

MUNI

Základy fytochemie a farmakognozie P1

2024/2025

Rostlinné fenoly I

ROSTLINNÉ FENOLY

Velká skupina látek, které mají odlišný skelet i účinek.

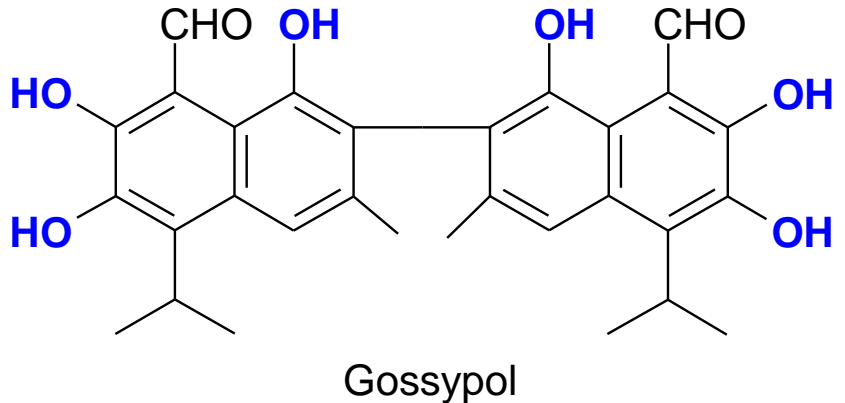
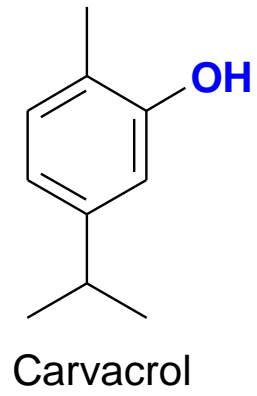
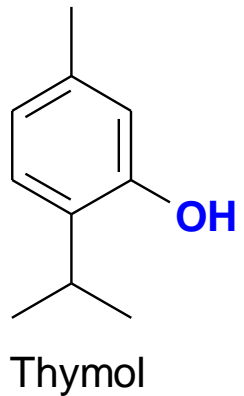
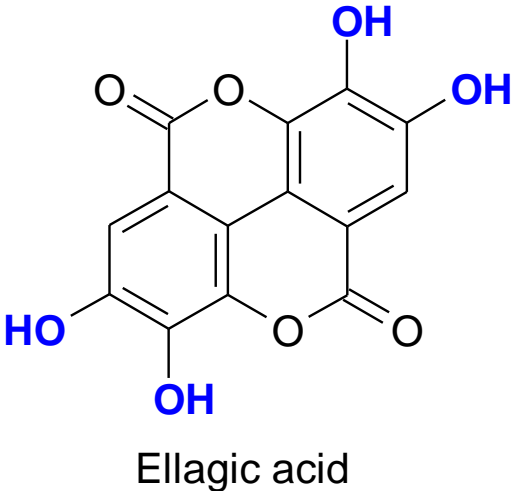
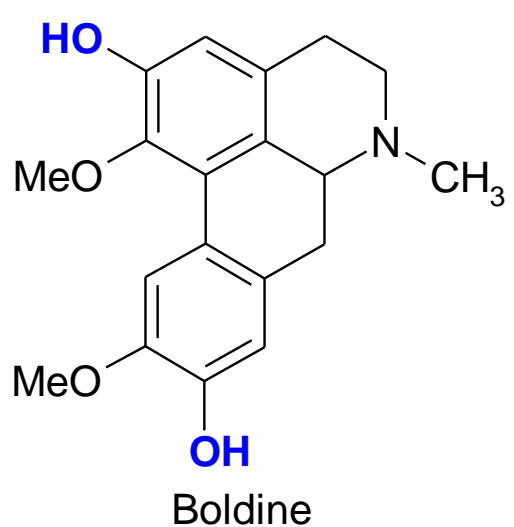
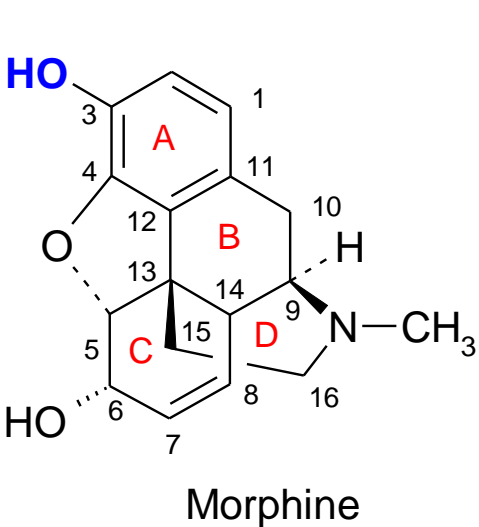
- nejméně jeden aromatický kruh substituovaný nejméně jednou hydroxylovou skupinou (volnou nebo vázanou a tvořící jinou funkci, např. ether, ester, glykosid)

Na základě této definice patří do skupiny fenolů látky strukturně rozdílné a ještě rozmanitější z hlediska biologické aktivity a zařazení do fytochemických skupin, např.

- alkaloidy (morfin)
- terpenoidy (thymol, gossypol)
- třísloviny

→ ve farmakognozii je nezbytné znát biosyntézu, prekursory, a určit správné rozmezí mezi jednotlivými fytochemickými skupinami

ROSTLINNÉ FENOLY



ROSTLINNÉ FENOLY

Pouze rostliny a mikroorganismy* jsou schopné biosyntetizovat aromatické jádro.

Strukturní rozdílnost rostlinných fenolů je dána dvojím biosyntetickým původem

- šikimátovým
- acetátovým

Je zvyšována častou kombinací šikimátové a acetátové cesty, např. u flavonoidů, stilbenů.

Do biosyntézy někdy vstupuje třetí základní synton – mevalonát

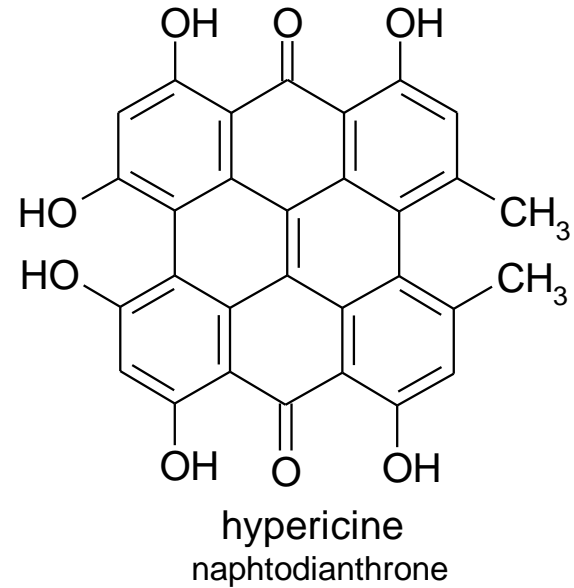
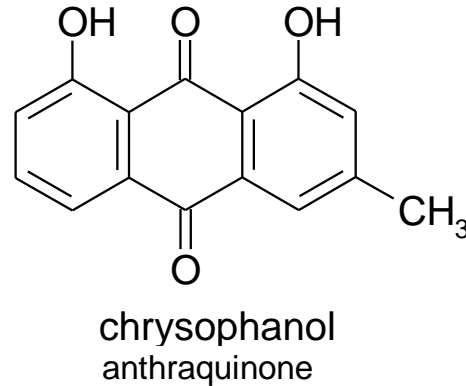
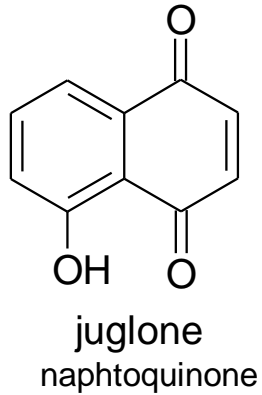
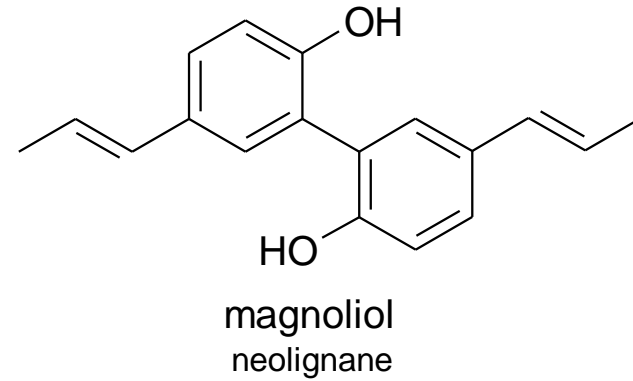
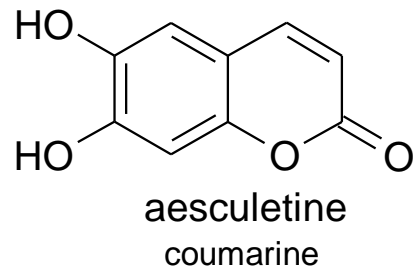
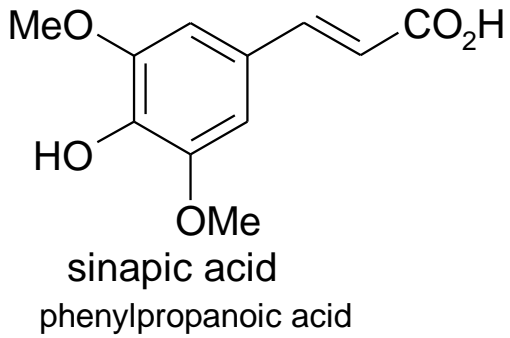
- šikimát + mevalonát (např. furanokumariny)
- acetát + mevalonát (kanabinoidy)

