proLékaře.cz | 11.1.2026



PŮVODNÍ PRÁCE

# Vplyv abiotickej elicitácie na produkciu sanguinarínu a aktivitu polyfenoloxidázy v suspenznej kultúre *Eschscholtzia californica* CHAM.

## Effect of abiotic elicitation on the sanguinarine production and polyphenol oxidase activity in the suspension culture of *Eschscholtzia californica* CHAM.

**František Bilka • Andrea Balažová • Andrea Bilková • Ivana Holková**

Došlo 8. dubna 2013 / Přijato 9. května 2013

**Súhrn**

Elicitácia rastlinných *in vitro* kultúr predstavuje biotechnologický nástroj na zvýšenie produkcie sekundárnych metabolitov. V tejto práci bol sledovaný vplyv elicitácie dusičnanom strieborným a chloridom kademnatým na produkciu sanguinarínu suspenznou kultúrou slncovky kalifornskej. Elicitory boli ku kultúram pridané na 14. deň subkultivácie a ich vplyv na tvorbu sanguinarínu bol vyhodnotený po 48 h pôsobení. $AgNO_3$ v koncentrácii 0,075 mmol.l$^{-1}$ a $CdCl_2$ v koncentrácii 4 mmol.l$^{-1}$ indukovali približne 5,2-, resp. 5,6-násobné zvýšenie tvorby sanguinarínu. Toto zvýšenie pravdepodobne predstavuje maximálny nárast, pretože zvýšenie koncentrácie elicitorov už k ďalšiemu nárastu produkcie sanguinarínu neviedlo. Použitie obidvoch elicitorov viedlo k zvýšeniu špecifickej aktivity polyfenoloxidázy. Polyfenoloxidáza je pravdepodobne zapojená do biosyntézy sanguinarínu na úrovni tvorby dopamínu, ktorý je prekurzorom S-norkoklaurínu, prvého intermediátu s benzylizochinolínovou štruktúrou.

**Kľúčové slová:** *Eschscholtzia californica* CHAM. • suspenzné kultúry • abiotická elicitácia • sanguinarín • polyfenoloxidáza

**Summary**

Elicitation of plant *in vitro* cultures represents a biotechnological tool to improve the production of secondary metabolites. In this study, the effect of $AgNO_3$ and $CdCl_2$ on the sanguinarine production by the suspension culture of *Eschscholtzia californica* CHAM. was investigated. Elicitors were added to the cultures at the 14$^{th}$ day of subcultivation and their effect on the sanguinarine production was evaluated after a 48 h exposure. $AgNO_3$ at the concentration of 0.075 mmol.l$^{-1}$ and $CdCl_2$ at the concentration of 4 mmol.l$^{-1}$ induced a ca. 5.2- and 5.6-multiple increase in sanguinarine synthesis, respectively. This amount represents probably the maximal production, because a further increase in the elicitors concentrations did not increase sanguinarine production. Both abiotic elicitors induced a polyphenol oxidase specific activity increase. Polyphenol oxidase is probably involved in the biosynthesis of sanguinarine at the level of dopamine formation. Dopamine is a precursor of (S)-norcoclaurine, the first intermediate with the benzylisoquinoline structure.

**Keywords:** *Eschscholtzia californica* CHAM. • suspension cultures • abiotic elicitation • sanguinarine • polyphenol oxidase

### Úvod

Slncovka kalifornská (*Eschscholtzia californica* CHAM.) patrí do čeľade *Papaveraceae*. Rastliny tejto čeľade sa vyznačujú schopnosťou tvorby benzylizochinolínových alkaloidov, a preto sú zaujímavé pre farmaceutický priemysel i výskum. Slncovka kalifornská produkuje alkaloidy benzofenantridínového typu, z ktorých pre antimikróbny, protizápalový a cytotoxický účinok sa pre farmáciu zdá byť najperspektívnejším sanguinarín[1, 2]. K opatrnosti v používaní sanguinarínu v praxi viedli výsledky Hakima a kol.[3], ktorí predpokladali, že sanguinarín sa metabolizuje na toxický benzo[c]akridín. Nov-

