hořčiny germakranového typu
- *Senecio - starček* – pyrolizidinové alkaloidy (hepatotoxické, kancerogenní)

APIACEAE - MIŘÍKOVITÉ silice, květy v okolících

- *Archangelica officinalis* - andělka lékařská – fotosensibilisující kumariny
- *Conium maculatum* – bolehlav plamatý - koniin
- *Cicuta virosa* – rozpuk jízlivý – cikutoxin (antagonista GABA receptorů)



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

LAMIACEAE - HLUCHAVKOVITÉ

(r. *Lamium*, *Lavandula*, *Mentha*, *Melissa*, *Salvia*, *Thymus*)

- Povrchové siličné žlázy – mono- a seskviterpeny
- Polyfenoly – depsidy
- Kyselina rozmarýnová – tříslovina Lamiaceae
- Iridoidy

SOLANACEAE – LILKOVITÉ alkaloidy tří typů

- *Atropa* - rulík, *Hyoscyamus* - blín, *Datura*- durman – tropanové alkaloidy
- *Nicotiana* – pyridinové alkaloidy
- *Solanum* - lilek – steroidní alkaloidy
- *Lycopersicon esculentum* – rajče – vitaminy, karotenoidy

FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

APOCYNACEAE – TOJEŠŤOVITÉ

- *Catharanthus roseus* - katarant růžový – bisindolové monoterpenické alkaloidy
- *Vinca minor* - brčál menší – eburnaminové alkaloidy
- *Rauwolfia* - zmijovice – alkaloidy
- *Strophanthus* - krutikvět – kardioaktivní glykosidy

ARALIACEAE – ARALKOVITÉ

- *Panax* - všehoj – steroidní saponiny
- *Eleuterococcus* - eleuterokok – eleuterosidy
- *Hedera helix* - břečťan popínavý – saponiny



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

RUBIACEAE – MOŘENOVITÉ

- *Cinchona* - chinovník – alkaloidy chinolinové
- *Coffea* - kávovník – purinové baze



RUTACEAE – ROUTOVITÉ

- *Ruta graveolens* – routa vonná – flavonoidy, alkaloidy
- *Citrus* – silice, flavonoidy



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

LAURACEAE – VAVŘÍNOVITÉ siličné kanálky

- *Cinnamomum ceylanicum*, *C. Cassia* - skořicovník ceylonský, čínský – skořicový aldehyd
- *Cinnamomum camphora* - skořicovník kafovník – kafr
- *Laurus nobilis* - vavřín ušlechtilý – silice, aporfinové alkaloidy

BERBERIDACEAE – DŘIŠŤÁLOVITÉ

- *Berberis vulgaris* - dřišťál obecný – isochinolinové alkaloidy
- *Podophyllum peltatum* - noholist – lignany

ERYTHROXYLACEAE – RUDODŘEVOVITÉ

- *Erythroxylon coca* - rudodřev koka

- pseudotropanové alkaloidy



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

LOGANIACEAE – KULČIBOVITÉ

- *Strychnos nux vomica* - kulčiba dávivá – strychnin
- *Strychnos toxifera, castelnayi* – bisindolové alkaloidy

CANNABACEAE – KONOPOVITÉ

- *Humulus lupulus* - chmel otáčivý – hořčinné kyseliny, silice, flavony
- *Cannabis sativa* - konopí seté – kanabinoidy (THC)

EUPHORBIACEAE – PRYŠCOVITÉ

- *Ricinus communis* - skočec obecný – olej, alkaloid, ricin
- *Croton tiglium* - ladel počistivý – olej, forbol a jeho estery



FARMAKOBOTANICKÝ SYSTÉM

DVOJDĚLOŽNÉ ROSTLINY

MALVACEAE – SLÉZOVITÉ

- *Rod Tilia* – lípa - sliz
- *Rod Malva* – sléz – sliz
- *Althaea officinalis* – proskurník lékařský – sliz



PLANTAGINACEAE – JITROCELOVITÉ

- *Digitalis lanata* – náprstník vlnatý – kardioaktivní glykosidy
- *Plantago lanceolata* – jitrocel kopinatý – iridoidy

SANTALACEAE – SANTÁLOVITÉ

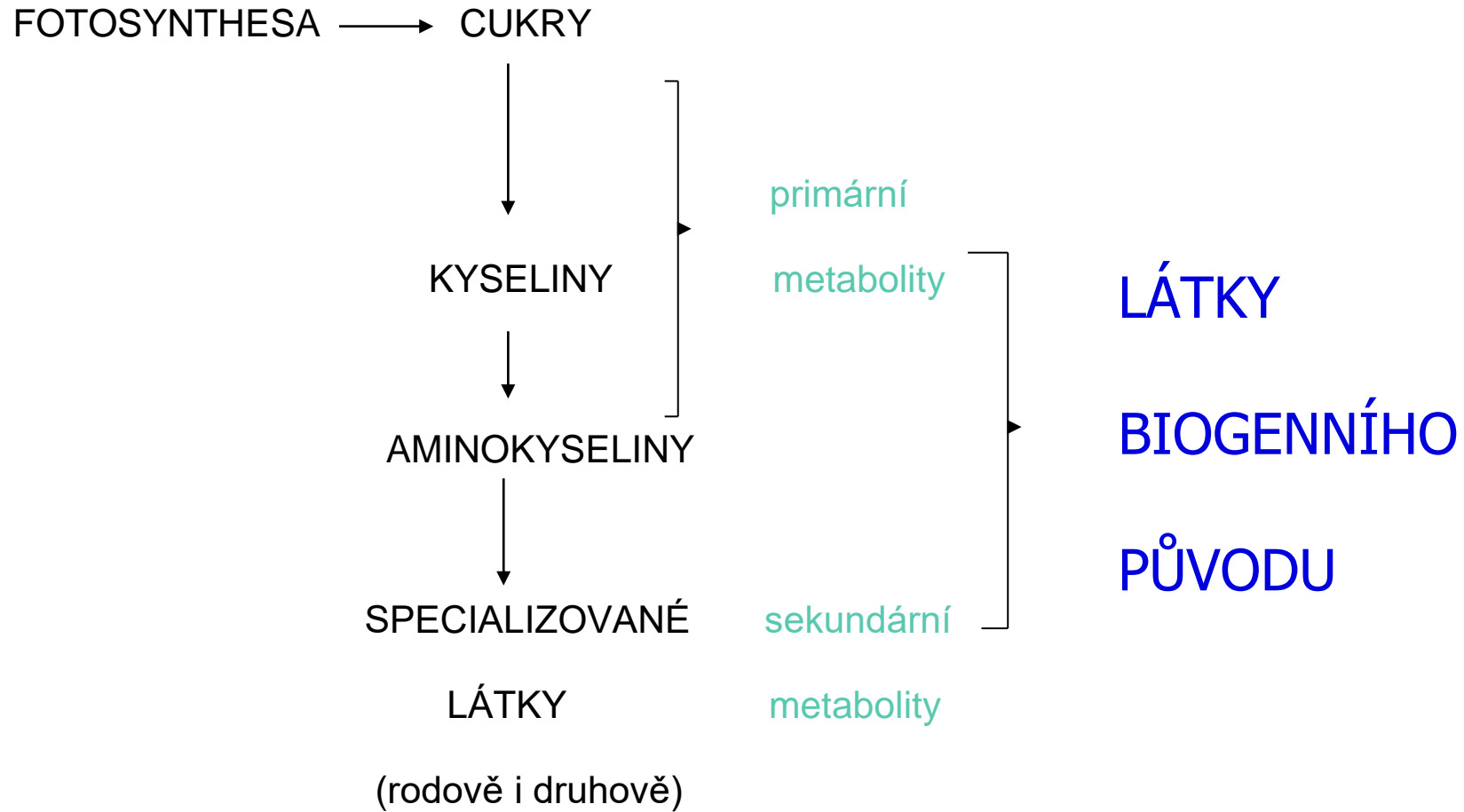
- *Viscum album* – jmelí bílé – glykoproteiny

ADOXACEAE – PIŽMOVKOVITÉ

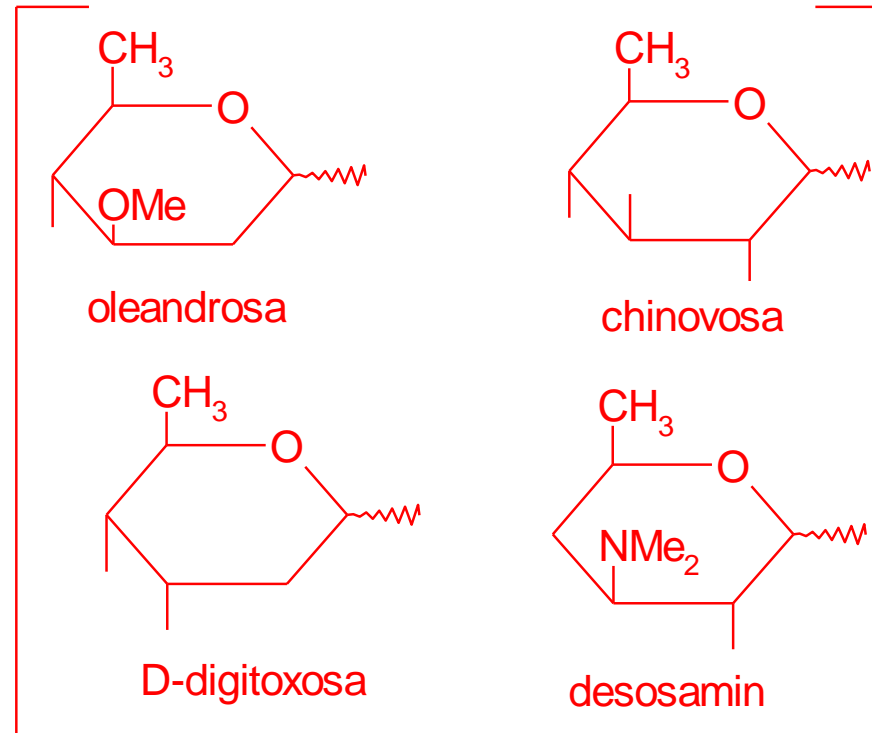
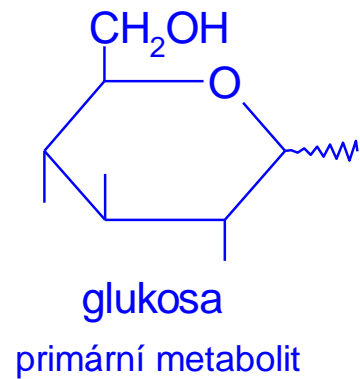
- *Sambucus nigra* – bez černý – flavonoidy



BIOGENESE PŘÍRODNÍCH LÁTEK



MEZI PRIMÁRNÍMI A SEKUNDÁRNÍMI METABOLITY NENÍ VŽDY JEDNOZNAČNÁ HRANICE



sekundární metabolity

HYPOGLYCIN

Blighia sapida Kon. – mýdelník (nezralé plody)

Západní Afrika → Jamaika (otravy)

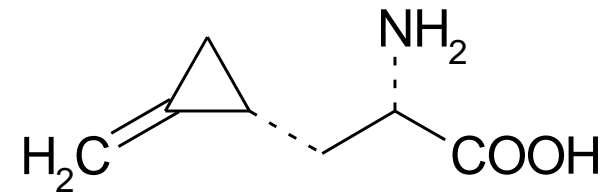
Kyselina α -amino- β -(2-methylencyklopropyl)propionová.