Na biosyntéze se podílejí všechny tři prekurzory: rotenoidy

* výjimkou je např. biosyntéza estrogenu

FENOLY VZNIKAJÍCÍ ŠIKIMÁTOVOU A ACETÁTOVOU CESTOU

S
h
i
k
i
m
a
t
e
s



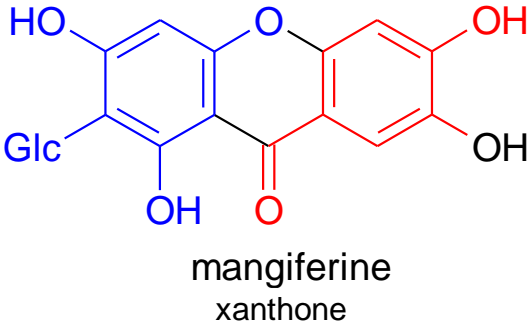
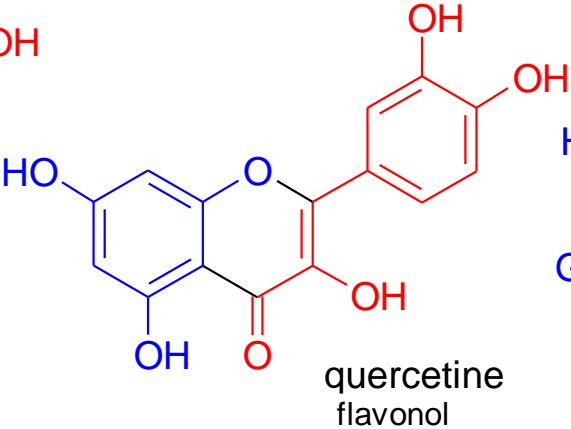
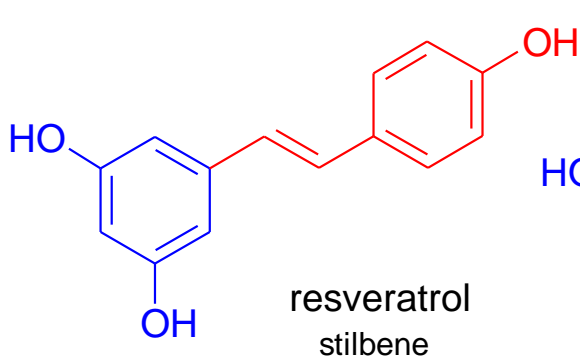
A
c
e
t
a
t
e
s

FENOLY VZNIKAJÍCÍ KOMBINACÍ

S
h
i
k
i
m
a
t
e
s

+

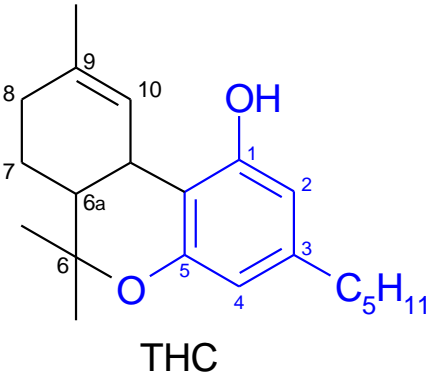
A
c
e
t
a
t
e
s



A
c
e
t
a
t
e

+

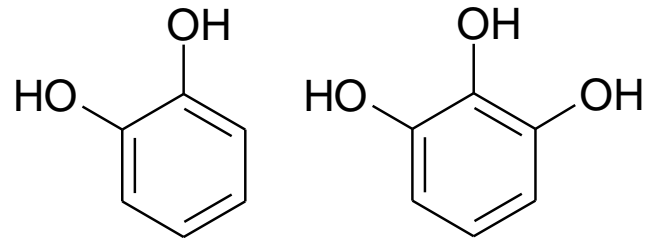
M
e
v
a
l
o
n
a
t
e



PŘÍRODNÍ LÉČIVA ODVOZENÁ OD KYSELINY ŠIKIMOVÉ

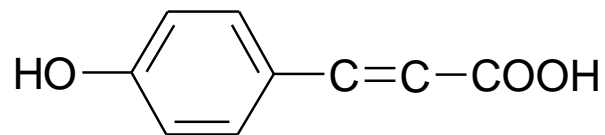
- **kyselina šikimová** je prekurzorem většiny přírodních látek obsahujících aromatický kruh
- podstatně menší množství aromátů vzniká acetátovou cestou
- původ aromátu – podle polohy hydroxylových skupin:

šikimátový původ



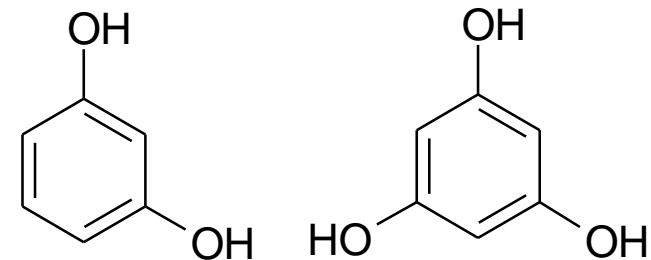
catechol

pyrogallol



p-coumaric acid

acetátový původ

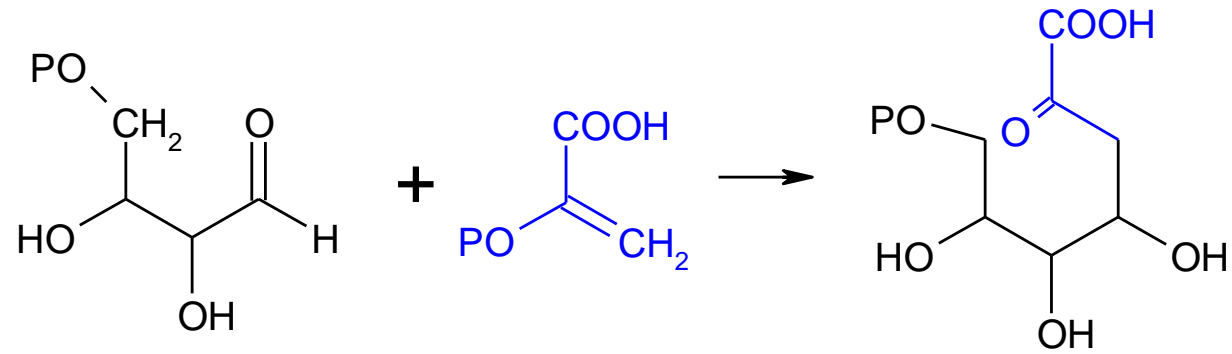


resorcinol

phloroglucinol

.....CH₂COCH₂COCH₂CO.....