RNDr. František Bilka, PhD. (✉) • Andrea Balažová • Andrea Bilková • Ivana Holková
Univerzita Komenského v Bratislave, Farmaceutická fakulta
Katedra bunkovej a molekulárnej biológie liečiv
Kalinčiakova 8, 832 32 Bratislava, SR
e-mail: bilka@fpharm.uniba.sk

proLékaře.cz | 11.1.2026



šie práce však metabolizáciu sanguinarínu cez benzo[c]akridín nepotvrdili[1, 4], a tým ho v podstate „rehabilitovali“. Je pravdepodobné, že prípadné riziká použitia sanguinarínu ako liečiva budú prehodnotené a postupne si sanguinarín nájde širšie uplatnenie v praxi. Požiadavku jeho prípravy vo veľkých množstvách môže splniť produkcia *in vitro* kultúrami slncovky kalifornskej. Spomedzi kultúr rastlín čeľade *Papaveraceae* sa práve slncovka ukazuje ako najvýkonnejší producent sanguinarínu[5]. Využitie bunkových kultúr na produkciu sekundárnych metabolitov má všeobecne rad výhod: Produkcia prebieha riadene, bez vplyvov počasia a ročného obdobia, vylúčené sú biologické vplyvy (mikroorganizmy, hmyz a pod.), selekciou je možné dosiahnuť vyššiu produkciu, proces možno automatizovať, a tak dosiahnuť kontinuálnu produkciu[6–8]. Dosiahnuť vyššiu produkciu sekundárnych metabolitov *in vitro* kultúrami rastlín umožňuje elicitácia vychádzajúca z faktu, že akumulácia sekundárnych látok v rastlinách je súčasťou ich obrannej reakcie voči patogénom alebo vplyvom prostredia[9]. Slncovka kalifornská a *in vitro* kultúry z nej odvodené sú tiež vhodným objektom pri štúdiu enzýmov, zúčastňujúcich sa biosyntézy alkaloidov benzofenantridínového typu.

## Pokusná časť

### *Príprava a kultivácia suspenzných kultúr slncovky kalifornskej*

Kalusové kultúry sme odvodili zo stonkových častí vyklíčených klíčencov slncovky kalifornskej. Semená sme opláchli 70% etanolom a následne 15% roztokom prípravku Savo (20 min). Po viacnásobnom opláchnutí sterilizovanou redestilovanou vodou sme semená umiestnili na agarovú živnú pôdu podľa Murashigeho a Skooga (MS pôda)[10]. Po dosiahnutí primeranej veľkosti sme stonkovú časť klíčencov narezali na cca 5 mm rezky, ktoré sme použili na odvodenie kalusu. Tvorbu kalusov sme indukovali kultiváciou na MS pôde obohatenej o kinetín (0,3 mg.l$^{-1}$) a kyselinu α-naftyloctovú (2,0 mg.l$^{-1}$).

Suspenzné kultúry sme pripravili z kalusových kultúr, ktoré sme za aseptických podmienok preniesli do Erlenmayerovych baniek s 50 ml tekutej živnej MS pôdy s kinetínom a kyselinou α-naftyloctovou. Kultiváciu sme realizovali za stáleho premiešavania na rotačnej trepačke (150 kmitov.min$^{-1}$), pri teplote 24–26 °C, relatívnej vlhkosti 75–80 % a difúznom osvetlení. Pasážovanie sme vykonávali po troch týždňoch kultivácie.

### *Elicitácia suspenzných kultúr dusičnanom strieborným a chloridom kademnatým*

Na elicitáciu sme použili suspenzné kultúry v 14. dni subkultivácie (7. pasáž od prevodu na suspenznú kultúru). Dusičnan strieborný sme použili vo výsledných koncentráciách Ag1 = 0,015 mmol.l$^{-1}$; Ag2 = 0,075 mmol.l$^{-1}$ a Ag3 = 0,150 mmol.l$^{-1}$. Chlorid kademnatý sme použili v koncentráciách Cd1 = 2 mmol.l$^{-1}$; Cd2 = 4 mmol.l$^{-1}$ a Cd3 = 8 mmol.l$^{-1}$. Po 48 h od pridania elicitorov sme filtráciou oddelili samotnú čerstvú hmotu kultúry a živnú pôdu. Z každej kultúry sme 1 g použili na prípravu sušiny.