Aktivním metabolitem je (methylencyklopropyl)formyl-CoA.

Hypoglykemický a teratogenní účinek. Snižuje hladinu glukosy v krvi 3-4 hodiny po podání tím, že zasahuje do metabolismu mastných kyselin - přerušuje jejich β -oxidaci.

Nedostatek energie je kompenzován glykolýzou.

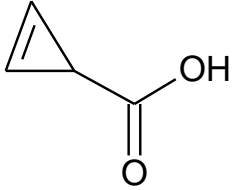
V terapii DM se neuplatnil, jeho fyziologická aktivita je předmětem trvalého zájmu jak při studiu metabolismu mastných kyselin, tak z hlediska toxikologického.



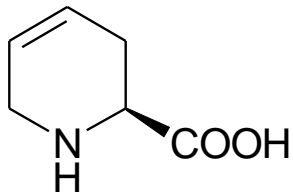
BAIKIAIN

Baikiaea plurijuga (Fabaceae), *Caesalpinia tinctoria*, červené řasy

Baikianin inhibuje aktivitu kyseliny glutamové jako neurotransmiteru.

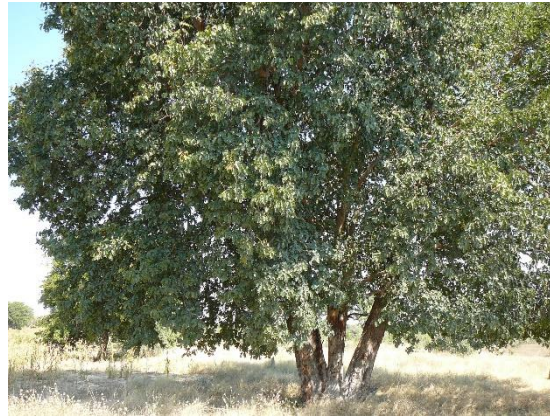
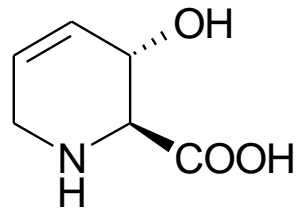


3-Hydroxybaikianin se ve vysoké koncentraci nachází v plodnicích jedovaté houby *Russula subnigricans* × holubinka černající (*R. nigrans*)



Baikianin

(1,2,3,6-tetrahydropyridin-
-2-karboxylová kyselina)

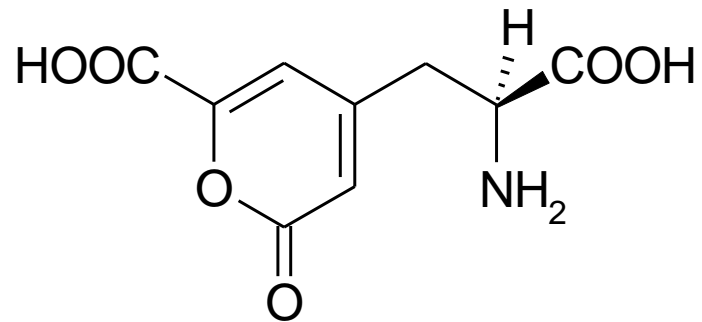


KYSELINA STIZOLOBOVÁ

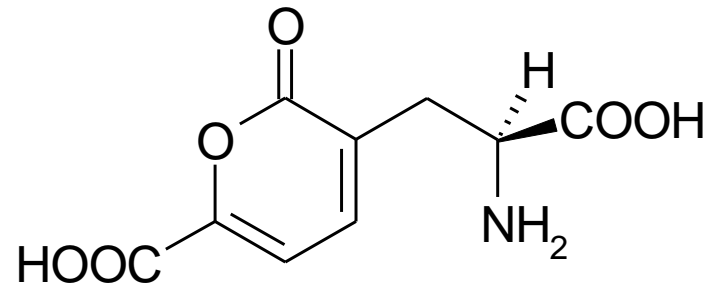
Stizolobium hassjoo (Fabaceae)

Amanita pantherina, *A. muscaria*, *A. gemmata*

Toxikologický význam.



Kyselina stizolobová



Kyselina stizolobinová



Všechny formy života obsahují tytéž molekuly organických a anorg. látek

Rozdíly jsou v jejich vzájemných poměrech

BIOPOLYMERY

skládají se z mnoha stejných nebo podobných podjednotek

Základní biopolymery:

- Proteiny (bílkoviny) tvořené 21 různými aminokyselinami. Funkce: katalytická (enzymy), regulační (některé hormony), nutriční, strukturní. Kombinované glykoproteiny (převaha monosacharidových jednotek)
- Polysacharidy – lineární nebo rozvětvené řetězce (škrob, celulóza, glykogen). U rostlin stavební a zásobní materiál. Metabolickými přeměnami se získává chemická energie.
- Lipidy tvoří biologické membrány (fosfolipidy), látky zásobní. Kombinované jsou lipopolysacharidy a lipoproteiny.
- Nukleové kyseliny složené z nukleotidů (dusíková zásada, monosacharid (Rib, deRib) a kyselina fosforečná.

RNA: A, G, C, U;

DNA: A, G, C, T

AXIOMY

ZÁKLADNÍ VÝZNAM MÁ PRIMÁRNÍ METABOLISMUS,

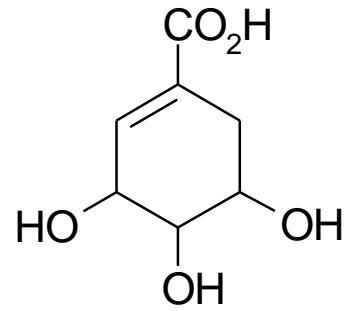
na který má rozmanitost organických systémů zcela nepatrný vliv

SEKUNDÁRNÍ METABOLITY

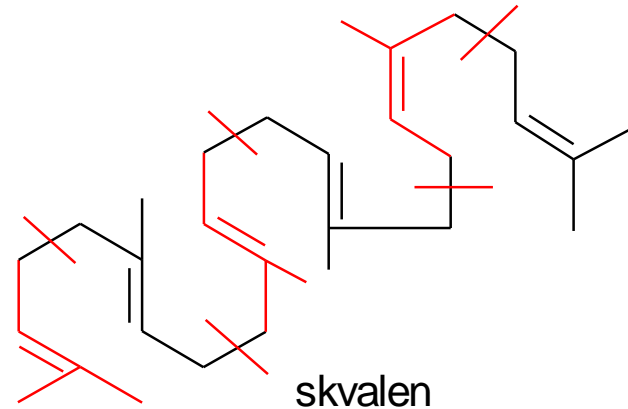
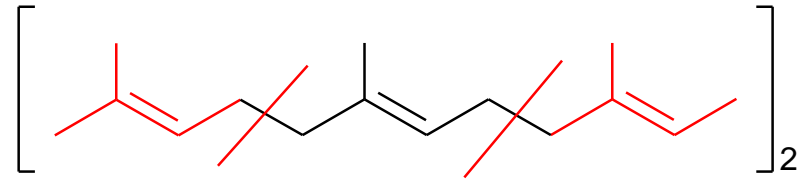
1. Mají ohraničený taxonomický výskyt
2. Pro jejich tvorbu jsou nutné specifické podmínky
3. Není objasněna jejich biochemická funkce

Jedním ze základních rysů sekundárního metabolismu je to, že využívají velice **omezený výběr prekursorů** a že tyto prekursory jsou látky mající zvláštní význam v primárním metabolismu.

PREKURSORY



kyselina šikimová
Ilicium religiosum
badyánovník posvátný



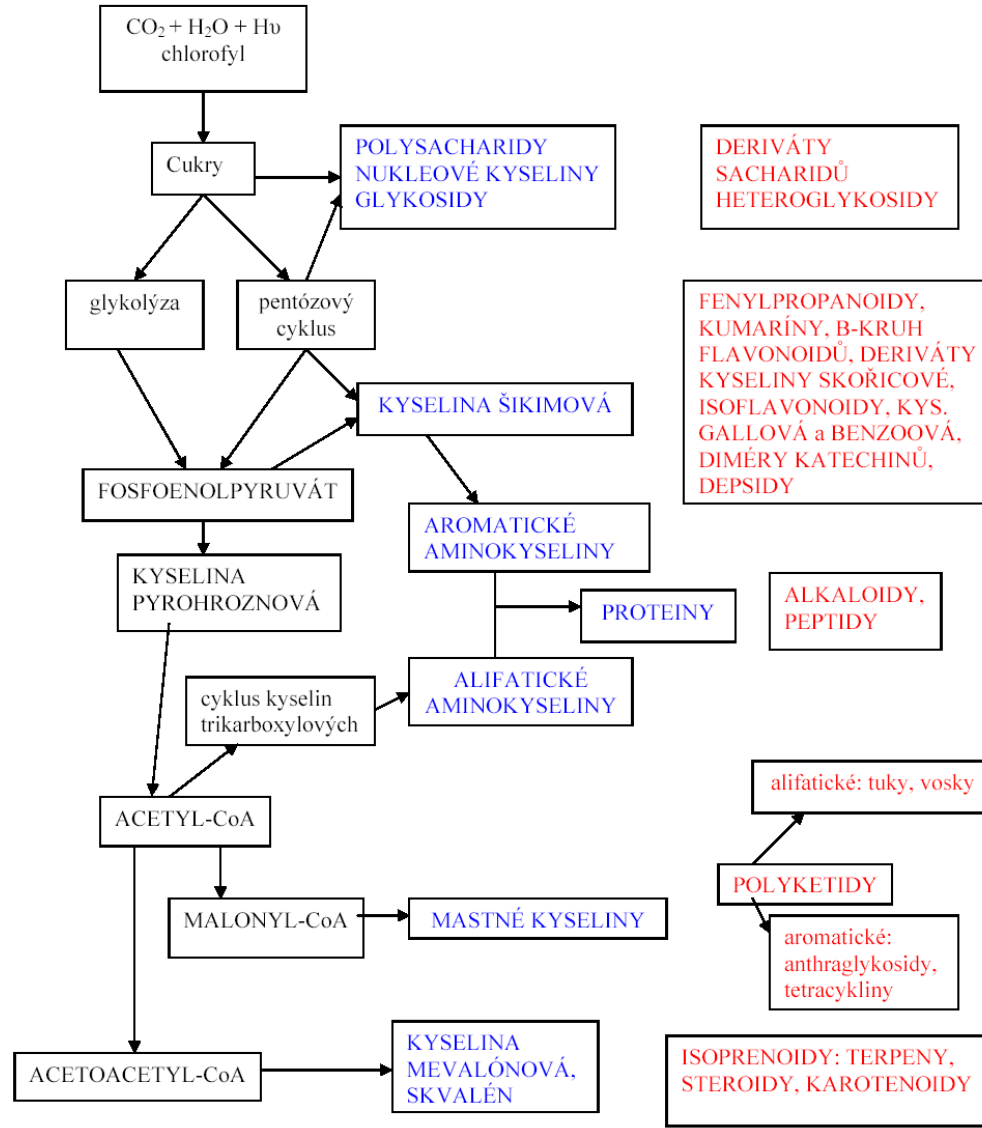
skvalen

VÝZNAM PRIMÁRNÍHO METABOLISMU PRO TVORBU PŘÍRODNÍCH LÁTEK

VZHLEDEM K VZÁJEMNÉ SOUVISLOSTI A NÁVAZNOSTI METABOLICKÝCH POCHODŮ V ŽIVÝCH ROSTLINÁCH, NELZE NADŘAZOVAT Z HLEDISKA TVORBY PŘÍRODNÍCH LÁTEK JEDEN PROCES PRIMÁRNÍHO METABOLISMU NAD DRUHÝ.

