

REVIEW

ARÁLIE – ROSTLINNÉ ADAPTOGENY

Aralia – plant adaptogens

Zdeňka Navrátilová¹, Jiří Patočka²

¹Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, katedra botaniky

²Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie a toxikologie

Summary

Stress is a risk factor for a number of diseases and in general, it is an important predictor of the human health. Herbal products employed as adaptogens are helpful in the regulation and control of the stress reaction and bring strong evidence in support of the use of medicinal products based on substances of plant origin for these purposes.

Supportive and tonic plants belong to oldest tools used by herbalists worldwide. The substance exerting tonic effects on the human organism and inducing the capability of resisting stress factors is an adaptogen. This substance must be non-harmful to the organism, i. e. it must not induce any disorders of physiological functions, but it should also induce non-specific effects normalizing these functions regardless of the pathologic condition. The principle of the effect of an adaptogen is its ability to help the body to manage the stress. There is a long list of plants exerting adaptogenic characteristics. The top species is *Panax ginseng* (= *Panax schinseng*) from Asia (referred to as Chinese or Korean ginseng), considered as a “golden standard” of adaptogenic plants. Further commonly accepted adaptogenic plants are *Rhodiola rosea*, *Eleutherococcus*, *Schisandra* or *Leuzea*. The genus *Aralia* also exerts adaptogenic features, i.e. capability of enhancing non-specific resistance of the body to the stress, tiredness and disease. *Aralia mandschurica* is a particularly strong adaptogen, which has been used for centuries in traditional medicine, but it was only recently recognized in the Western civilization. Many biologically active substances were recently isolated from species of the genus *Aralia*. Aralosides stimulate the activity of the immunity system, moderate stress and enhance the resistance of the organism to harmful factors of the environment, hypoxia and infections. In addition to terpenic saponins, further compounds have also been separated from *Aralia* species and their pharmacological characteristics and possibilities of their use in medicine are discussed in the article presented here.

Key words: plant adaptogen – stress – *Aralia* sp. – aralosides – polyacetylenes

Souhrn

Stres je rizikovým faktorem pro řadu chorob a je obecně důležitým prediktorem zdraví. Bylinné přípravky používané jako adaptogeny pomáhají regulovat a zlepšit stresovou reakci a jsou pádným důkazem na podporu využívání rostlinných léčivých přípravků pro tyto účely.

Podpůrné a posilující rostliny patří mezi nejstarší léčivé prostředky lidové medicíny v různých částech světa. Tím, co působí nespecificky na posílení těla a vyvolává schopnost odolá-

Submitted: 2012-07-04 • Accepted: 2012-12-07 • Published online: 2013-03-15

KONTAKT: XV/1: 82–88 • ISSN 1212-4117 (Print) • ISSN 1804-7122 (Online)

vat stresovým faktorům, je adaptogenní látka. Taková látka by měla být pro organismus neškodná, tedy nesmí vyvolávat poruchy fyziologických funkcí organismu, ale musí mít současně nespécifické účinky, kterými normalizuje tyto funkce, bez ohledu na patologický stav. Podstatou účinku adaptogenu je jeho schopnost pomoci tělu vyrovnat se efektivněji se stresem. Seznam rostlin s adaptogenními vlastnostmi je dlouhý. Na vrcholu tohoto seznamu je ženšen pravý z Asie (zvaný čínský nebo korejský ženšen), považovaný za „zlatý standard“ adaptogenních bylin. Dalšími běžně akceptovanými adaptogenními bylinami jsou rozchodnice růžová, eleutherokok, klanopraška nebo leuzea. Také rod *Aralia* má adaptogenní vlastnosti, tj. schopnost zvyšovat nespécifickou tělesnou odolnost proti stresu, únavě a nemoci. Zejména arálie mandžuská je silným adaptogenem, který je používán již po staletí v lidovém léčitelství, ale teprve nyní byl přijat i západními kulturami. V poslední době bylo z arálií izolováno mnoho biologicky aktivních látek. Aralosidy stimulují aktivitu imunitního systému, zmírňují stres a zvyšují odolnost organismu proti škodlivým faktorům životního prostředí, hypoxii a infekcím. Kromě terpenických saponinů byly z arálií získány i další látky a v článku jsou diskutovány jejich farmakologické vlastnosti a možnosti využití v medicíně.