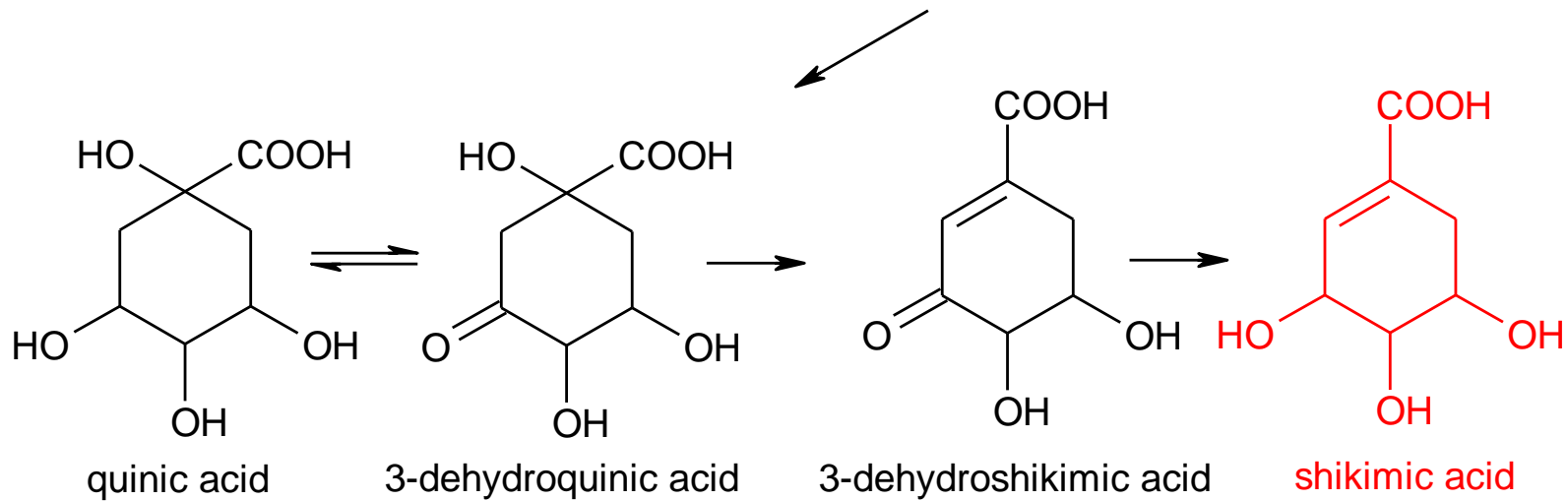
TVORBA KYSELINY ŠIKIMOVÉ



erythrose-4-phosphate

2-phospho-enol-pyruvate

2-keto-3-deoxy-7-phospho-D-araboheptonic acid



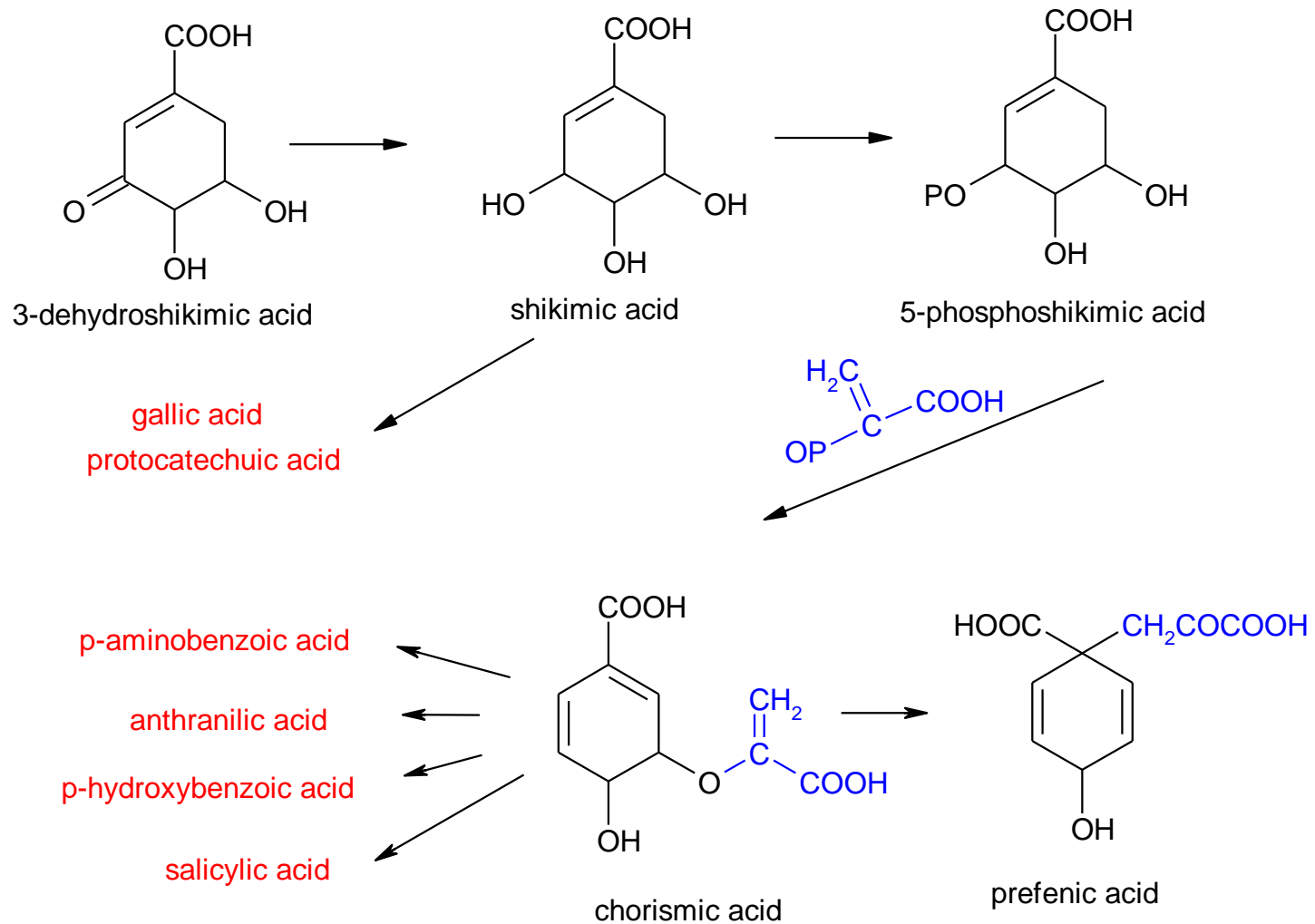
quinic acid

3-dehydroquinic acid

3-dehydroshikimic acid

shikimic acid

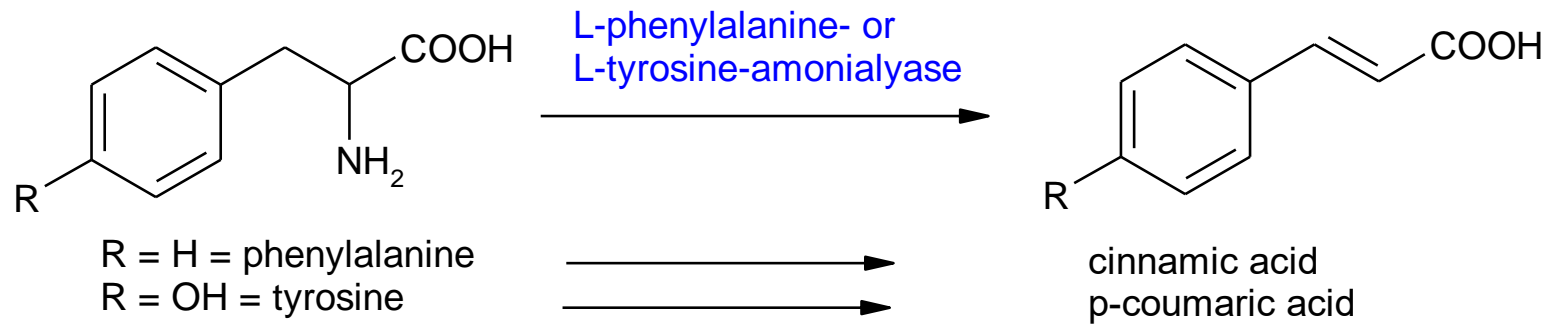
DERIVÁTY KYSELINY ŠIKIMOVÉ



KYSELINA SKOŘICOVÁ Z FENYLALANINU

..... → kyselina chorismová..... → fenylalanin → **kyselina skořicová**

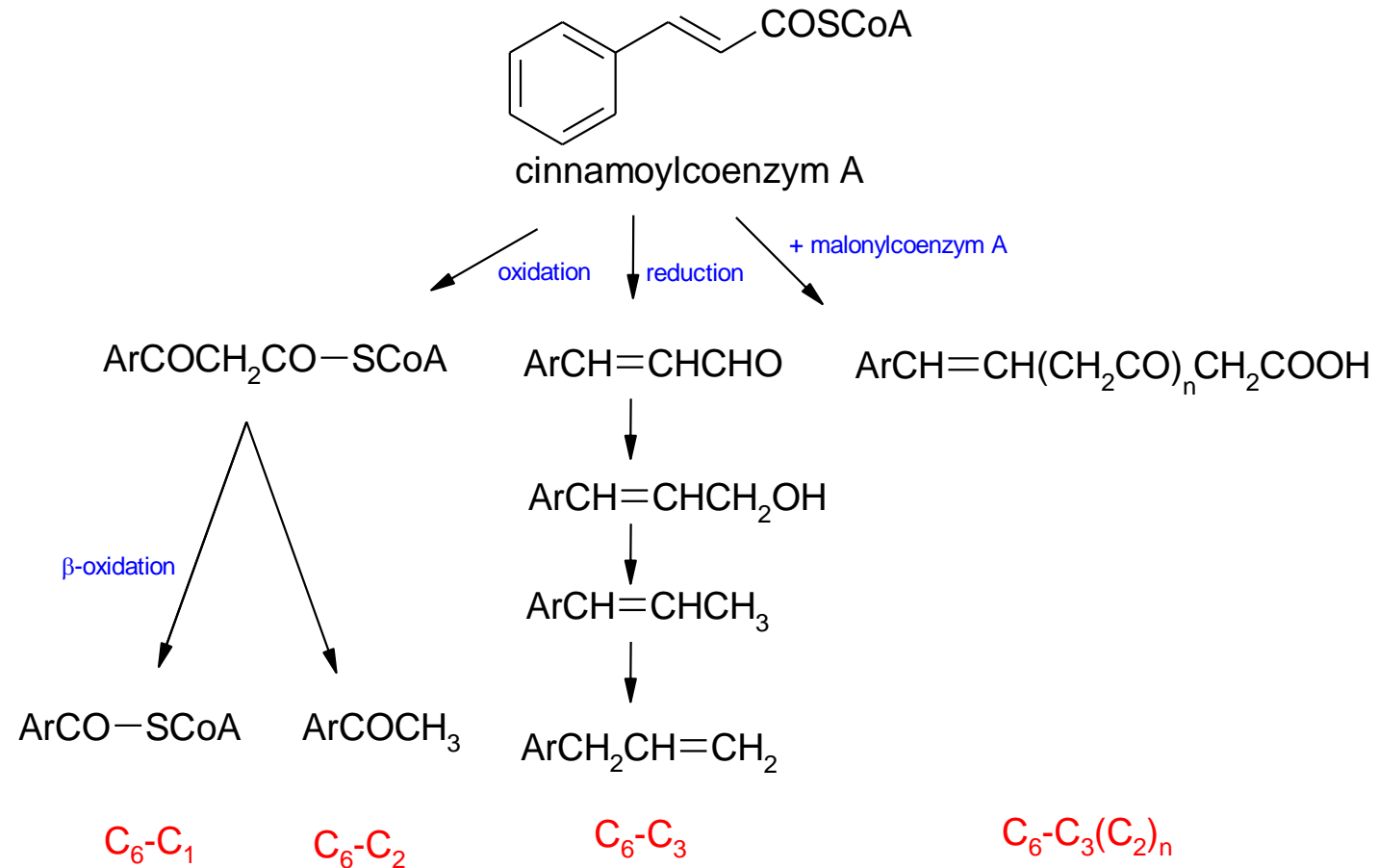
Phenylalanine → proteins
alkaloids
cinnamic acid and its derivatives