NÁSLEDNĚ BUDE POUKÁZÁNO NA NĚKTERÉ BIOSYNTETICKÉ MECHANISMY A NA TA MÍSTA PRIMÁRNÍHO METABOLISMU, KTERÁ MAJÍ PRO TVORBU SEKUNDÁRNÍCH METABOLITŮ BEZPROSTŘEDNÍ VÝZNAM.

VZÁJEMNÉ VZTAHY V METABOLIZMU ROSTLIN Z HLEDISKA FARMACEUTICKY VÝZNAMNÝCH LÁTEK

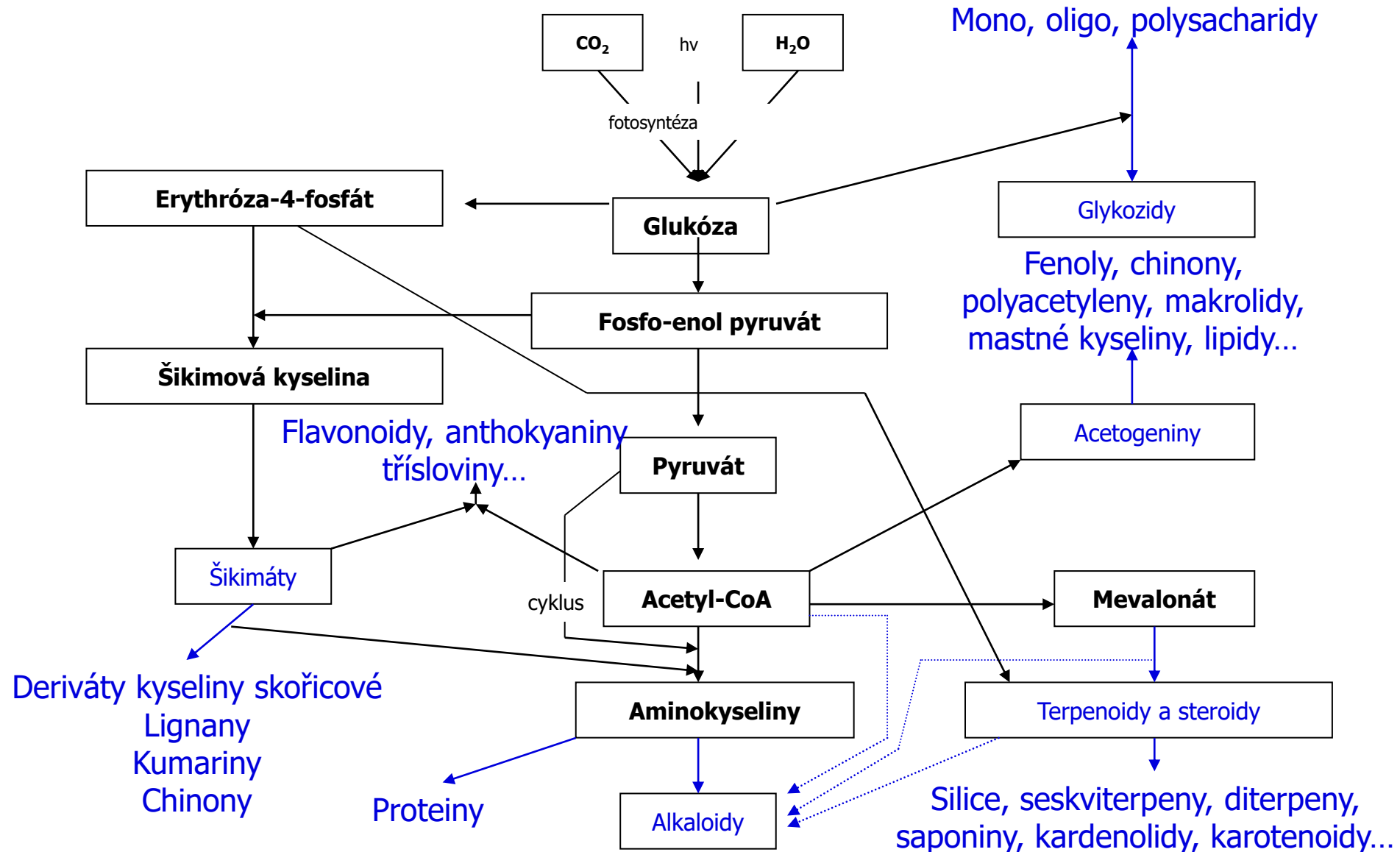


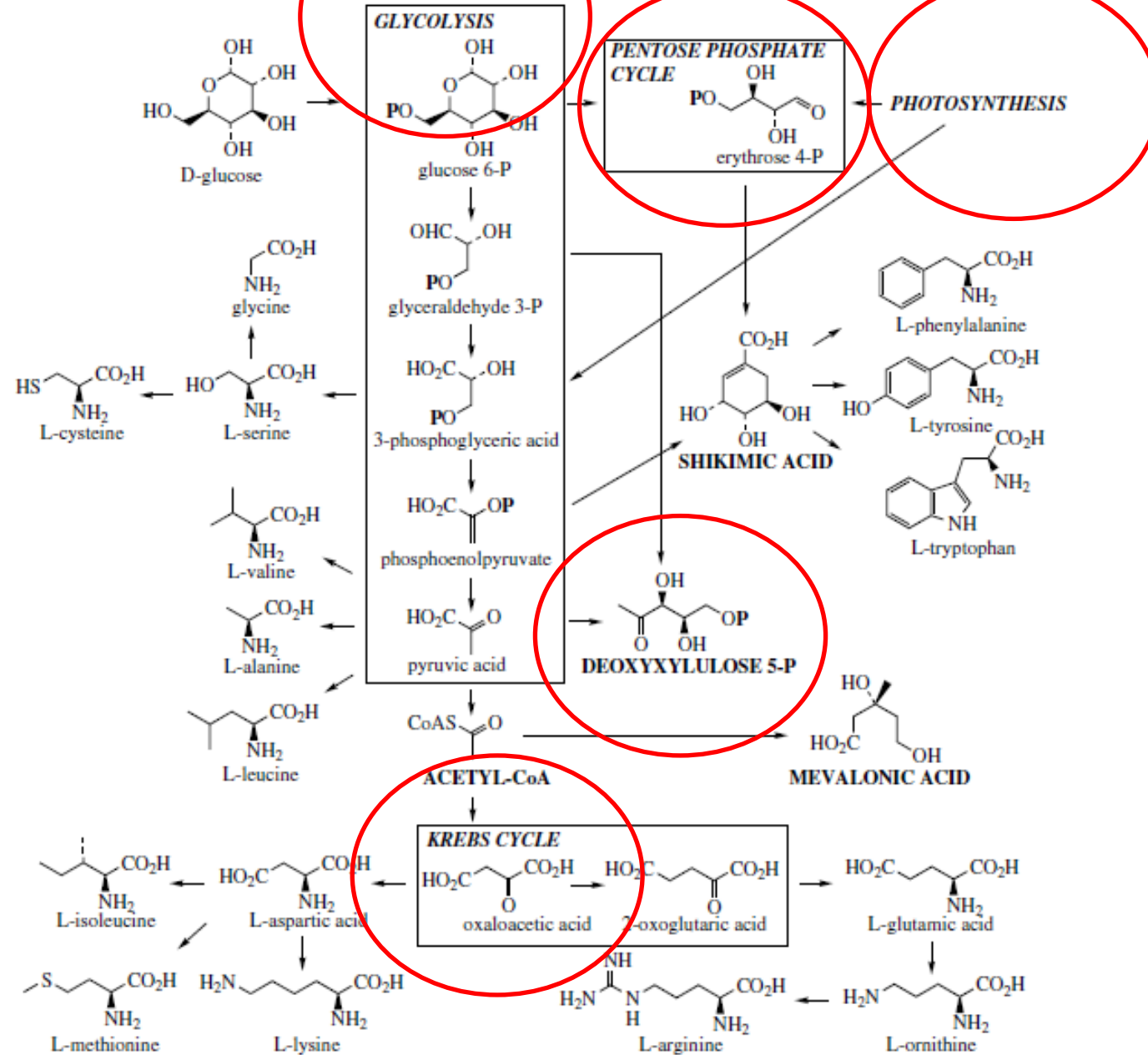
METABOLISMUS
UHLÍKU

PRIMÁRNÍ
METABOLITY

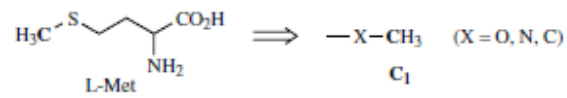
SEKUNDÁRNÍ
METABOLITY

Biosyntetické vztahy cukrů a dalších sekundárních metabolitů

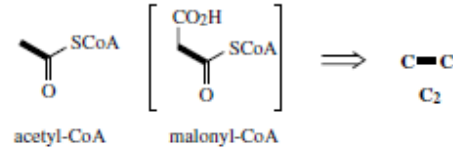




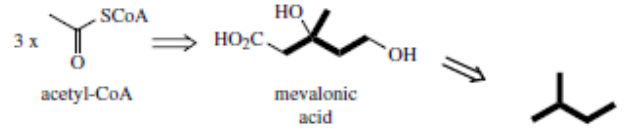
The building blocks



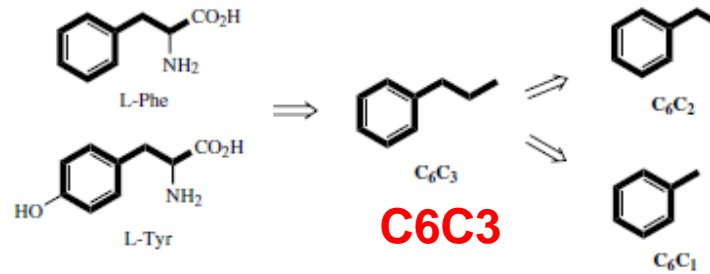
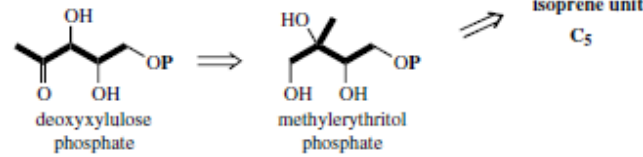
C1