### *Stanovenie obsahu sanguinarínu*

Sanguinarín sme zo suspenzných kultúr a živných pôd izolovali a identifikovali postupom podľa Bilkovej a kol.[11]. Kvantitatívne stanovenie sanguinarínu spektrofluorimetrickou metódou sme uskutočnili podľa Balažovej a kol.[12]. Množstvo vyprodukovaného sanguinarínu sme prepočítali na 1 g sušiny, resp. sanguinarín uvoľnený do prostredia sme vztiahli na celý objem prefiltrovanej živnej pôdy.

### *Príprava vzoriek na stanovenie aktivity polyfenoloxidázy (PPO)*

Zo suspenzných kultúr sme odobrali vzorky o objeme cca 5 ml. Po krátkej centrifugácii (1000 g; 2 min) a odobratí supernatantu (živná pôda) sme usadené bunky zhomogenizovali v trecej miske v prítomnosti 2,5 ml fosforečnanového tlmivého roztoku (50 mmol.l$^{-1}$; pH 6,5) s prídavkom 1% Tritonu X-100. Po prenesení homogenátu do skúmavky sme vzorku opakovane zmrazili (–20 °C) a rozmrazili a vystavili na 30 s pôsobeniu ultrazvuku. Supernatant, získaný po 15 min centrifugácii pri 12 000g (4 °C), sme použili ako hrubý enzýmový roztok.

### *Stanovenie aktivity polyfenoloxidázy*

Aktivitu PPO sme vo vzorkách stanovili spektrofotometricky pri 475 nm. Substráty (dopamín, dihydroxyfenylalanín, pyrokatechol, tyrozín, tyramín) sme použili v koncentrácii 2 mmol.l$^{-1}$. Jednotku enzýmovej aktivity (1 U) sme definovali ako zmenu absorbancie o 1,0 za min[13, 14]. Michaelisove konštanty sme stanovili podľa Lineweavera a Burka[15] za použitia substrátov v rozsahu koncentrácií od 0,5 do 10 mmol.l$^{-1}$. Špecifické aktivity sme vypočítali po stanovení bielkovín podľa Bradfordovej[16].

### *Purifikácia polyfenoloxidázy*

Na purifikáciu PPO sme použili iónovýmennú chromatografiu. Na stĺpec DEAE-sefarózy (12 cm × priemer 15 mm) sme naniesli 2 ml hrubého enzýmového roztoku, získaného po zlúčení enzýmových roztokov, pripravených z kontrolných vzoriek. Po vsiaknutí vzorky sme stĺpec premývali fosforečnanovými tlmivými roztokmi (50 mmol.l$^{-1}$; pH 6,5; rýchlosť prietoku cca 25 ml.h$^{-1}$) s postupne sa zvyšujúcimi koncentráciami NaCl (0; 0,25; 0,5; 0,75 a 1 mmol.l$^{-1}$). Prítomnosť bielkovín v zachytených frakciách sme monitorovali meraním absorbancie pri 280 nm.

## Výsledky a diskusia

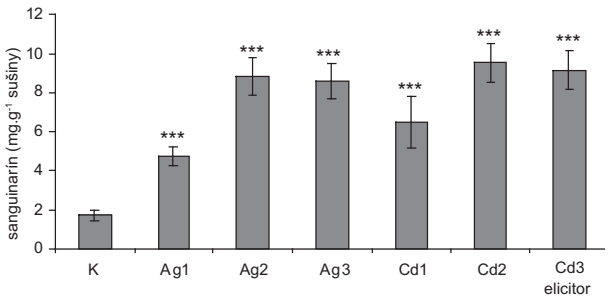
Stimulácia biotickými elicitormi (najčastejšie hydrolyzátmi fytopatogénnych húb) vedie k výraznému zvýšeniu tvorby sekundárnych metabolitov, tvorených danou rastlinnou *in vitro* kultúrou. Príprava biotického elicitora je však pomerne komplikovaná a časovo náročná [5, 12]. Preto sme v tejto práci otestovali možnosť zvýšenia produkcie sanguinarínu kultúrami slncovky kalifornskej použitím dvoch anorganických solí, dusičnanu strieborného a chloridu kademnatého. Tieto abiotické elicitory sme použili v podobných koncentráciách, ako Tůmová a Polívková[17], ktoré $AgNO_3$ použili na zvýšenie produk-