L-phenylalanine-aminase generally widespread
L-tyrosine-aminase exclusively in grass (Graminae)

stereospecific
deamination of natural L-acids

PŘEMĚNY KYSELINY SKOŘICOVÉ



kys. salicylová
 kys. gallová
 kys. vanilová
 kys. p-hydroxybenzoová

SILICE

- heterogenní skupina látek; dráždí čich a projevují se vůní
- za pokojové teploty jsou tekuté, prchavé; skladováním oxidují a pryskyřičnatí – tmavnou a houstnou
- jsou lipofilní, ve vodě nerozpustné, nižší hustotu než voda (výjimka např. skořicová silice)
- v čerstvém stavu jsou bezbarvé (heřmánková silice přechází hydrodestilací na modrou)
- vykazují různou biologickou aktivitu
- získávají se destilací s vodou, s vodní parou, lisováním

Základní dělení

1. Silice s převahou terpenoidní složky (původ mevalonátový) – monoterpeny, seskviterpeny
2. Silice s převahou derivátů fenypropanu (původ šikimátový)

FENOLOVÉ GLYKOSIDY

SALICIS CORTEX – Vrbová kůra (ČL 2017)

druhy r. *Salix* – vrba (Salicaceae), *S. purpurea*, *S. fragilis*

- dvojdomé keře nebo stromy, mírný a subarktický pás

Droga

- usušené kůra mladých větví nebo její úlomky, zřetelně hořká chuť

OL

- min 1,5 % salicylových derivátů, dále katechinové třísloviny, hydroxyderiváty kys. skořicové, flavonoidy

Použití vnitřní – nálev

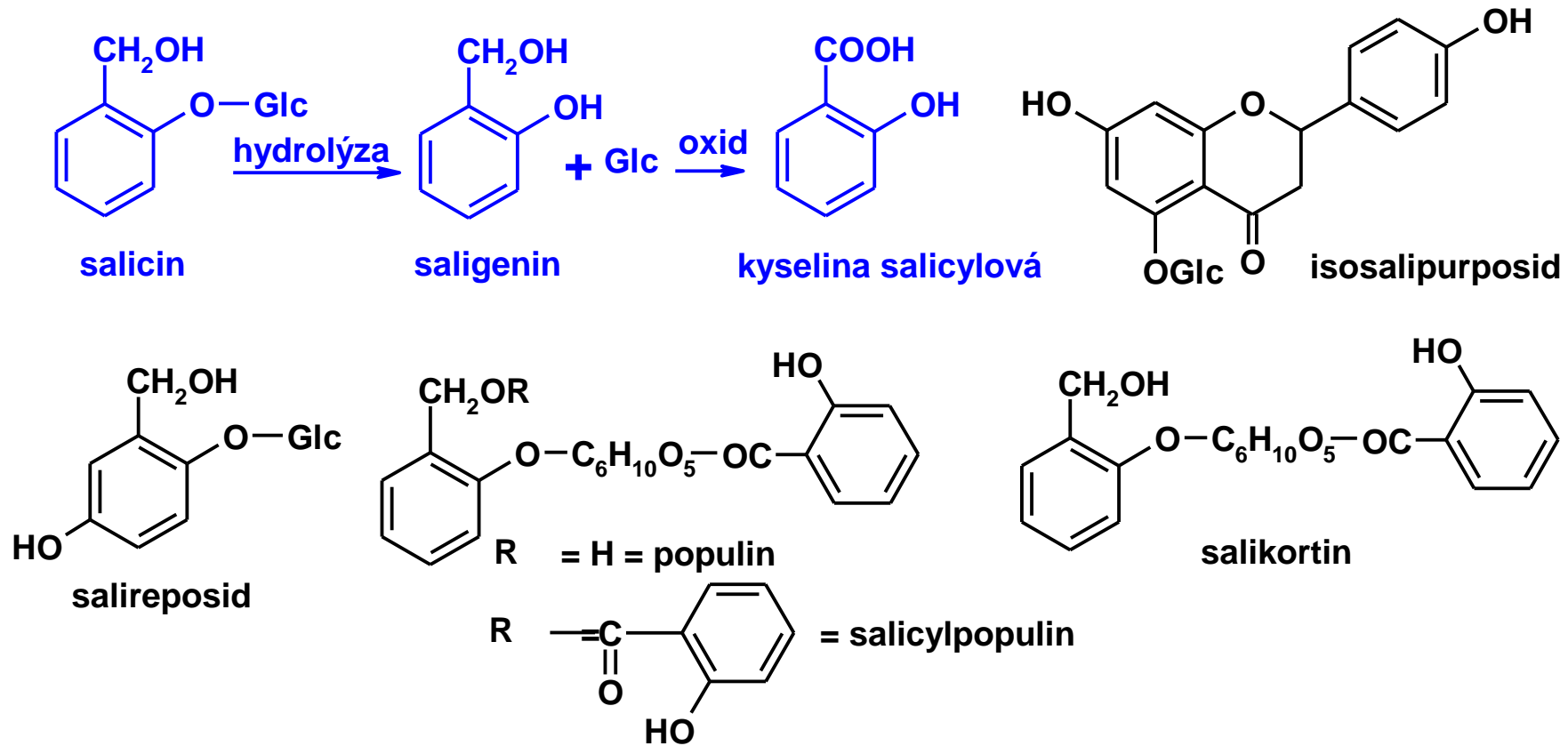
- nemoci z nachlazení, zánětlivá onemocnění, revmatické potíže

Použití zevní – adstringens

Individuální intolerance na salicyláty (kopřivka, spasmus bronchů)



SALICIS CORTEX – Vrbová kůra (ČL 2017)



UVAE URSI FOLIUM – Medvědicový list (ČL 2005)

Arctostaphylos uva-ursi – Medvědice lékařská (Ericaceae)