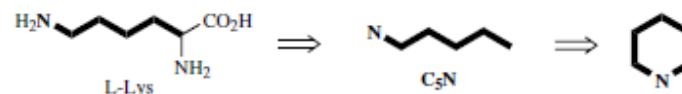
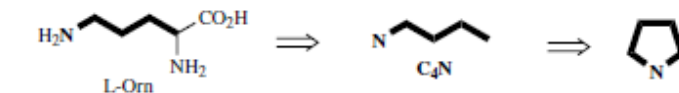
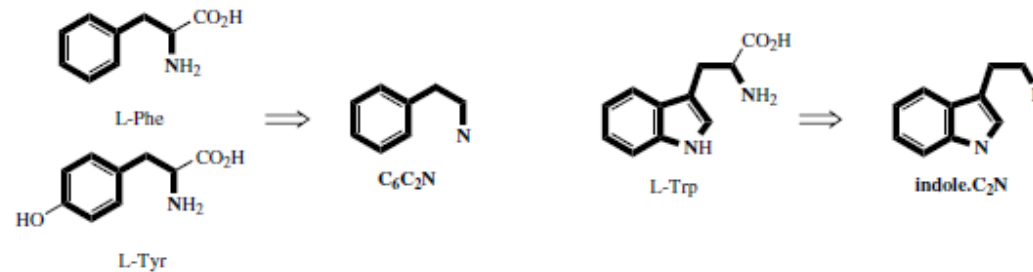
C2



C5

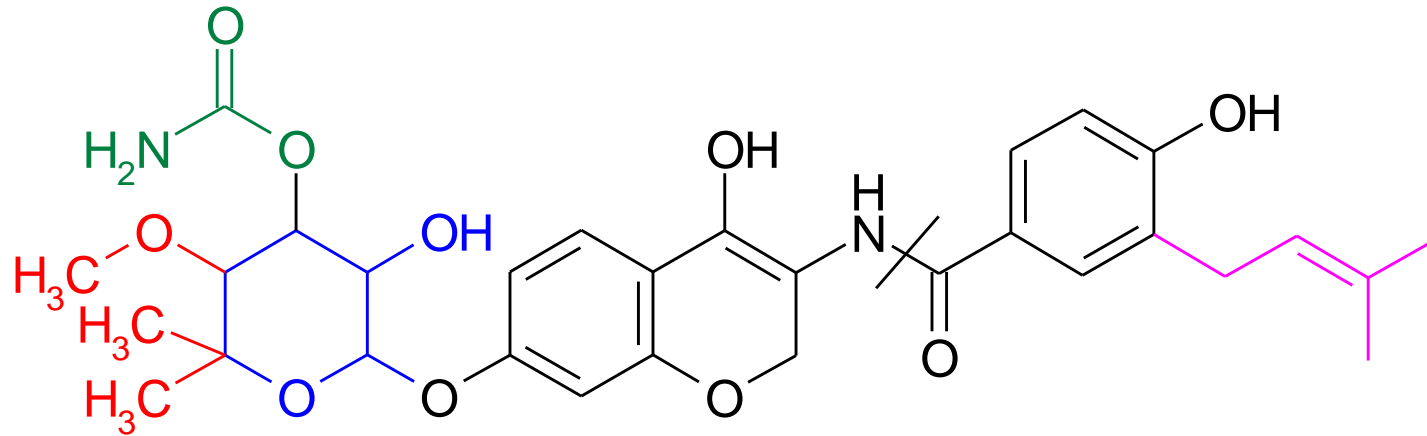


C6C3



NOVOBIOCIN

z hlediska „biogenetických rodičů“



novobiosa – cukr vytvořený z glukosy

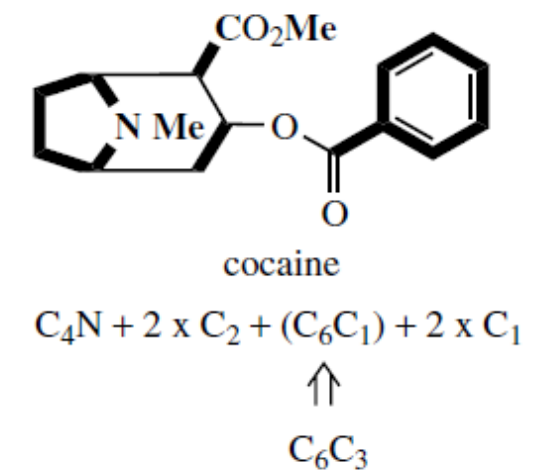
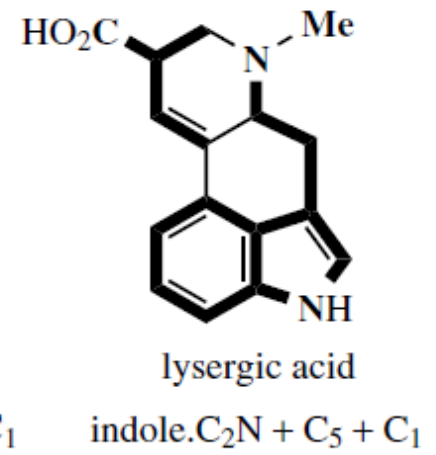
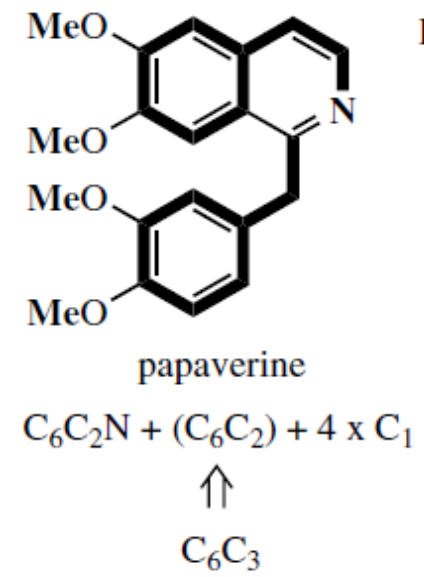
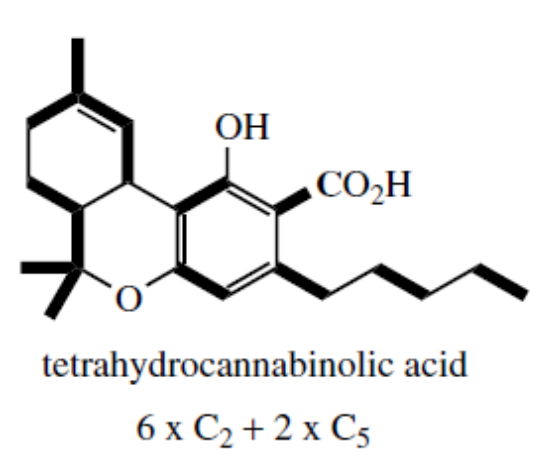
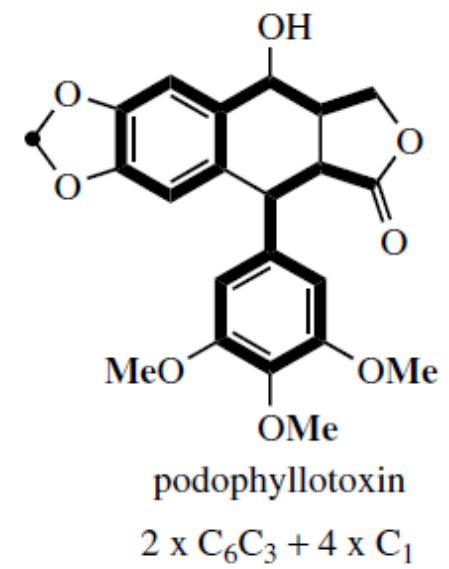
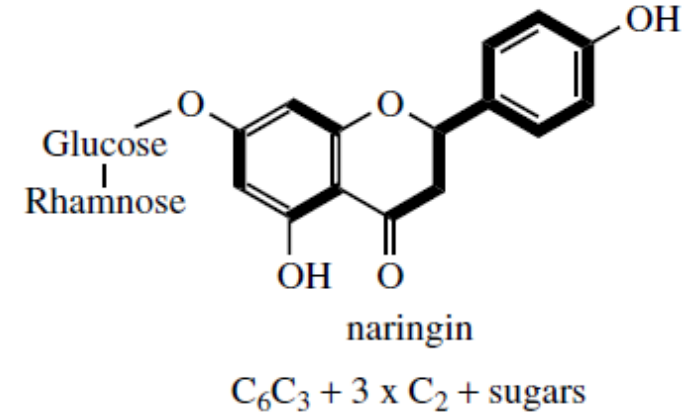
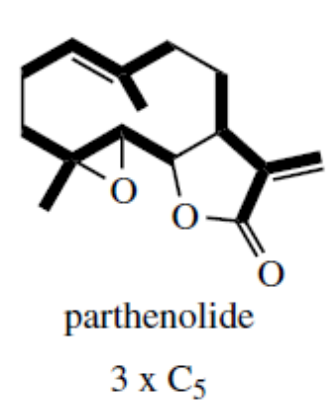
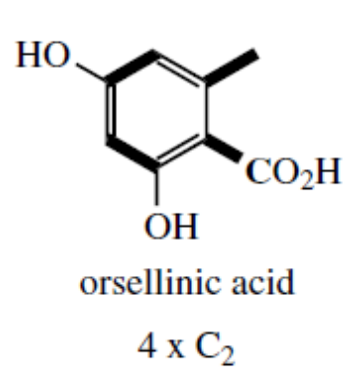
karbonamido- skupina – odvozená z metabolismu dusíku

C-methyl, O-methyl – skupina C1 zdrojů (formyl, hydroxymethyl, jde cestou methioninu, glycinu a serinu)