proLékaře.cz | 11.1.2026



cie flavonoidov kultúrou *Ononis arvensis*; resp. Siatka a kol. $CdCl_2$ na stimuláciu tvorby kumarínov v suspenznej kultúre *Angelica archangelica*[18]. Dusičnan strieborný a chlorid kademnatý sme pridali k suspenzným kultúram v 14. deň subkultivácie. Množstvo sanguinarínu sme v kultúrach stanovili 48 h po pridaní elicitorov, kedy podľa prác[11] a[19] hladiny sanguinarínu v elicitovaných kultúrach kulminujú. Produkciu sanguinarínu sme prepočítali na 1 g sušiny (obr. 1), pričom priemerné množstvo sušiny, získané v skupine neelicitovaných kultúr bolo 0,533 ± 0,076 g; v skupinách Ag1 až Ag3 0,545 ± 0,089 g; 0,492 ± 0,094 g a 0,487 ± 0,097 g; v skupinách Cd1 až Cd3 0,451 ± 0,041 g; 0,447 ± 0,074 g a 0,433 ± 0,081 g. Množstvo sušiny získané v kultúrach elicitovaných chloridom kademnatým sa zdá byť nižšie v porovnaní s ostatnými skupinami, avšak po vyhodnotení Studentovym nepárovým t-testom v programe STABEX/EXCEL sa tento rozdiel ukázal nesignifikantným. Znamená to, že kultúry slncovky kalifornskej sú pomerne odolné voči toxickému pôsobeniu kademnatých iónov – u suspenznej kultúry *Angelica archangelica* Siatka a spol.[18] pozorovali pokles čerstvej i suchej hmotnosti už pri koncentrácii 50 $\mu mol.l^{-1}$.

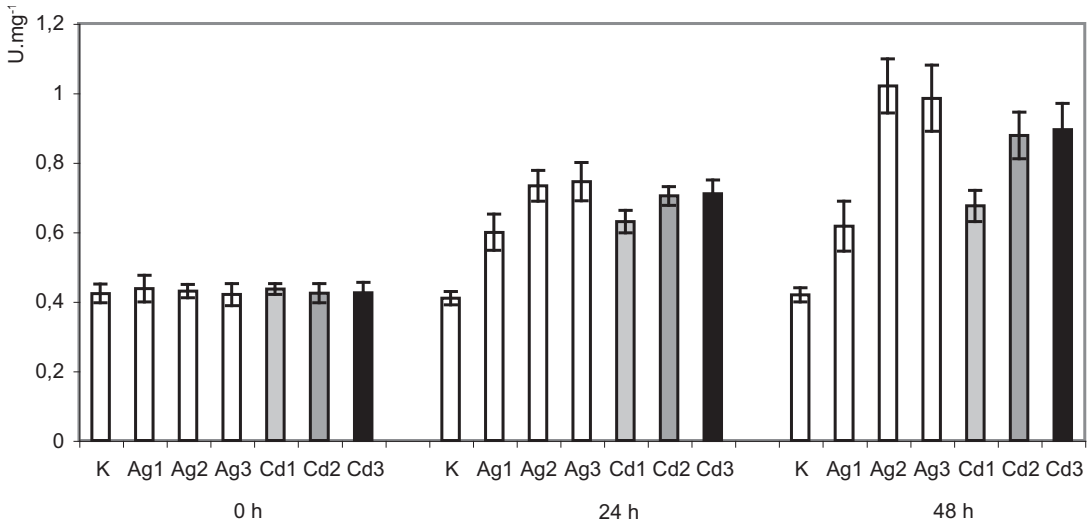
Obidva testované elicitory spôsobili výrazné zvýšenie syntézy sanguinarínu – vo vyšších koncentráciách bol tento nárast u oboch látok vyše päťnásobný (obr. 1). Chlorid kademnatý bol v koncentrácii 1 $mmol.l^{-1}$ použitý na elicitáciu suspenznej kultúry maku siateho, avšak tvorba sanguinarínu sa zvýšila iba 2,3-násobne[20]. Ukázalo sa teda, že ani použitie štvor- a osemnásobne vyššej koncentrácie $CdCl_2$ nemá toxický účinok na suspenzné kultúry, čo dokumentuje aj získané množstvo sušiny, ktoré sa signifikantne nelíši od neelicitovaných kultúr, ako aj množstvo sanguinarínu, uvoľneného do média (v kontrolných vzorkách 4,60 ± 0,32 µg; vo vzorkách Cd2 a Cd3 4,71 ± 0,51 µg, resp. 4,78 ± 0,49). Zvýšené uvoľňovanie sanguinarínu do média by naznačovalo zmeny v permeabilite membrán, resp. vo fyziológii bunkových kultúr. Použitie