- vytrvalý dřevnatějící keřík lesů

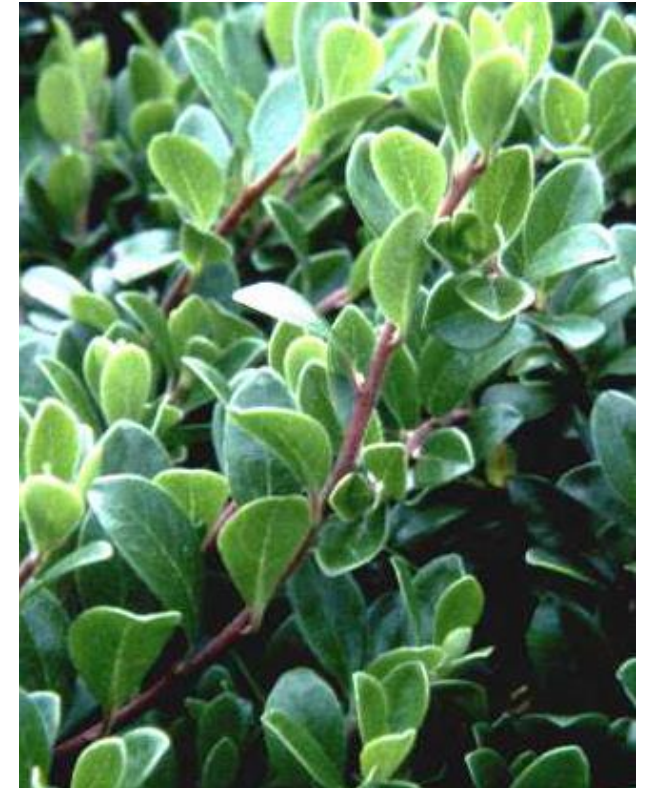
Droga

- celý nebo řezaný usušený list

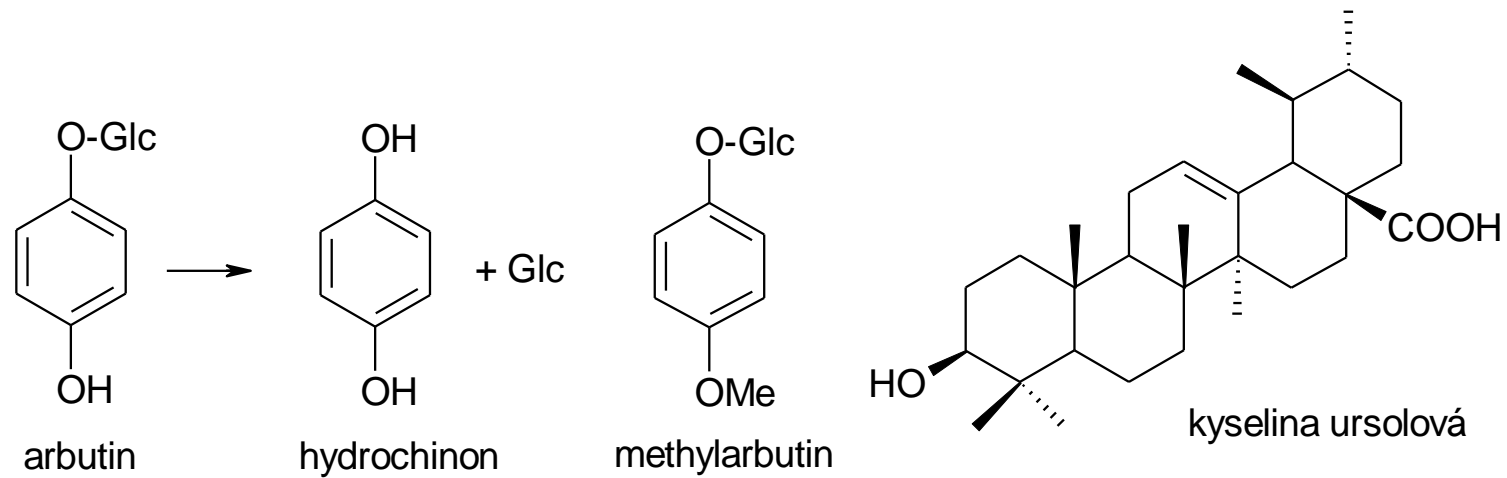
OL

- nejméně 7 % arbutinu (fenolové glykosidy arbutin a methylarbutin), triterpeny (kys. ursolová)

Použití: urinární desinficiens



UVAE URSI FOLIUM – Medvědicový list (ČL 2005)

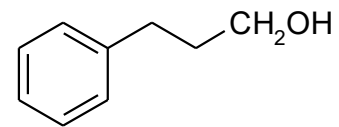


Ostatní drogy s obsahem arbutinu

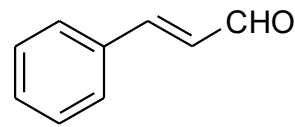
- MYRTILLI FOLIUM – borůvkový list, *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae)
- VITIS IDEAE FOLIUM – brusinkový list, *Vaccinium vitis-idaea* (Ericaceae)

FENYLPROPANOIDY

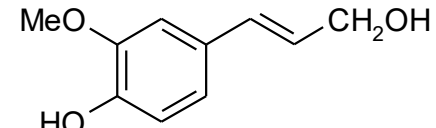
mají různé stupně oxidace tříuhlíkatého řetězce, liší se přítomností a polohou dvojné vazby na trojuhlíkatém řetězci a substitucí aromatického kruhu