3-amino-4-hydroxykumarin – z kyseliny šikimové přes tyrosin

p-hydroxybenzyl – z kyseliny šikimové

isopentenyl – z kyseliny mevalonové

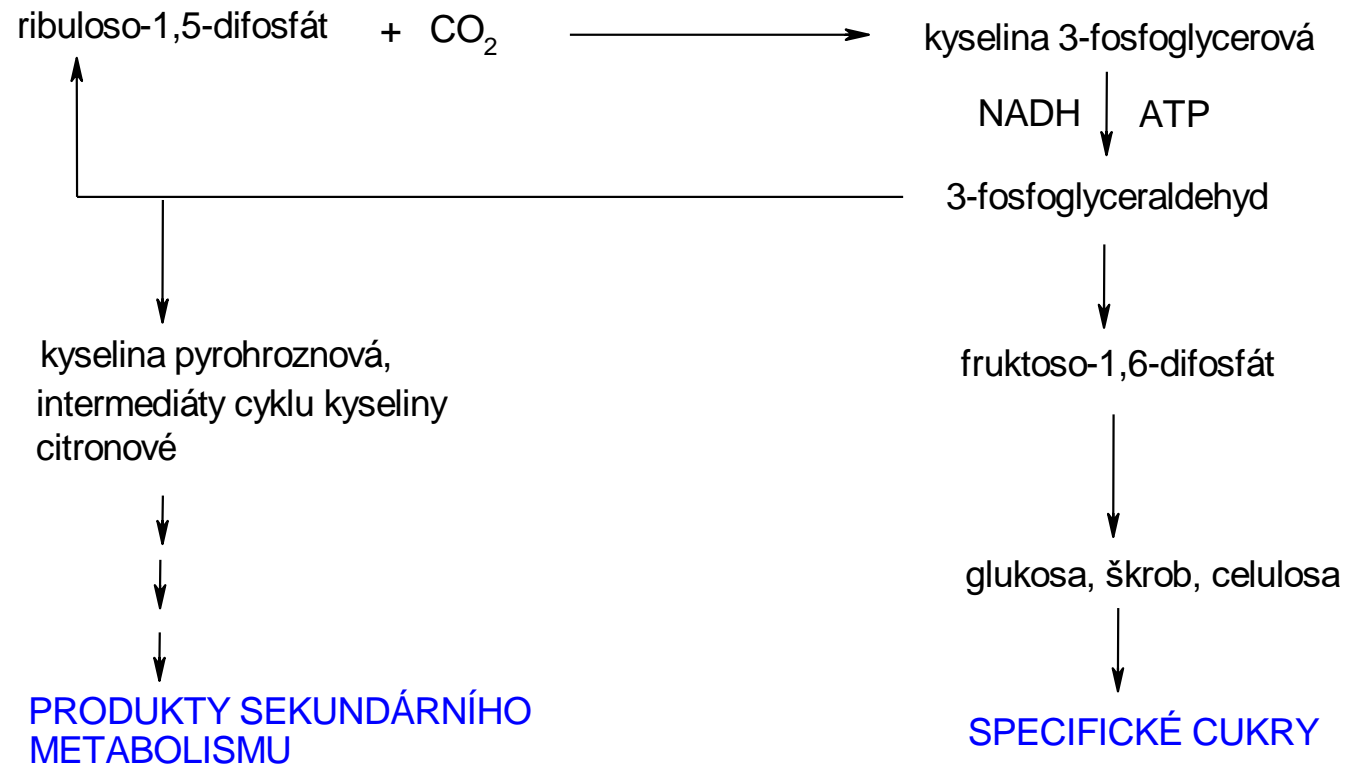


PĚT KATEGORIÍ LÁTEK PODLE JEJICH VZNIKU

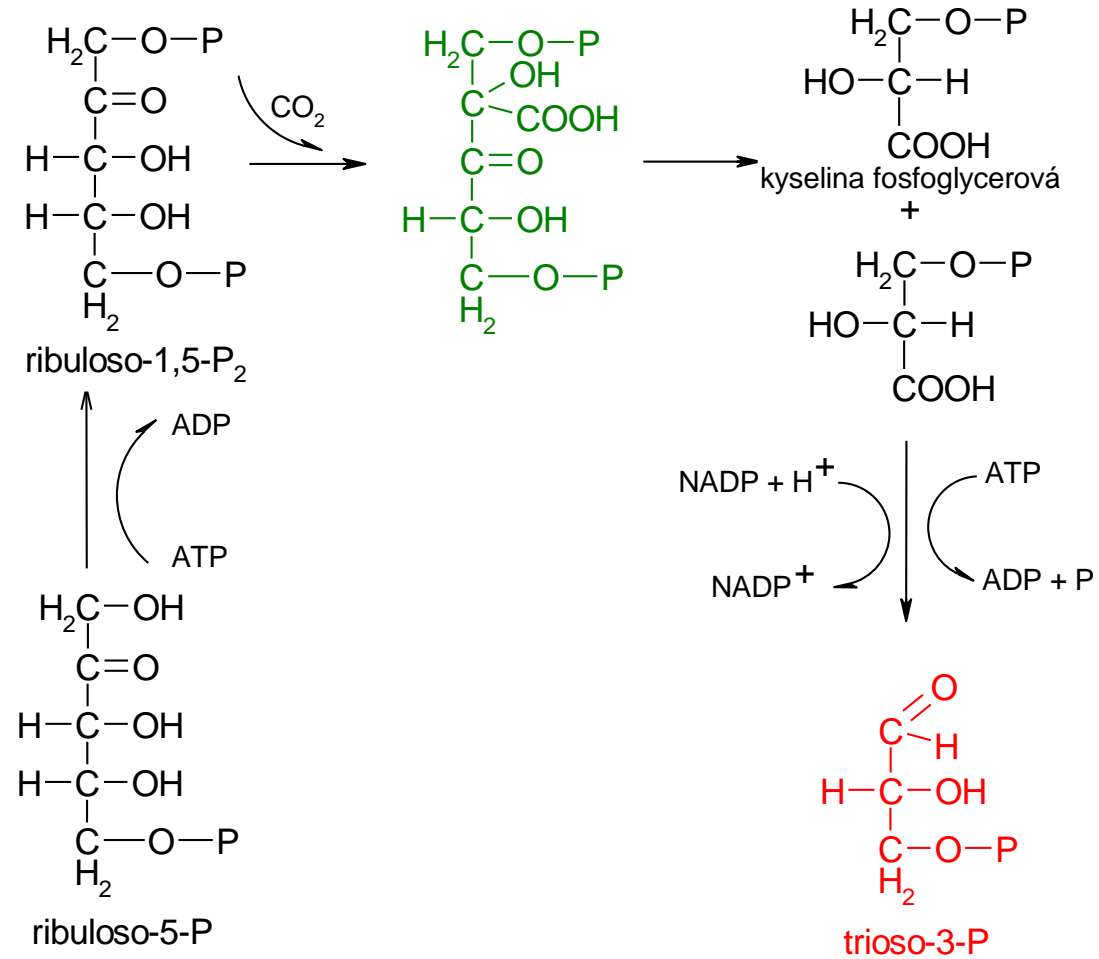
1. Specifické cukry, polysacharidy, cukerná část glykosidů
2. Šikimáty
3. Metabolity od aminokyselin
4. Polyketidy
5. Isoprenoidy

METABOLISMUS CUKRŮ

SOUVISLOST METABOLISMU CUKRŮ S CYKLEM KYSELINY CITRONOVÉ



FOTOSYNTHEZA – ABSORPCE CO₂ A REDUKCE NA SACHARID





Hans Krebs



RAG.AH/N.

14th June 1937.

The Editor of NATURE presents his compliments to Mr. H. A. Krebs and regrets that as he has already sufficient letters to fill the correspondence columns of NATURE for seven or eight weeks, it is undesirable to accept further letters at the present time on account of the delay which must occur in their publication.

If Mr. Krebs does not mind such delay, the Editor is prepared to keep the letter until the congestion is relieved in the hope of making use of it. He returns it now, however, in case Mr. Krebs prefers to submit it for early publication to another periodical.

Letter from *Nature* declining to publish Krebs's paper

TVORBA GLYKOSIDŮ

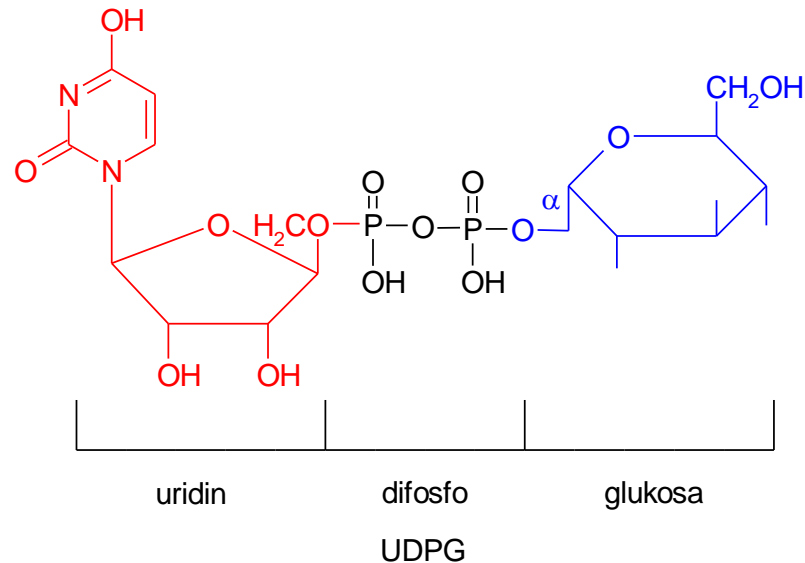
(transglykosylace)

1. Vytvoření aglykonu
2. Spojení s cukerným zbytkem

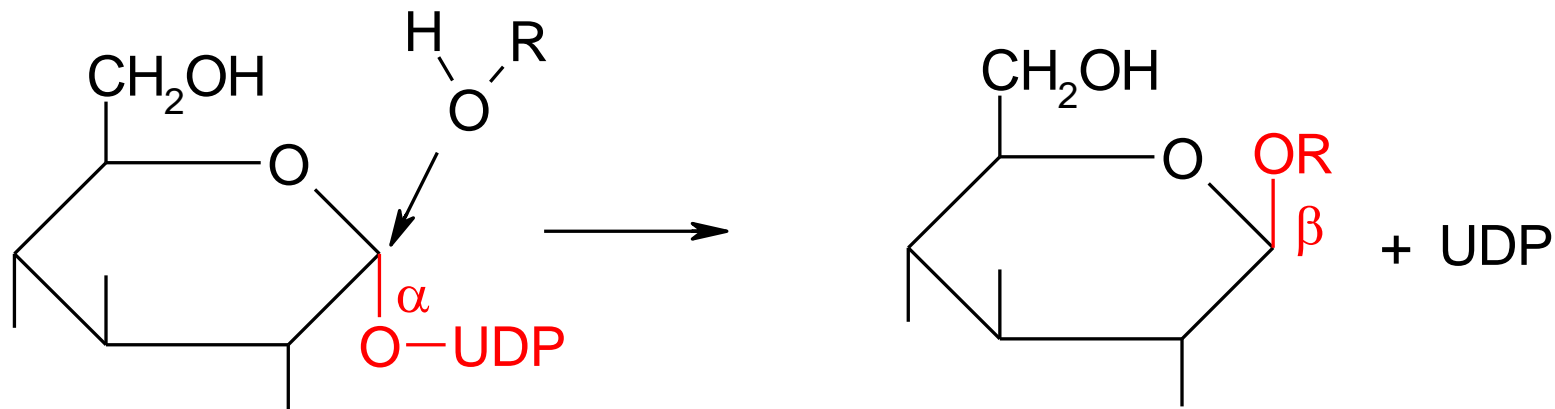
PŘIPOJENÍ CUKRU NA KYSLÍK DALŠÍHO CUKRU NEBO NA KYSLÍK

FENOLICKÉHO ČI ALKOHOLICKÉHO HYDROXYLU, NA SÍRU, DUSÍK, NEBO UHLÍK NEJČASTĚJI

ZPROSTŘEDKUJE URIDINDIFOSFOGLUKÓZA (UDPG)