*Obr. 1. Obsah sanguinarínu v sušine suspenzných kultúr slncovky kalifornskej K = neelicitované vzorky; Ag = vzorky elicitované dusičnanom strieborným vo výsledných koncentráciách: Ag1 = 0,015 $mmol.l^{-1}$; Ag2 = 0,075 $mmol.l^{-1}$ a Ag3 = 0,150 $mmol.l^{-1}$. Cd = vzorky elicitované chloridom kademnatým vo výsledných koncentráciách Cd1 = 2 $mmol.l^{-1}$; Cd2 = 4 $mmol.l^{-1}$ a Cd3 = 8 $mmol.l^{-1}$. (Hodnoty sú priemery ± štandardné odchýlky z piatich paralelných vzoriek.)*
*Štatistické vyhodnotenie v porovnaní s kontrolnými vzorkami: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$).*

elicitorov v koncentráciách Ag3 a Cd3 už nevedie k zvýšeniu produkcie sanguinarínu v porovnaní s koncentráciami Ag2 a Cd2, skôr naznačuje mierny pokles, čo môže znamenať, že biosyntetická dráha je saturovaná a ďalšie zvyšovanie koncentrácie elicitora z hľadiska zvýšenia produkcie sanguinarínu nemá zmysel.

Slncovka kalifornská je rastlinou, ktorá sa využíva aj pri štúdiu enzýmov, zapojených do biosyntézy benzylizochinolínových, resp. benzofenantridínových alkaloidov. V roku 2000 Villegas a kol.[19] publikovali prácu, v ktorej bola sledovaná korelácia medzi zvýšenou tvorbou benzofenantridínových alkaloidov a zvýšenou aktivitou tyrozíndekarboxylázy v kultúrach, elicitovaných vanadičnanom sodným. Elicitáciou indukované zvýšenie aktivity, resp. expresie pozorovali Hwa-Young a kol.[21] aj u ďalších enzýmov, zapojených do tvorby benzylizochinolínov. Jedná sa konkrétne o (*S*)-norkoklaurín-6-*O*-methyltransferázu, (*S*)-koklaurín-N-methyl-

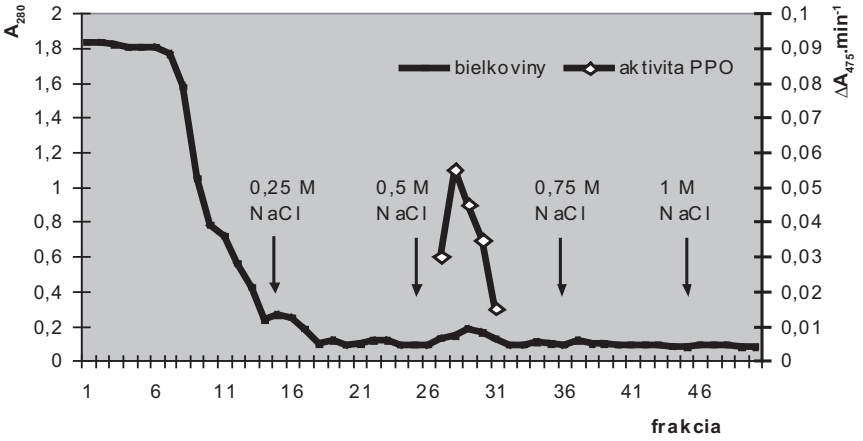



*Obr. 2: Vplyv abiotickej elicitácie na špecifickú aktivitu polyfenoloxidázy*
*Vzorky boli odobraté pred pridaním elicitorov (čas 0) a v časoch 24 h a 48 h po pridaní elicitorov. K = neelicitované vzorky; Ag = vzorky elicitované dusičnanom strieborným vo výsledných koncentráciách: Ag1 = 0,015 $mmol.l^{-1}$; Ag2 = 0,075 $mmol.l^{-1}$ a Ag3 = 0,150 $mmol.l^{-1}$. Cd = vzorky elicitované chloridom kademnatým vo výsledných koncentráciách Cd1 = 2 $mmol.l^{-1}$; Cd2 = 4 $mmol.l^{-1}$ a Cd3 = 8 $mmol.l^{-1}$. Substrát: dopamín vo výslednej koncentrácii 2 $mmol.l^{-1}$. (Hodnoty sú priemery ± štandardné odchýlky z piatich paralelných vzoriek).*