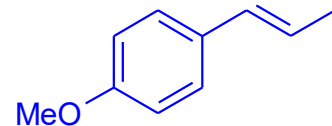
hydroxycinnamylalcohol



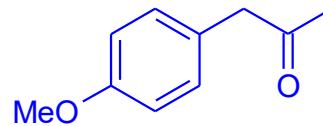
cinnamaldehyde



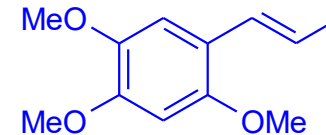
coniferylalcohol



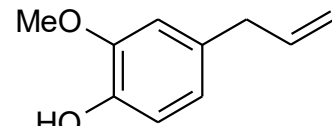
anethol



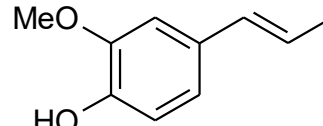
aniseketone



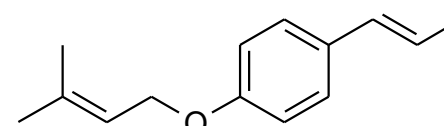
β -asarone



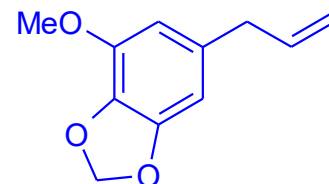
eugenol



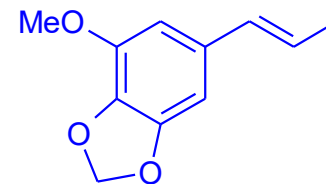
isoeugenol



foeniculin

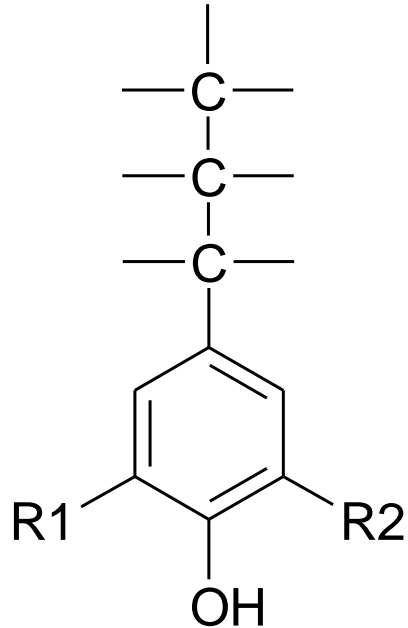


myristicine



isomyristicine

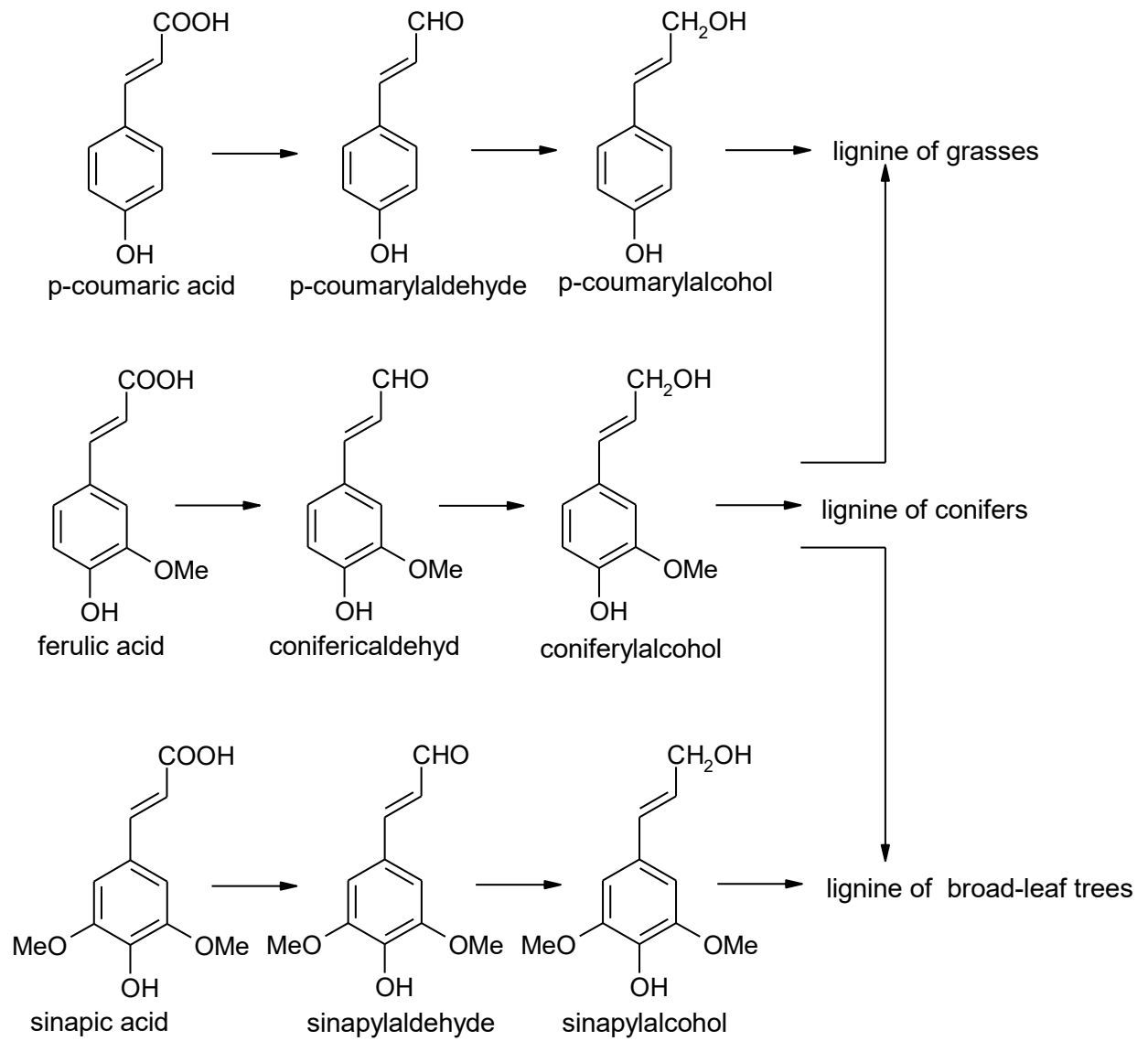
LIGNIN A LIGNANY



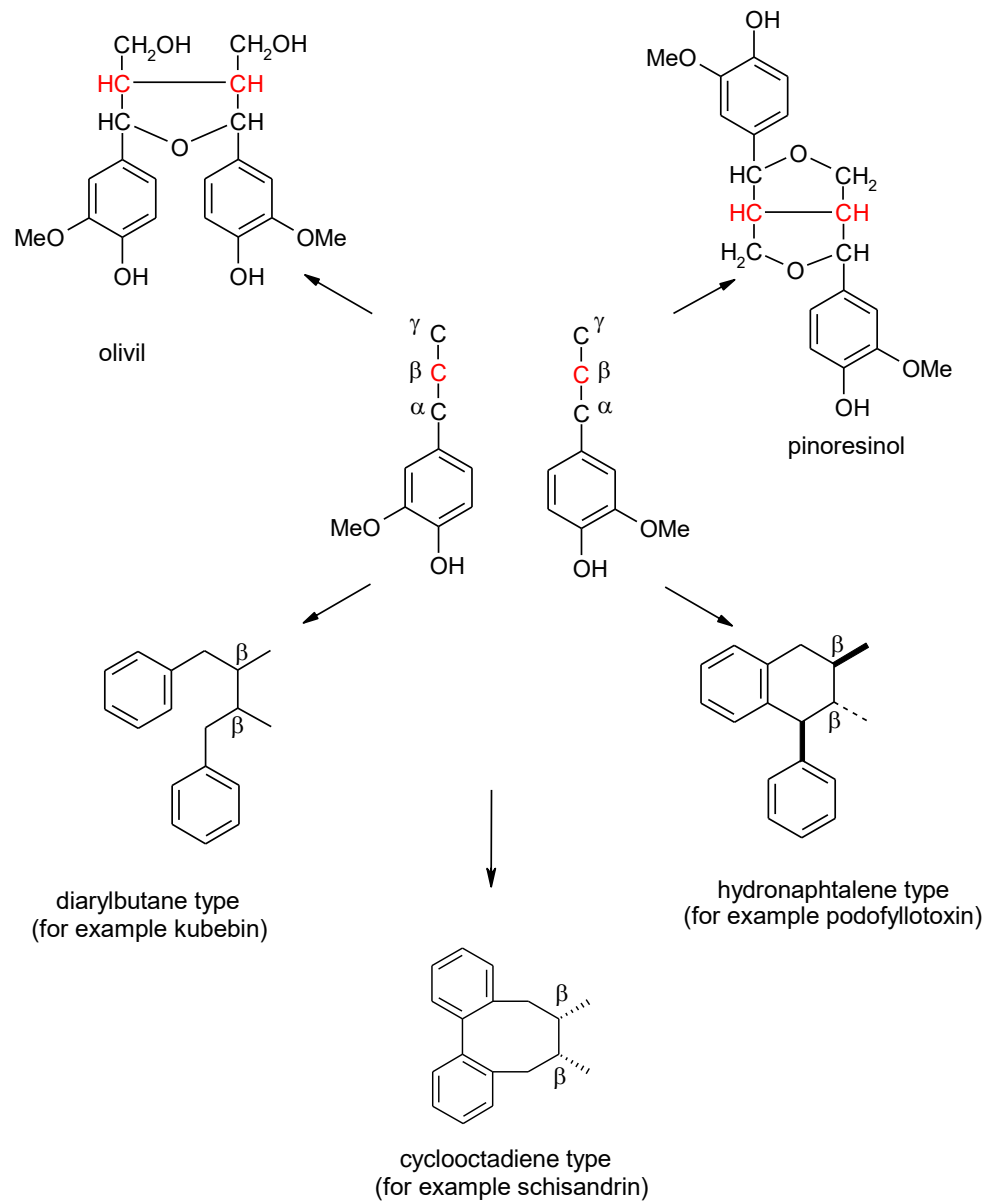
R1 = R2 -H, -OH, -OCH₃

- velmi rozšířené fenylypropanoidy
- **lignin** – nejrozšířenější polymerní fenolová sloučenina rostlinného původu
- tvoří se oxidativní dimerisací či polymerizací C6-C3 jednotek
- základní monomery mají vždy *p*-hydroxyfenylpropanoidní strukturu
 - *p*-kumarylalkohol
 - koniferylalkohol
 - sinapylalkohol

LIGNIN A JEHO TYPY



LIGNANY



- vznikají spojením dvou C6-C3 látek (fenylpropanů) přes β -uhlíkový atom (oxidativní dimery konyferylalkoholu)

SCHIZANDRAE FRUCTUS – Plod schizandry

Schizandra chinensis – Klanopraška čínská (Schizandraceae)

- plazivá bylina severní Číny

Droga

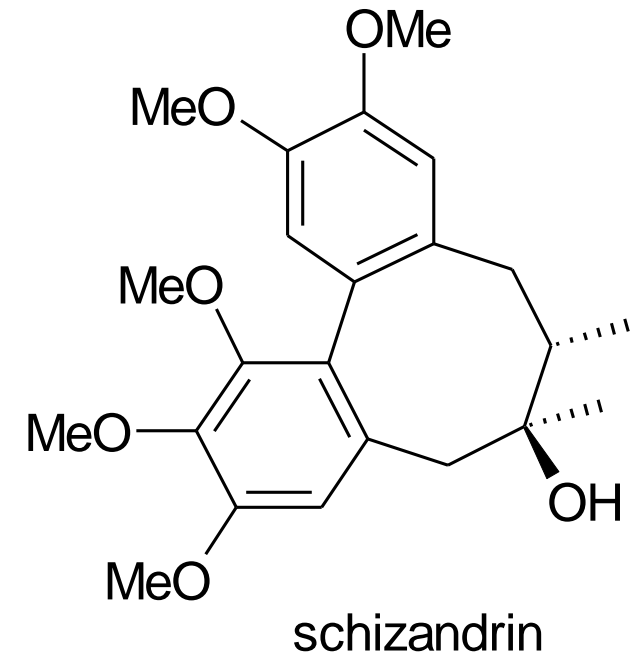
- usušené plody

OL

- sloučeniny lignanového typu (dosud popsáno cca 50, více než 30 má dibenzocyklooktadienovou strukturu)
- triterpeny, silice

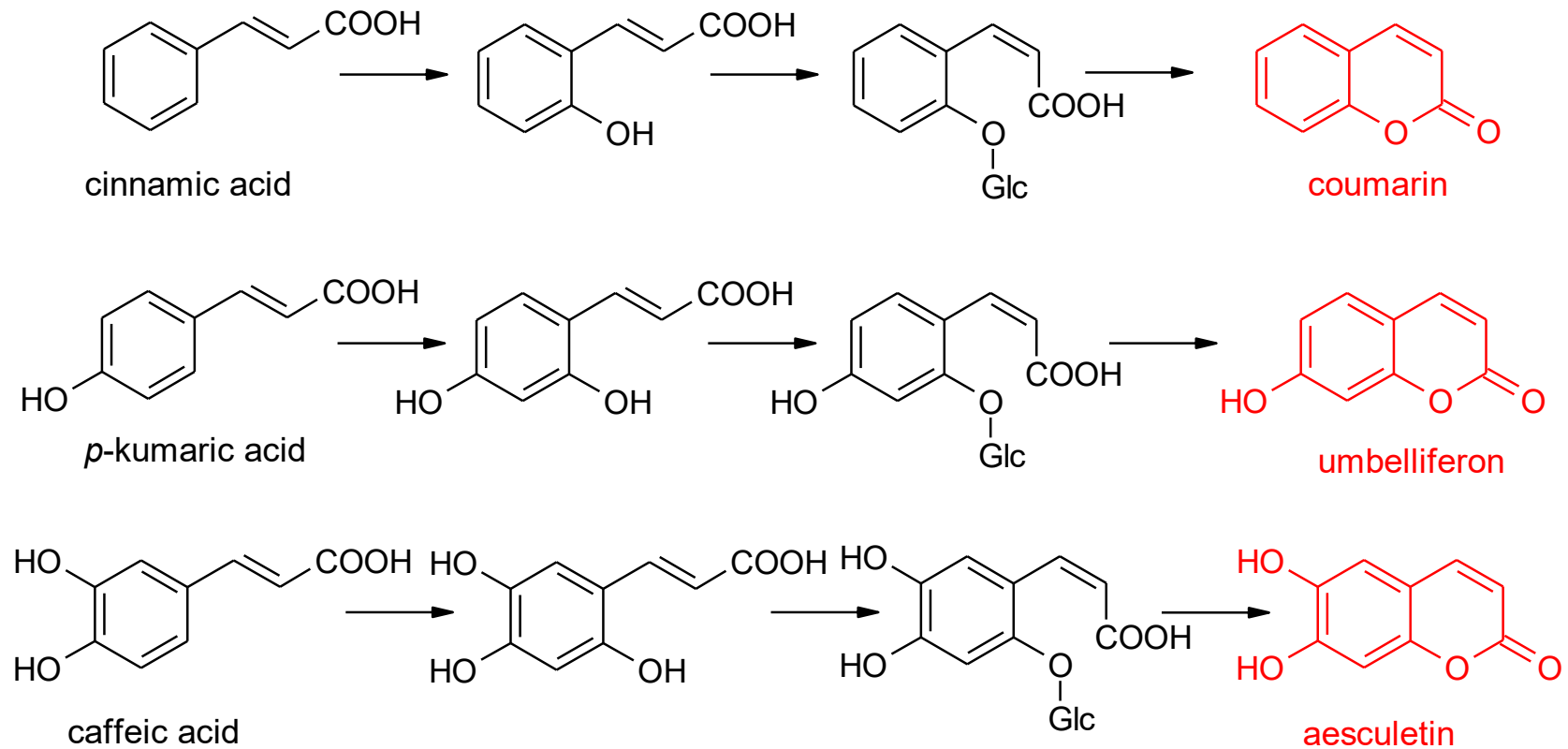
Použití

- součást geriatrických směsí, hepatoprotektivum



KUMARINY

Laktony kys. o-hydroxyskořicové, deriváty 2-benzopyronu (Fabaceae, Poaceae); charakteristická vůně