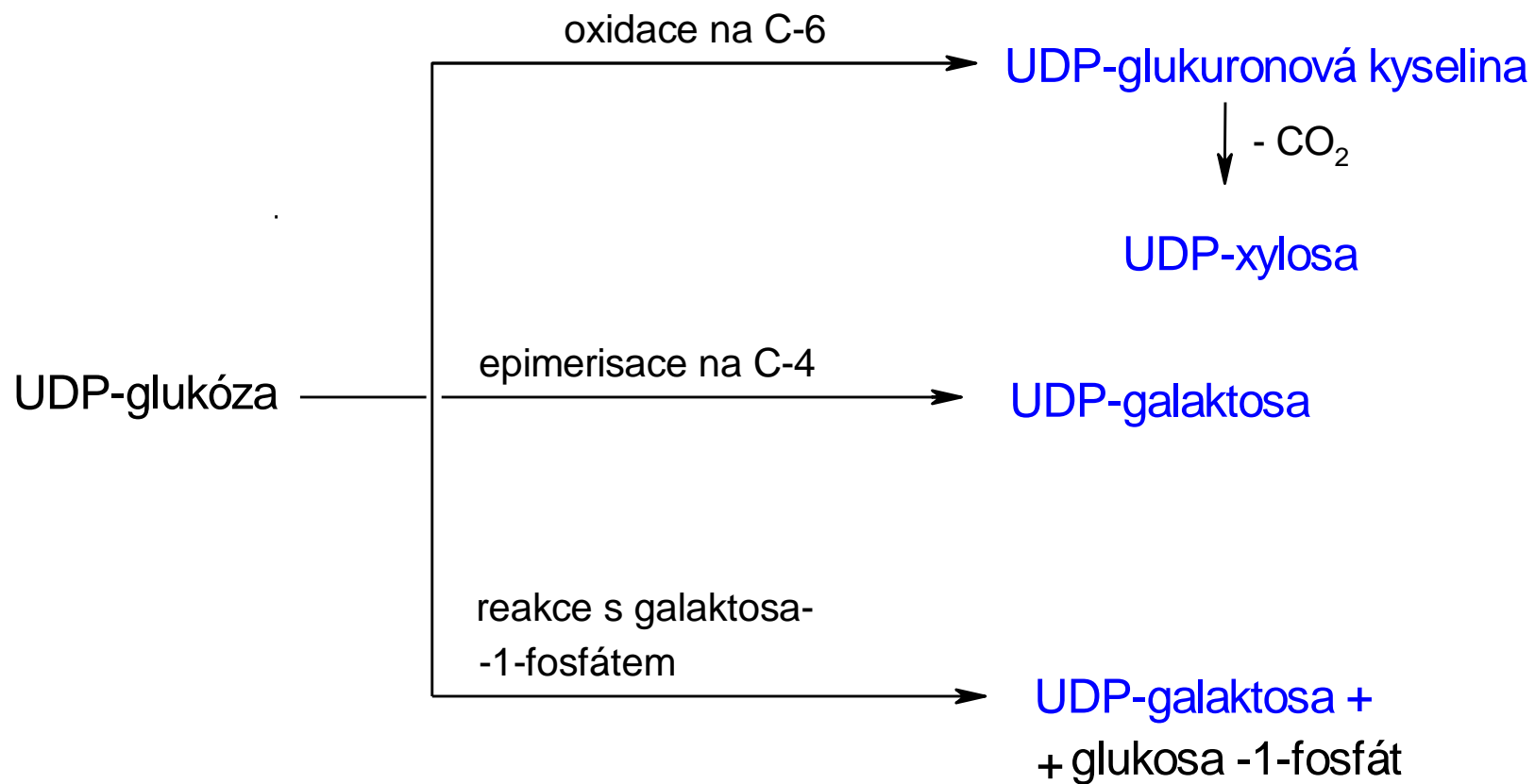


ZMĚNA KONFIGURACE NA C-1



Uvolnění UDP nukleofilním atakem na C-1 cukerného zbytku má za následek **ZMĚNU KONFIGURACE** na C-1 a vytvoření β -glukopyranosidu

FUNKCE CUKERNÝCH NUKLEOTIDŮ PŘI PŘEMĚNĚ CUKRŮ

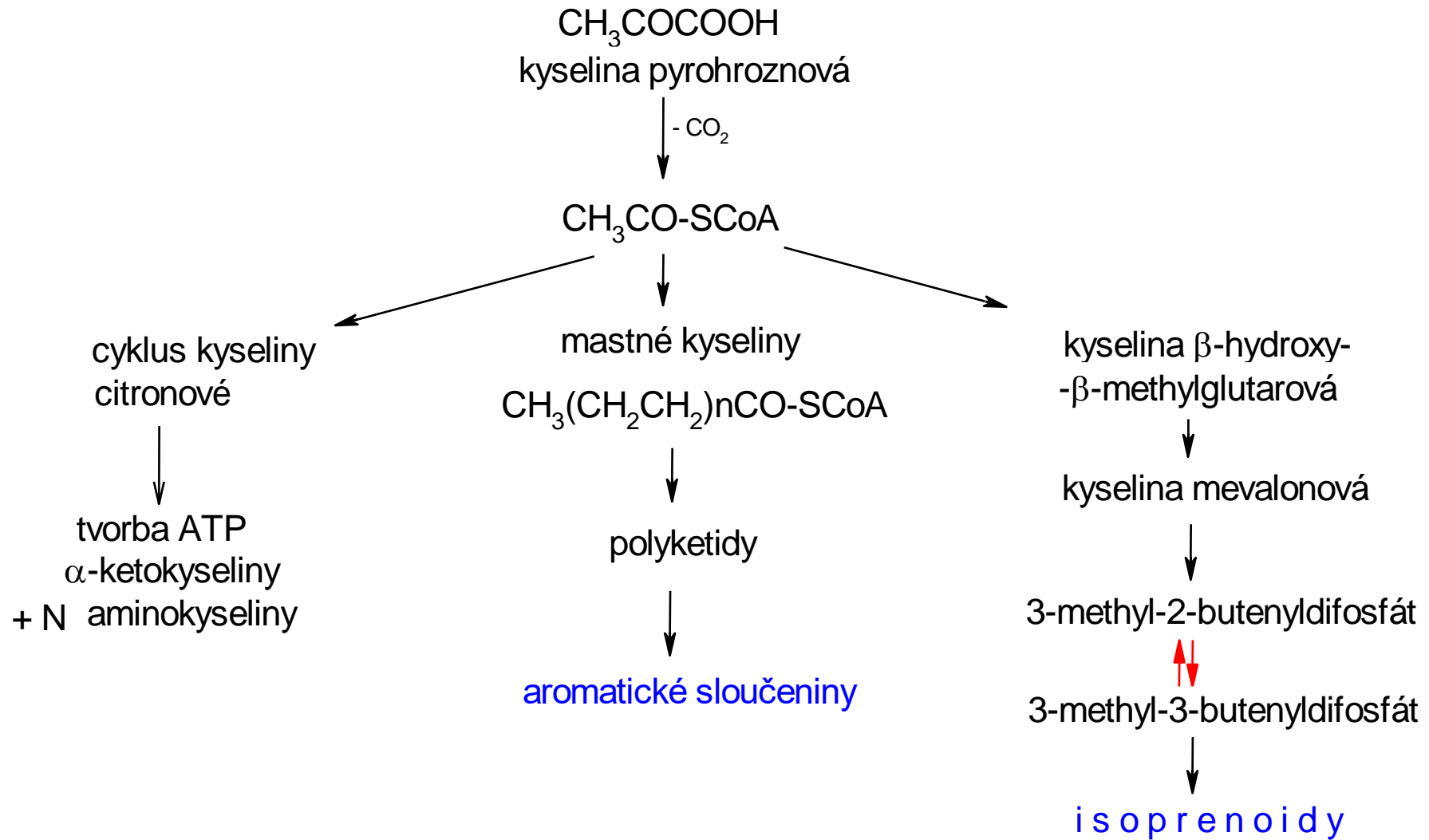


TŘÍUHLÍKATÉ SLOUČENINY PRIMÁRNÍHO METABOLISMU

Klíčové sloučeniny primárního metabolismu – cukry zapojené do fixace CO₂ (triosofosfát, kys. fosfoglycerová, cukry pentosového cyklu). →→→→ kyselina pyrohroznová, fosfoenolpyruvát, acetylkoenzym A. To jsou stavební kameny pro většinu přírodních látek.

Fosfoenolpyruvát + erythroso-4-fosfát → C₇ kyselina → kys. šikimová → kys. chorismová → kys. fenylyrohroznová → fenylalanin → kyselina skořicová

ACETYLKOEENZYM A



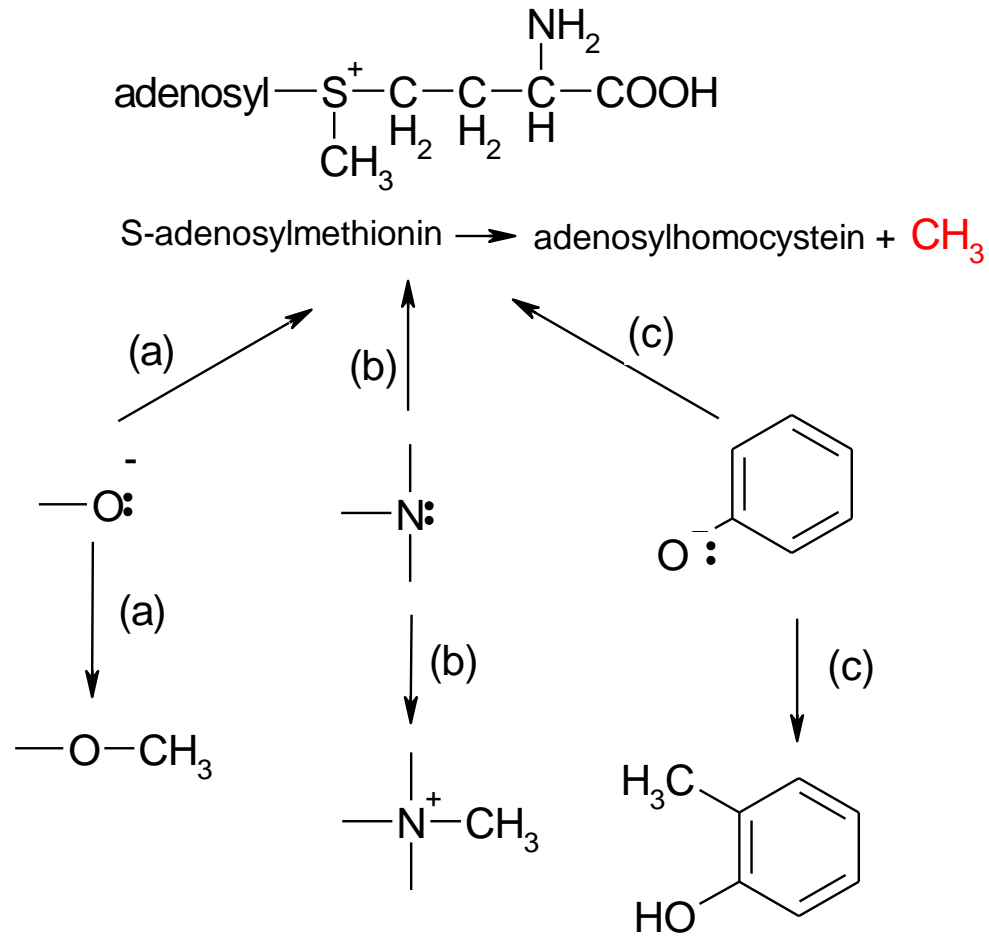
„JEDNOUHLÍKATÝ METABOLISMUS“

METHYLOVÉ SKUPINY NA NUKLEOFILNÍ CENTRUM PŘENÁŠÍ HLAVNĚ
S-ADENOSYLMETHIONIN, PŮSOBÍCÍ JAKO ALKYLAČNÍ ČINIDLO

U PŘÍRODNÍCH LÁTEK:

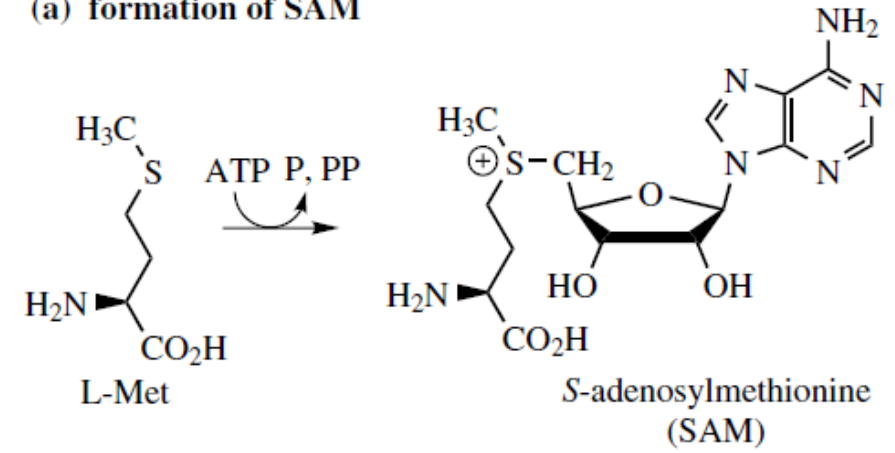
- TVORBA FENOLICKÝCH ETHERŮ
- TVORBA *N*-METHYLOVANÝCH AMINŮ
- TVORBA *C*-METHYLOVANÝCH FENOLŮ A KETONŮ

PŘENOS C₁ SKUPINY



Alkylation reactions: nucleophilic substitution

(a) formation of SAM

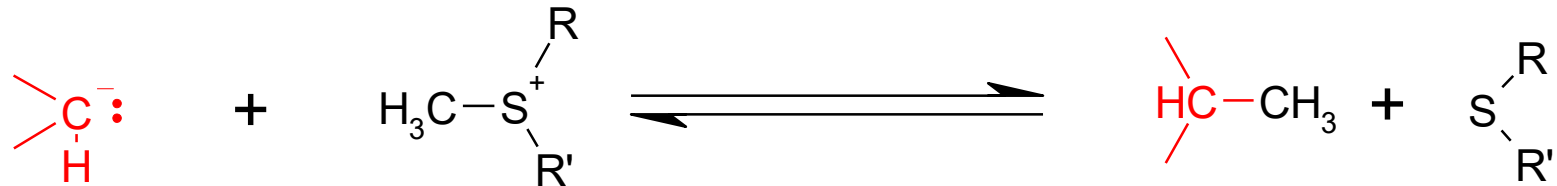
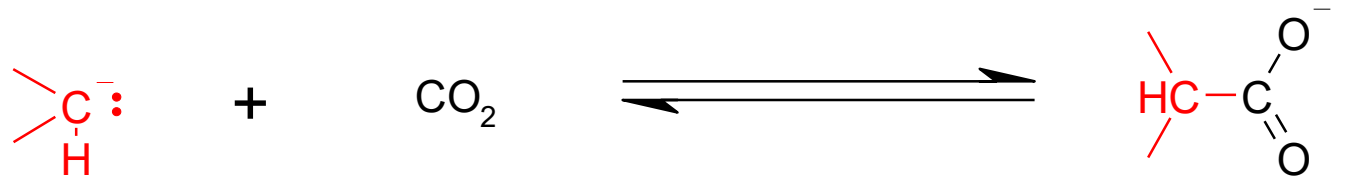
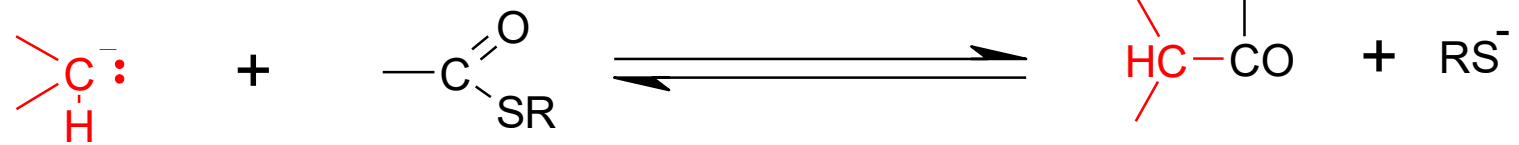
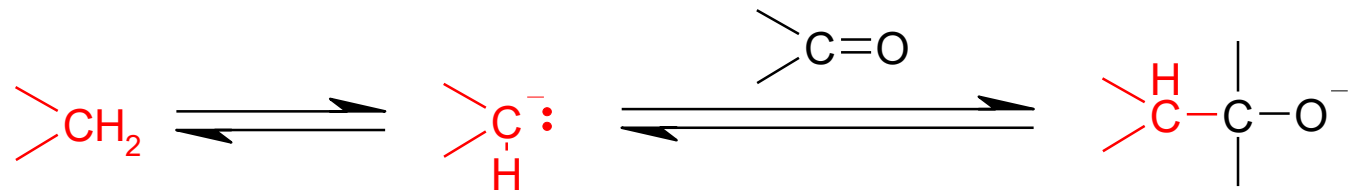


ZÁKLADNÍ BIOSYNTETICKÉ REAKCE

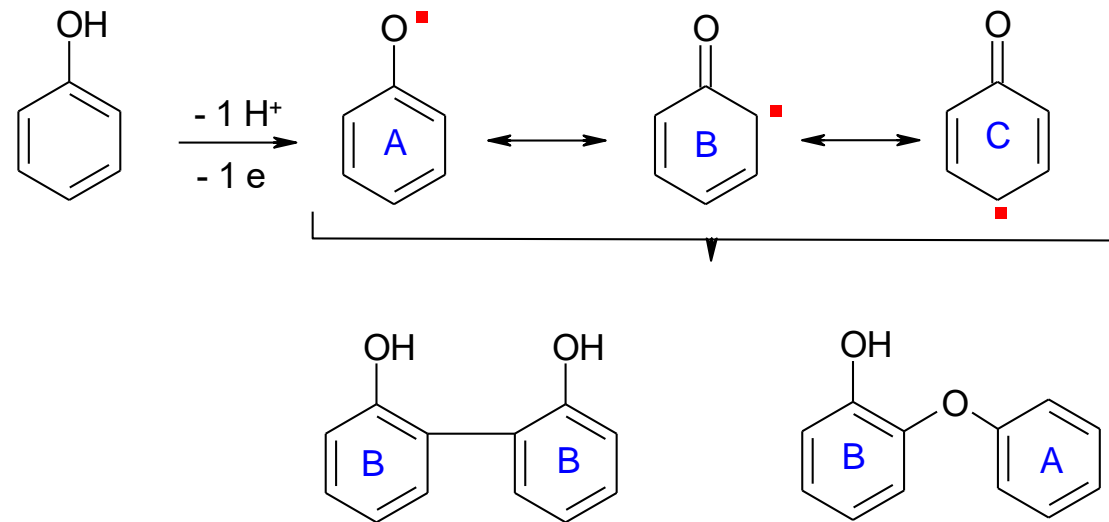
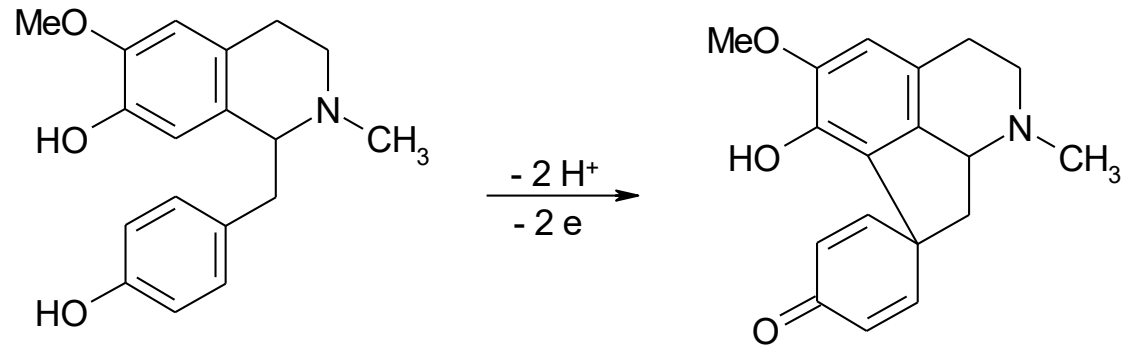
- Živé organismy mají mimořádně mnohotvárné složení
- Katalytická činnost enzymů
- Omezený počet prekurzorů
- Nevelký počet reakcí uplatňujících se v metabolismu
- Jednoduché a známé reakce