proLékaře.cz | 11.1.2026



transferázu, 3´-hydroxy-(*S*)-N-methylkoklaurín-4´-*O*-methyltransferázu, berberín-premosťujúci enzým a dihydrobenzofenantridínoxidázu. V našej práci sme sa zamerali na sledovanie aktivity polyfenoloxidázy. Všeobecne sú rastlinné polyfenoloxidázy považované za enzýmy, zapojené do obranných mechanizmov. V intaktných rastlinách sú zodpovedné napr. za zacelenie rán – po poranení rastliny sa polyfenoloxidáza lokalizovaná v chloroplastoch dostane do kontaktu so substrátmi lokalizovanými vo vakuolách. Tento kontakt umožňuje vznik polyfenolov a od nich odvodených chinónov, ktoré sa spolupodieľajú na zacelení rany a zabránení vzniku sekundárnych infekcií[22]. U rastlín, ktoré produkujú benzylizochinolínové alkaloidy, je polyfenoloxidáza pravdepodobne zapojená do premeny tyramínu na dopamín. Zatiaľ nebol identifikovaný špecifický enzým, ktorý by katalyzoval túto reakciu. Dopamín ako aminokondenzačná jednotka následne reaguje so 4-hydroxyfenylacetaldehydom za tvorby norkoklaurínu, ktorý je prvým medziproduktom s benzylizochinolínovou štruktúrou[23]. Kultúry slncovky kalifornskej zareagovali na oba testované stresory zvýšením aktivity polyfenoloxidázy (obr. 2). Pri použití najnižších koncentrácií oboch stresorov (vzorky Ag1 a Cd1) sme v 24. h pozorovali zvýšenie špecifickej aktivity o 37 %, resp. 44 %; v 48. h je naznačený mierny nárast o ďalšie 3 %, resp. 7 %, avšak po štatistickom vyhodnotení sa tieto zvýšenia ukázali ako nesignifikantné. Použitie stresorov vo vyšších koncentráciách malo za následok výrazné zvýšenie špecifických aktivít PPO v oboch sledovaných časoch. Maximálny nárast aktivity sme zaznamenali vo vzorkách Ag2. Po 48 h pôsobenia stresora došlo k zvýšeniu aktivity oproti času 0 o 137 %. Toto zvýšenie aktivity pravdepodobne predstavuje hranicu, po ktorú je možné aktivitu PPO abiotickou elicitáciou zvýšiť, pretože pri najvyšších koncentráciách oboch stresorov sme nezaznamenali vyššie aktivity PPO.




*Obr. 3: Purifikácia polyfenoloxidázy zo suspenzných kultúr slncovky kalifornskej na stĺpci DEAE-sefarózy*
*Elúcia fosforečnanovými tlmivými roztokmi (50 mmol.l$^{-1}$; pH 6,5) s postupne sa zvyšujúcimi koncentráciami NaCl (0; 0,25; 0,5; 0,75 a 1 mmol.l$^{-1}$). Stĺpec: 12 cm × priemer 15 mm; rýchlosť prietoku cca 25 ml.h$^{-1}$. Prítomnosť bielkovín v zachytených 2,5 ml frakciách monitorovaná meraním absorbancie pri 280 nm ($A_{280}$); aktivita PPO meraná spektrofotometricky pri 475 nm ($A_{475}$.min$^{-1}$). Substrát: dopamín vo výslednej koncentrácii 2 mmol.l$^{-1}$*