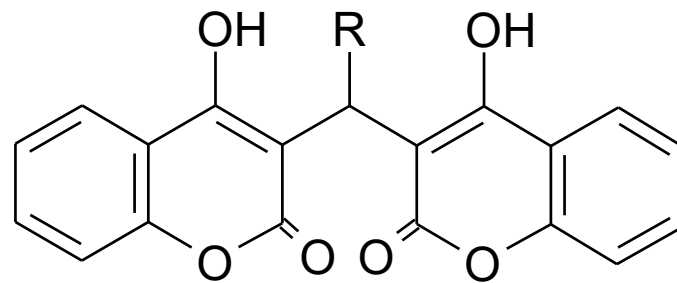


KUMARINY

- působí tlumivě na CNS, snižují teplotu
- účinky spasmolytické, sedativní, diuretické, antiseptické
- fototoxicita

DIKUMAROL

- zapaření sena, mikroorganismy → látka s antikoagulačními účinky (*Melilotus officinalis* – komonice lékařská)

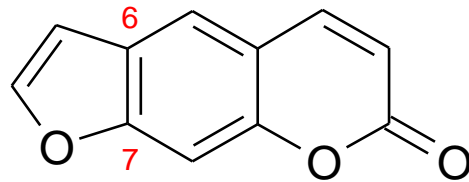


R = H = dicoumarol

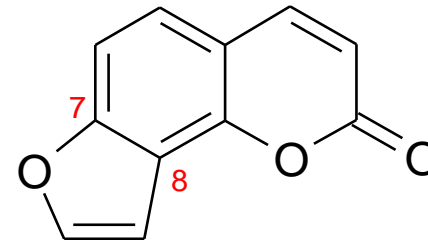
R = COOC₂H₅ = pelentan

FURANOKUMARINY

Obsahují navíc furanový kruh – furanokumariny lineární nebo angulární



psoralen



angelicin

Drogy s obsahem kumarinů

- LEVISTICI RADIX – Libečkový kořen, *Levisticum officinale* (Apiaceae)
- PETROSELINI RADIX – Petržel kadeřavá, *Petroselinum crispum* (Apiaceae)

PSORALENY

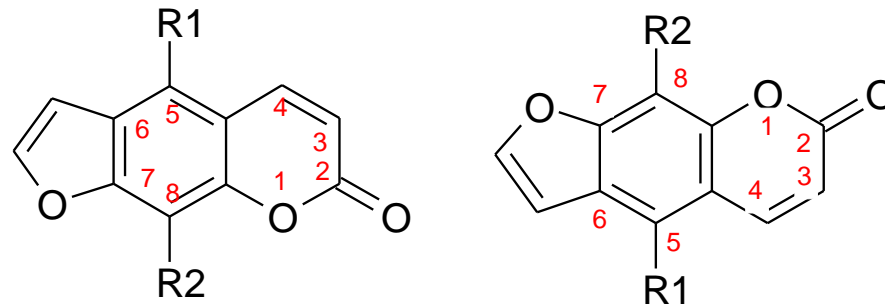
Rutaceae: *Citrus bergamia*

Apiaceae: *Apium graveolens*, *Ammi majus*

Fabaceae: *Psoralea corylifolia*

Moraceae: *Ficus*

Použití: fototerapie vitiliga



	R1	R2
Psoralene	H	H
Bergaptene	OCH ₃	H
Xanthotoxin	H	OCH ₃
Imperatorin	H	=CH ₂ -CH=(CH ₃) ₂

PETROSELINI RADIX – Petrželový kořen (ČL 1997)

Petroselinum crispum – Petržel kadeřavá (Apiaceae)

- dvouletá bylina s vřetenovitým kořenem, plodem je rozpadavá dvounažka

Droga

- usušený, vřetenovitý, napříč kroužkovaný kořen charakteristického aromatického zápachu

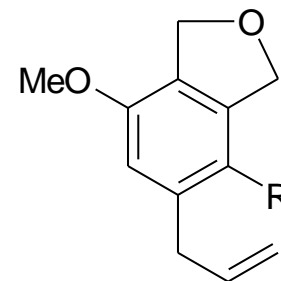
OL

- 0,1-0,3 % **silice** obsahující deriváty fenylypropanu, terpeny, flavonoidy, furanokumariny

Použití

- diuretikum, stomachikum, karminativum

Myristicin zvyšuje tonus uteru.



CARYOPHYLLI FLOS – Hřebíčkovcový květ (ČL 2005)
CARYOPHYLLI ETHEROLEUM – Hřebíčková silice (ČL 2005)

Syzygium aromaticum – Hřebíčkovec vonný (Myrtaceae)

- strom pěstovaný v tropech

Droga

- celé poupě sušené tak dlouho, dokud nezíská červeno-hnědou barvu

OL

- nejméně 150 ml silice / 1kg drogy, získává se destilací s vodní parou
- silice obsahující 70–85 % eugenolu, 10 % β -karyofylenu, alifatické a aromatické terpenoidy



CARYOPHYLLI FLOS – Hřebíčkovcový květ (ČL 2005)

CARYOPHYLLI ETHEROLEUM – Hřebíčková silice (ČL 2005)

EUGENOL

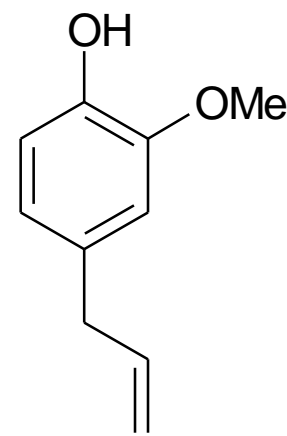
Použití

- topické přípravky pro ošetření malých poranění
- infekce dutiny ústní (ústní hygiena)
- koření (stomachikum, aromatikum)
- Indonésie – cigarety „KRETEK“
- kosmetika

EUGENOL, CARYOPHYLLI ETHEROLEUM

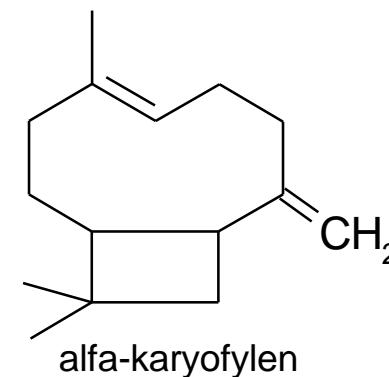
Ve stomatologii

- lokální anestetikum
- desinficiens



eugenol

4-allyl-2-methoxyfenol



$\text{CH}_3\text{-CO-C}_5\text{H}_{11}$
methyl-n-amylketon

$\text{CH}_3\text{-CO-C}_7\text{H}_{11}$
methyl-n-heptylketon

CINNAMONI CORTEX – Skořicovníková kůra (ČL 2009)

Cinnamomum zeylanicum – Skořicovník cejlonský (Lauraceae)

- strom udržovaný v kulturách v keřovité formě
- Cejlon, jižní Indie, Jamaica, Brazílie

Droga

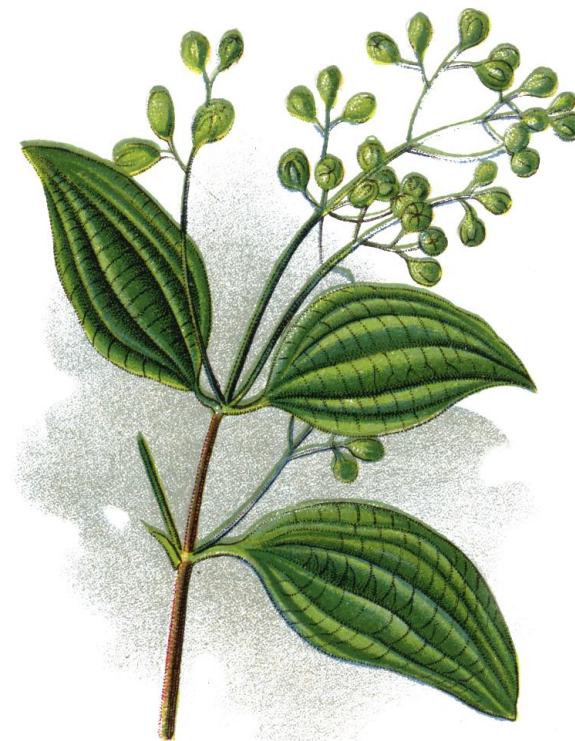
- usušená kůra zbavená zevní vrstvy korku a parenchymu kůry (loupaná kůra)

OL

- **silice**, třísloviny, škrob, sliz, manitol

Použití

- stomachikum
- korigens chuti a vůně, koření

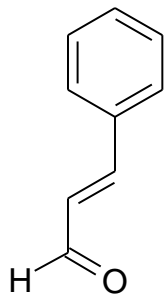


2.