TVORBA VAZBY UHLÍK - UHLÍK

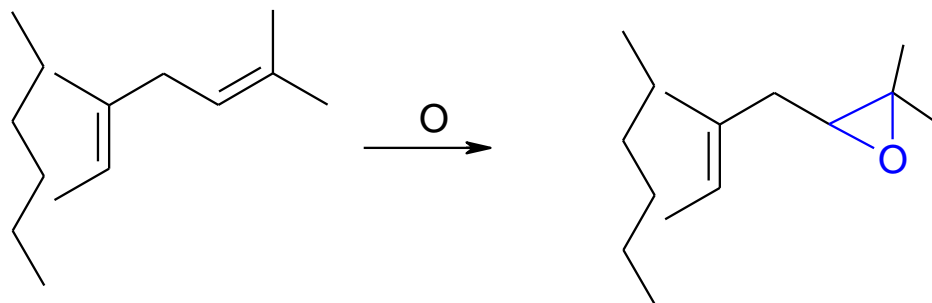
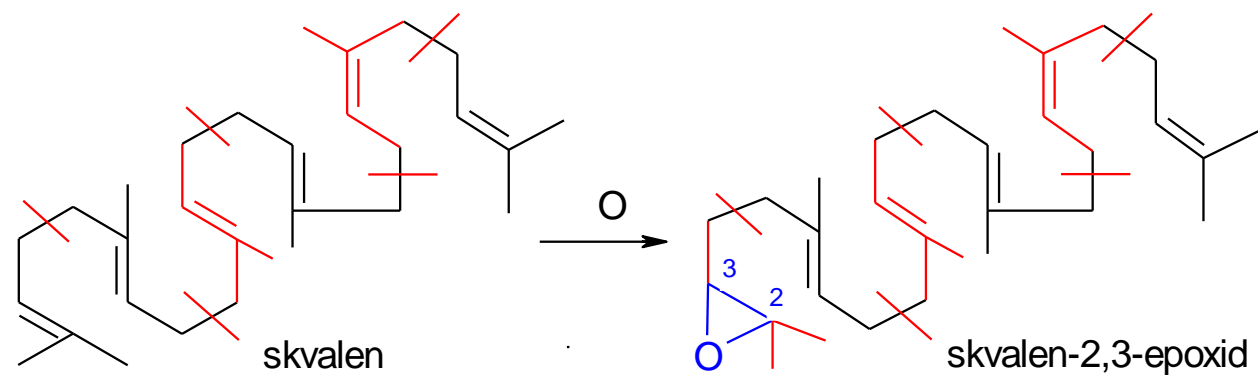
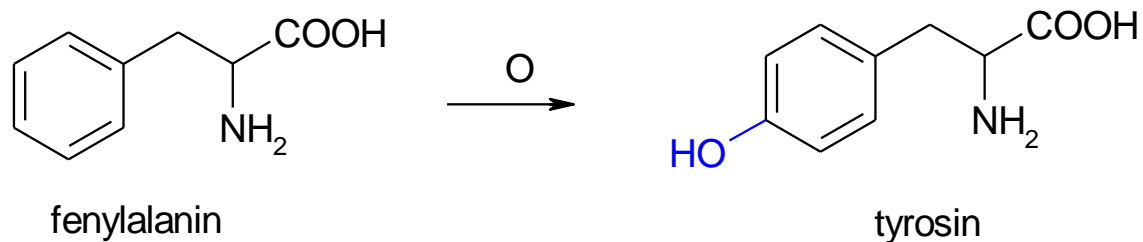
Nukleofilní methylenové seskupení + elektrofilní C-atom ketonu, esteru ...



TVORBA VAZBY C-C NEBO C-O-C OXIDACÍ

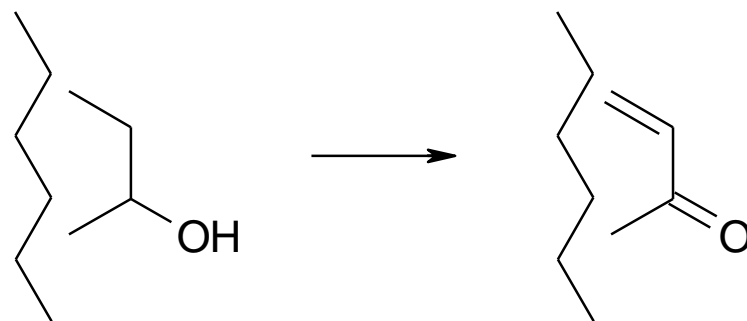


ZAVEDENÍ KYSLÍKU OXIDACÍ VAZBY C-H, NEBO PŘÍMOU EPOXIDACÍ C=C

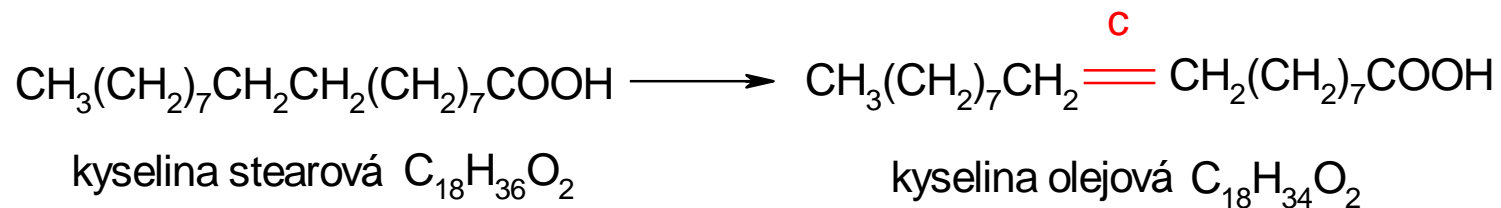
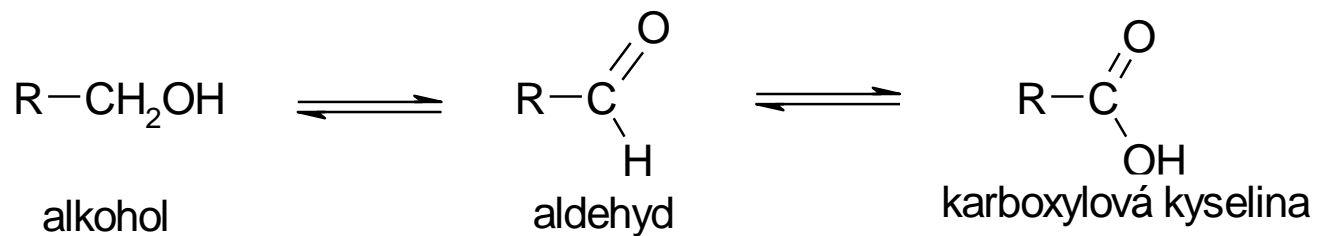


OXIDACE A REDUKCE VAZBY C-O NEBO C-C

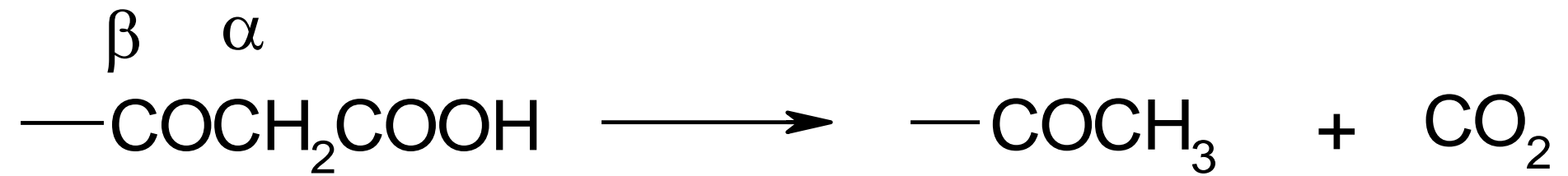
(VZNIK KARBONYLOVÝCH A NENASYCENÝCH SLOUČENIN)



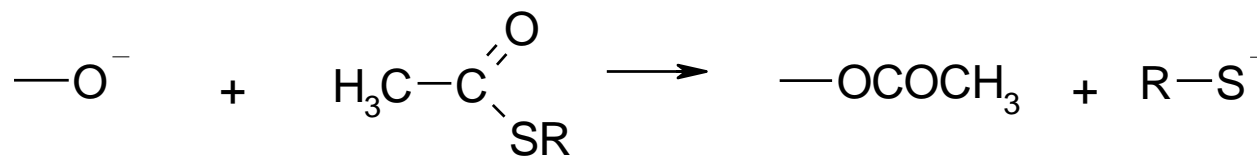
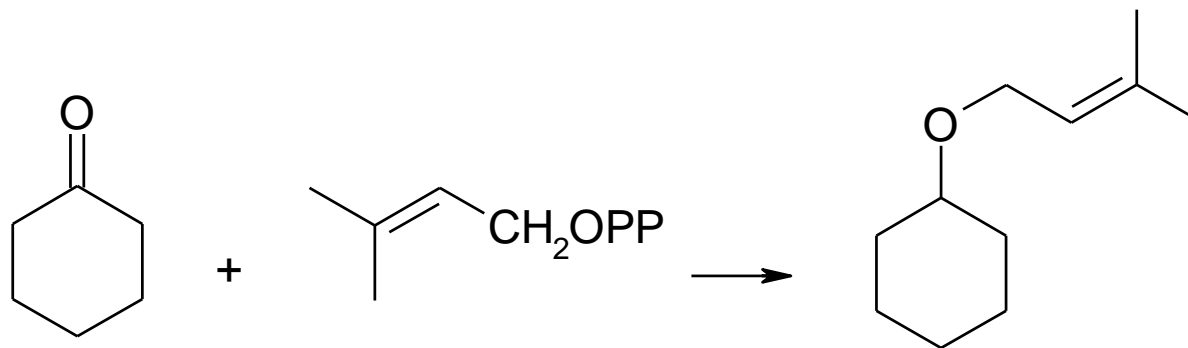
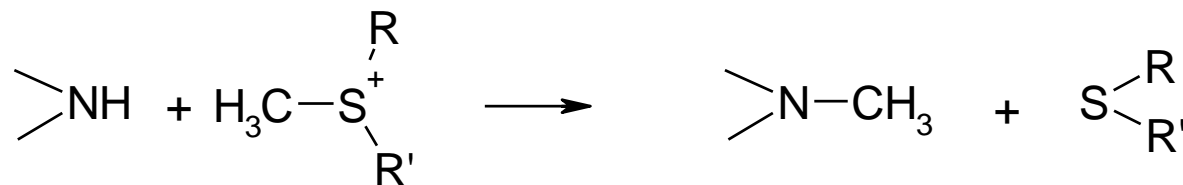
vznik karbonylových sloučenin



DEKARBOXYLACE β -KETOKARBOXYLOVÝCH KYSELIN

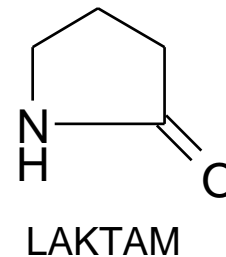
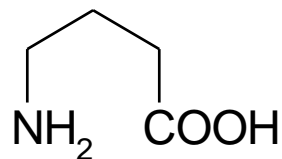
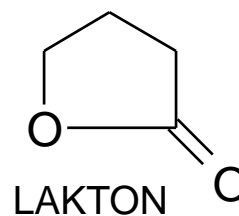
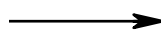
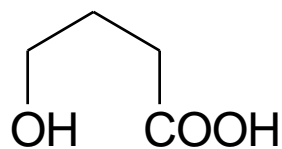
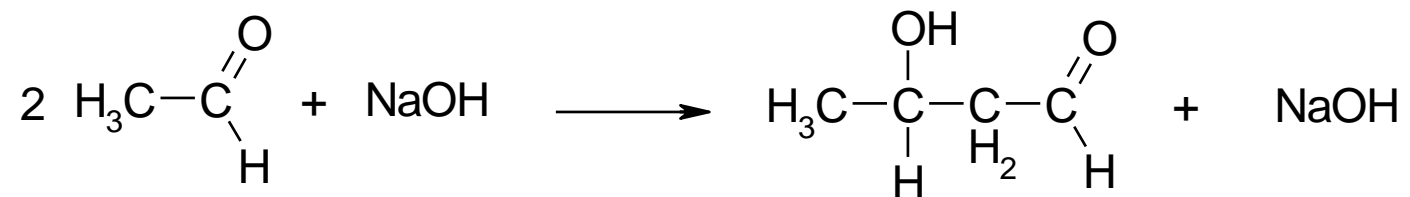


ALKYLACE A ACYLACE NUKLEOFILNÍCH ATOMŮ DUSÍKU A KYSLÍKU



SPONTÁNNÍ REAKCE

(ALDOLOVÁ KONDENSACE, TVORBA LAKTONŮ A LAKTAMŮ)



M A S A R Y K O V A
U N I V E R Z I T A