Iónovýmennou chromatografiou (obr. 3) sme v najprečistenejšej frakcii dosiahli 42-násobné zvýšenie špecifickej aktivity PPO (z 0,54 U.mg$^{-1}$ bielkovín v hrubom homogenáte na 22,7 U.mg$^{-1}$ vo frakcii č. 29). Prečistenú PPO sme použili na štúdium substrátovej špecifity. Ak aktivitu PPO 22,7 U.mg$^{-1}$ so substrátom dopamínom považujeme za 100%, aktivita s dihydroxyfenylalanínom (14,5 U.mg$^{-1}$) predstavuje 64 %, s pyrokatecholom (12,9 U.mg$^{-1}$) 57 % a s tyramínom (3,2 U.mg$^{-1}$) 14%. Aktivita PPO s tyrozínom bola veľmi nízka (0,35 U.mg$^{-1}$) a predstavovala zhruba 1,5 % aktivity s dopamínom. Michaelisove konštanty, vypočítané podľa Lineweavera a Burka klesali v tomto poradí: pyrokatechol 15,8 mmol.l$^{-1}$, tyrozín 14,2 mmol.l$^{-1}$, dihydroxyfenylalanín 12,6 mmol.l$^{-1}$, tyramín 9,8 mmol.l$^{-1}$, dopamín 9,4 mmol.l$^{-1}$.

**Stret záujmov:** žiadny.

## Literatúra

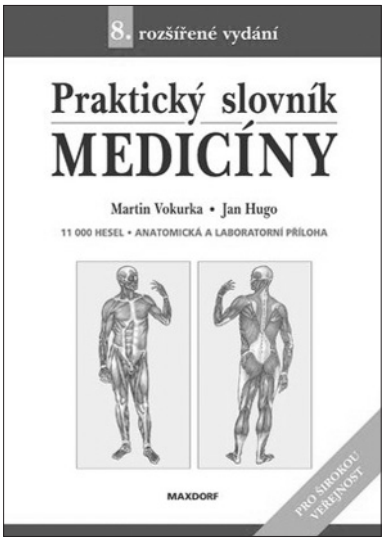

1. **Zdařilová A., Malíková J., Dvořák Z., Ulrichová J., Šimánek V.** Kvartérní isochinolinové alkaloidy sanguinarin a chelerythrin. Účinky *in vitro* a *in vivo*. Chem. Listy 2006; 100, 30–41.
2. **Bilková A., Bilka F., Kiňová Sepová H., Balažová A.** Testovanie potenciálne probiotických laktobacilov pre použitie vo výživových doplnkoch. Čes. slov. Farm. 2013; 62, 40–45.
3. **Hakim S. A. E., Mijovič V., Walker J.** Experimental transmission of sanguinarine in milk detection of a metabolic product. Nature 1961; 189, 201.
4. **Dvořák Z., Šimánek V.** Metabolism of sanguinarine: The facts and the myths. Current Drug Metabolism 2007; 8, 173–176.
5. **Bilka F., Balažová A., Bilková A., Holková I.** Porovnanie produkcie sanguinarínu suspenznými kultúrami rastlín čeľade *Papaveraceae*. Čes. slov. Farm. 2012; 61, 267–270.
6. **Sikyta B., Dušek, J.** Biotechnologie pro farmaceuty. 3. vyd. Praha: Univerzita Karlova – Nakladatelství Karolinum 2001; 125 s.
7. **Collin H. A.** Secondary product formation in plant tissue cultures. Plant Growth Reg. 2001; 34, 119–134.
8. **Verpoorte R., Contin A., Memelink J.** Biotecnology for the production of plant secondary metabolites. Phytochemistry Rev. 2002; 1, 13–25.
9. **Radman R., Saez T., Bucke C., Keshavarz T.** Elicitation of plants and microbial cell systems. Biotechnol. Appl. Biochem. 2003; 37, 91–102.
10. **Murashige T., Skoog F.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 1962; 15, 473–497.
11. **Bilková A., Bilka F., Blanáriková V., Bezáková L.** Effect of excess of cupric sulfate on sanguinarine formation and activities of amine oxidase and polyphenol oxidase in cell suspension cultures of *Papaver somniferum*. Biologia 2005; 60, 661–664.