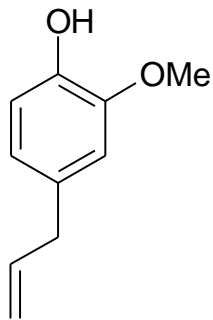
CINNAMOMI ZEYLANICI CORTICIS (FOLII) ETHEROLEUM

Silice kůry (listu) skořicovníku cejlonského (ČL 2009)

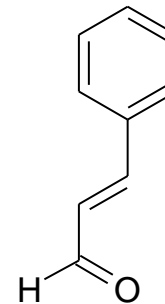
- silice získaná z kůry mladých větví (listů) destilací s vodní parou
- světle žlutá, časem červenající kapalina
- eugenol, karyofylen, skořicový aldehyd, linalol



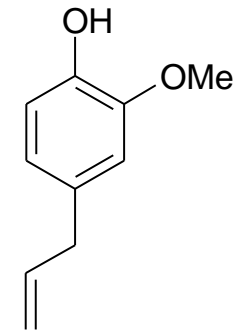
Skořicový aldehyd (60-75 %)



Eugenol (4-10 %)



Skořicový aldehyd (5-25 %)



Eugenol (70-90 %)

kůra

listy

CALAMI RHIZOMA – Puškvorcový oddenek

Acorus calamus L. – Puškvorec obecný (Araceae)

- vytrvalá bylina na březích vodních toků a bažinatých půd
- různé typy – diploidní, triploidní a tetraploidní, liší se množstvím a složením silic

Droga

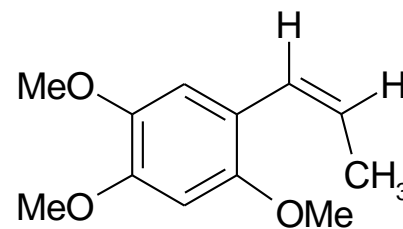
- na podzim sbíraný oddenek sušený do 35°C

OL

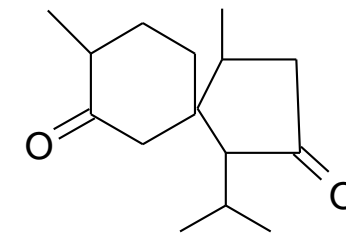
- **silice** (2–4 %), hořčiny, třísloviny

Použití

- stomachikum, aromatické amarum
- likérnictví, parfumerie



β-Asaron (sedativum, hypnotikum)



Acoron (hořčina)

CURCUMAE XANTHORRHIZAE RHIZOMA

Oddenek kurkumy žlutokořenné (ČL 2009)

Curcuma xanthorrhiza – kurkuma žlutokořenná (Zingiberaceae)

- vytrvalá bylina pěstovaná v Indii a na Jávě

Droga

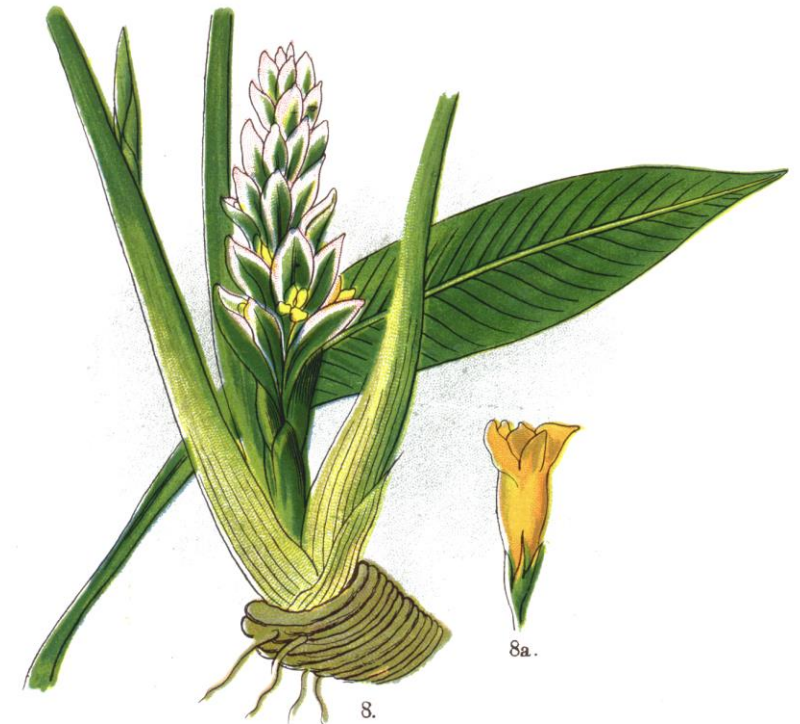
- usušené oddenky zbavené silné vrstvy krycího pletiva spařením vodou, nakrájené na plátky

OL

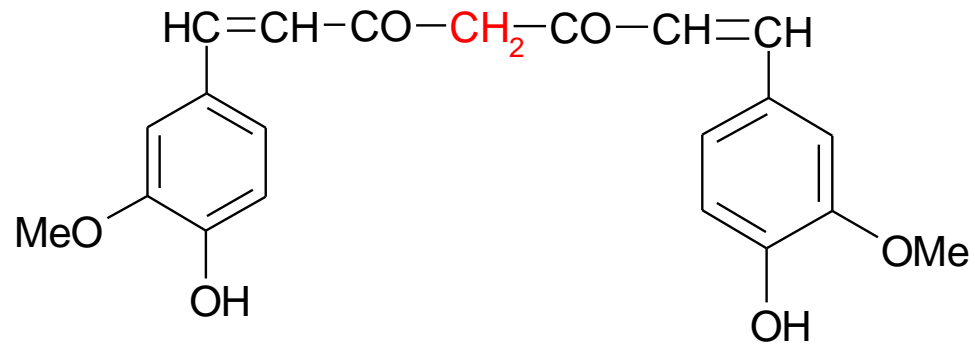
- silice – seskviterpeny (50 ml v 1 kg), dicinnamoylmethanové deriváty vyjádřené jako **kurkumin** (min. 1 %)

Použití

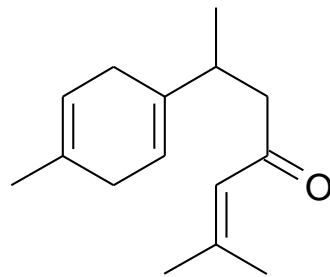
- choleretikum, cholekinetikum s antibakteriálními účinky
- koření, barvivo



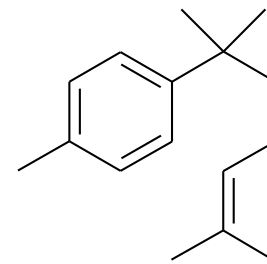
CURCUMAE XANTHORRHIZAE RHIZOMA



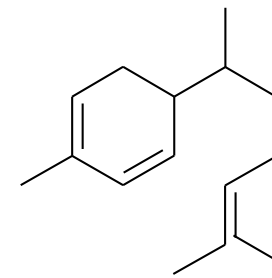
Kurkumin



Turmeron



Kurkumen



Zingiberen

POLYFENOLY

MELISSAE FOLIUM – Meduňkový list (ČL 2009)

Melissa officinalis L. – Meduňka lékařská (Lamiaceae)

- vytrvalá bylina s větvenou lodyhou
- bílé stopkaté květy v úžlabí listů
- pěstuje se ve státech střední a jižní Evropy

Droga

- usušený list sbíraný na začátku květu, charakteristický pach po citronu

OL

- polyfenoly (nejméně 4,0 % všech hydroxyskořicových derivátů, vyjádřeno jako kyselina rozmarýnová); silice, seskviterpeny

Účinky

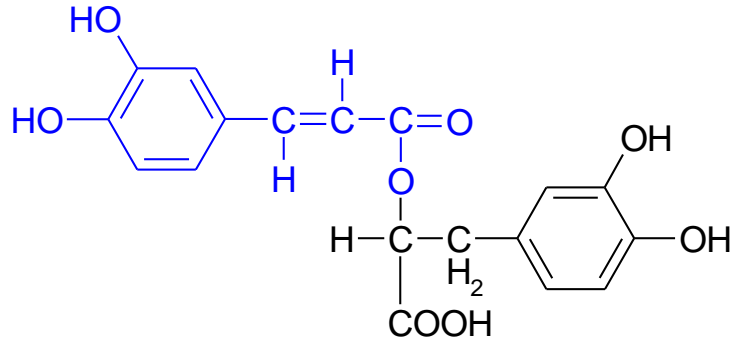
- mírně sedativní, spasmolytický, antiflogistický, antibakteriální



MELISSAE FOLIUM – Meduňkový list

Použití

- nejčastěji používaná droga do čajových směsí, užití při neurovegetativní dystonii, karminativum, vodný extrakt zevně k ošetření pokožky, kosmetika



Kyselina rozmarýnová
(depsid kyseliny kávové a
dihydro-hydroxykávové)