Klíčová slova: rostlinný adaptogen – stres – *Aralia* sp. – aralosidy – polyacetyleny

ÚVOD

Jako adaptogeny, biostimulátory nebo harmonizátory jsou označovány přírodní látky, jejichž společným znakem je schopnost nespécifickým způsobem stimulovat obranné síly organismu a zvyšovat odolnost k zátěžím různého druhu. Pomáhají při léčení nemocí, zlepšují schopnost překonávat únavu a stres, pomáhají zlepšovat paměť, koncentraci, vůli a vytrvalost. Zvyšují také odolnost proti infekci a nádorům a tlumí autoimunitní reakci. Urychlují také hojení a regeneraci, zpomalují stárnutí a degenerativní pochody. Adaptogeny vykazují preventivní účinky, především u relativně zdravých, avšak vyčerpaných jedinců nebo u osob vystavených nepříznivému působení prostředí (Opletal, Opletalová, 1990). Nejznámějším adaptogenem je bezesporu ženšen pravý (*Panax ginseng*), jehož studium odstartovalo éru rostlinných adaptogenů. Ta má sice období největšího rozmachu již za sebou, ale zájem veřejnosti o fytofarmaka podpořil zájem o studium dalších adaptogenních rostlin. Ve středu zájmu jsou zejména rostliny využívané lidovou medicínou různých zemí právě pro své adaptogenní, tonizující a harmonizující účinky. Patří mezi ně např. rozchodnice růžová (*Rhodiola rosea*), eleutherokok ostnítý (*Eleutherococcus senticosus*), třapatka nachová (*Echinacea purpurea*), leuzea saflorová (*Rhaponticum carthamoides*) a mnohé další. V poslední době je věnována značná pozornost také arálii mandžuské (*Aralia mandshurica*) a obecně i jiným druhům rodu *Aralia*. Rostlinám rodu *Aralia*, jejich obsahovým lát-

kám a biologickým účinkům a možnostem jejich využití v moderní medicíně je věnován i tento přehledový článek.

Botanická charakteristika arálií

Rod *Aralia* L. (arálie, aralka, prodara) zahrnuje 20–70 (v závislosti na taxonomickém pojetí) druhů keřů, stromů a bylin a patří do čeledi *Araliaceae* (aralkovité). Rostliny mají zpravidla větve porostlé trny a střídavé, opadavé, jednoduše až trojnásobně zpeřené listy. Květy jsou pětičetné, uspořádané v okolících, plodem je kulatá peckovice se 2–5 peckami. Aralky rostou zejména v jihovýchodní Asii, v Číně, v Japonsku a v Rusku, menší počet druhů roste v Severní Americe. Řada druhů se vyskytuje endemicky pouze v Číně. Některé druhy se pěstují jako okrasné rostliny (Pilát, 1953; Zhengyi, Raven, 2007; Wen, 2011).

K nejznámějším druhům patří *Aralia nudicaulis* L. (aralka nahá), *A. racemosa* L. (aralka hroznatá), *A. cordata* Thunb. (aralka srdčitá) a *A. elata* (Miq.) Seem. (aralka štíhlá). Taxon *A. mandshurica* Rupr. & Maxim. (aralka mandžuská) je v současné době považován za varietu *A. elata* (*A. elata* var. *glabrescens*, *A. elata* var. *mandshurica*). Taxon *A. continentalis* Kitag. je někdy považován za varietu *A. cordata* (*A. cordata* var. *continentalis*) (Pilát, 1953; Zhengyi, Raven, 2007). Vyobrazení aralky štíhlé (*A. elata*), převzaté z grandiózního díla Friedricha Antona Wilhelma Miquela, Commentarii Phytographici quibus varia rei herbariae capta illustratur (Miquel, 1840), je na obr. 1.

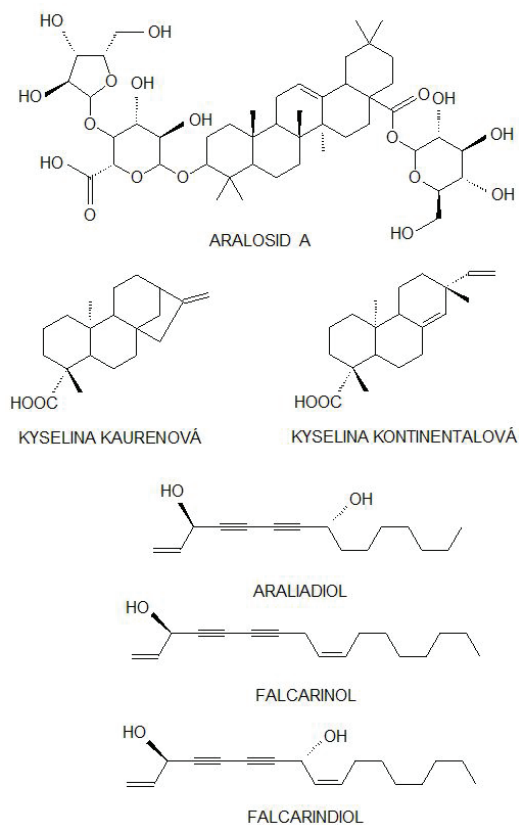


Obr. 1 *Aralia elata* (F. A. W. Miquel: Commentarii phytographici 12, 1840)