proLékaře.cz | 11.1.2026




12. **Balažová A., Bilka F., Blanáriková V., Pšenák M.** Zmeny obsahu sanguinarínu a aktivity polyfenoloxidázy vplyvom fungálneho elicitora v suspenzných kultúrach maku siateho *Papaver somniferum* L. Čes. Slov. Farm. 2002; 51, 182–185.
13. **Escribano J., Cabanes J., Chazarra S., Garcűa-Carmona F.** Characterization of monophenolase activity of table beet polyphenoloxidase. Determination of kinetic parameters on the tyramine/dopamine pair. J. Agric. Food Chem. 1997; 45, 4209–4214.
14. **Bilka F., Vanko M., Balažová A., Bilková A., Holková I.:** Charakterizácia polyfenoloxidázy z latexu lastovičníka väčšieho (*Chelidonium majus* L.). Čes. Slov. Farm. 2007; 56, 90–94.
15. **Lineweaver H., Burk D.** The determination of enzyme dissociation constants. J. Amer. Chem. Soc. 1934; 56, 658–666.
16. **Bradford M. M.** A rapid and sensitive method for the quantication of microgram quantites of protein utiliting the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 1976; 72, 248.
17. **Tůmová L., Polívková D.** Vliv AgNO3 na produkci flavonoidů kulturou *Ononis arvensis* L. *in vitro*. Čes. slov. Farm. 2006; 55, 186–188.
18. **Siatka T., Kašparová M., Spilková J.** Effects of zinc and cadmium ions on cell growth and production of coumarins in cell suspension cultures of *Angelica archangelica* L. Čes. slov. Farm. 2012; 61, 261–266.
19. **Villegas M., Sommarin M., Brodelius P. E.** Effects of sodium orthovanadate on benzophenanthridine alkaloid formation and distribution in cell suspension cultures of *Eschscholtzia californica*. Plant Physiol. Biochem. 2000; 38, 233–241.
20. **Balažová A., Blanáriková V., Bilka F., Bilková A., Kiňová Sepová, H.** Efekt troch rôznych elicitorov na produkciu sanguinarínu suspenznými kultúrami nízko-morfínovej odrody maku siateho (*Papaver somniferum* L.). Čes. slov. Farm. 2011; 60, 237–240.
21. **Hwa-Young Ch., Rhee H. S., Yoon S. Y. H., Moon Park J.** Differential induction of protein expression and benzophenanthridine alkaloid accumulation in *Eschscholtzia californica* suspension cultures by methyl jasmonate and yeast extract. J. Microbiol. Biotechnol. 2008; 18, 255–262.
22. **Wahler D., Gronover Ch. S., Richter C., Foucu F., Twyman R. M., Moerschbacher B. M., Fischer R., Muth J., Průfer D.** Polyphenoloxidase silencing affects latex coagulation in *Taraxacum* species. Plant Physiol. 2009; 151, 334–346.
23. **Bilková A., Bilka F., Bezáková L.** Enzymológia tvorby benzylizochinolínových alkaloidov. Čes. slov. Farm. 2005; 54, 17–22.






## PRAKTICKÝ SLOVNÍK MEDICÍNY (8. vydání)

*Martin Vokurka, Jan Hugo a kol.*

Nejužívanější český výkladový slovník lékařských pojmů. Osmé, dále rozšířené vydání úspěšného lékařského výkladového slovníku obsahuje více než 11 000 hesel a nově navíc rozsáhlou přílohu normálních laboratorních hodnot. O oblibě slovníku svědčí 70 000 prodaných výtisků v předchozích sedmi postupně rozšiřovaných vydáních.
Hesla zahrnují orgány lidského těla, jejich funkce a poruchy, popis několika set nemocí a syndromů, jejich příznaků, lékařských vyšetření a různých způsobů léčby, přibližně 1500 hesel se vztahuje k lékům. Pozornost je věnována zvláště nemocem srdce a cév (infarkt myokardu, angina pectoris, vysoký krevní tlak), zhoubným nemocem (nádory, leukemie), cukrovce, nemocem žláz s vnitřní sekrecí, kožním nemocem, ženským nemocem, duševním chorobám (včetně různých závislostí) či poruchám v oblasti sexuality. Významnou oblastí je těhotenství a porod, velký počet hesel se týká vrozených nemocí a poruch.

*Vydalo nakladatelství Maxdorf v roce 2007, 536 stran, formát A5, vázané, cena: 595 Kč, ISBN: 978-80-7345-123-3.*

**Objednávky můžete posílat na adresu: Nakladatelské oddělení ČLS JEP, Sokolská 31, 120 26 Praha 2, fax: 224 266 226, e-mail: nts@cls.cz. Na objednávce laskavě uveďte i název časopisu, v němž jste se o knize dozvěděli.**