Obsahové látky arálií

Z obsahových látek byly u rostlin rodu *Aralia* zjištěny diterpeny, triterpeny, saponiny, steroly, flavonoidy, kumariny a alifatické polyacetyleny. Z hlediska farmakologických účinků jsou nejdůležitějšími obsahovými látkami triterpenické saponiny oleananového a ursanového typu (Rao et al., 1996; Kim et al., 2005; Lee et al., 2006; Nhim et al., 2011), z nichž nejprobádanější je skupina látek zvaných aralosidy (Jiang et al., 1992). Farmakologicky významnými látkami jsou také kyselina kaurenová a kontinentalová, diterpenoidy izolované z *A. continentalis* (Jeong et al., 2006; Choi et al., 2011). Významnými biologicky aktivními látkami arálií jsou rovněž polyacetylenické alkoholy (Li et al., 2012), které byly nalezeny i v jiných rostlinách, jimž je přičítán adaptogenní účinek, jako např. v ženšenu (Washida et al., 2003), ale také např. v mrkvi karotce (Kjellenberg et al., 2012). Z fytochemického hlediska je nejlépe prostudován druh *A. elata* (Song et al., 2001; Kim et al., 2005; Ma et al., 2005; Liu et al.,

2010). Strukturální vzorce některých významných biologicky účinných látek izolovaných z arálií jsou na obr. 2.



Obr. 2 Vybrané obsahové látky aralek

Arálie v tradiční medicíně

V tradiční lidové medicíně se rostliny používají k léčbě revmatismu, cukrovky, zažívacích potíží, kožních problémů, dýchacích potíží, horečky, únavy, bolesti svalů, bolesti zubů, infekcí a nachlazení a také jako tonikum a afrodisiakum. Výrazné je adaptogenní působení, podobně jako u ženšenu, který patří také do čeledi *Araliaceae*. Používají se zejména druhy *A. nudicaulis*, *A. cordata*, *A. racemosa* a *A. elata*. K léčebným účelům se používají obvykle kořeny či kůra z kořenů (Song et al., 2001; Valíček et al., 2001; Duke et al., 2002).

Arálie v moderní medicíně

V moderních studiích byla zjištěna řada příznivých účinků obsahových látek aralek na organismus. Výsledky často potvrzují empiricky

získávané znalosti a využívání těchto rostlin v tradiční medicíně. Velmi perspektivní je zejména protinádorový a protizánětlivý účinek.

Protinádorový účinek

V experimentu na buňkách HepG2 (hepatocelulární karcinom) byla po aplikaci extraktu z *A. continentalis* s obsahem kyseliny kontinentálové zaznamenána indukce apoptózy, a to v závislosti na použité dávce. Indukce apoptózy je zprostředkována aktivací signální dráhy kaspáza-3 a proapoptické BCL2 proteiny Bak a Bax. Výsledky naznačují, že kontinentálová kyselina by mohla být vhodným kandidátem pro vývoj nových chemoterapeutik (Kwon et al., 2008). Dále byl z druhu *A. continentalis* izolován analog HY253, který působí cytotoxicky proti A549 nádorovým buňkám (rakovina plic). Látka způsobuje aktivaci p53 genu, zastavuje buněčný cyklus v G1 fázi a vyvolává apoptózu nádorových buněk. Působí také proti HeLa nádorovým buňkám, jeví se tedy jako slibná sloučenina s protinádorovým účinkem (Oh et al., 2009; 2010). Další analog, HY251, působí proti LNCaP buňkám karcinomu prostaty (Oh, Lee, 2011).

Saponiny izolované z listů *A. elata* vykazují cytotoxický účinek proti HL60 (leukémie) a A549 nádorovým buňkám (Zhang et al., 2012). *A. elata* obsahuje také cytotoxický protein (lektin) aralin, který působí proti lidským nádorovým buňkám, např. HeLa buňkám karcinomu děložního čípku (Tomatsu et al., 2003).

Kyselina ursolová a její deriváty izolované z *A. decaisneana* působí *in vitro* i *in vivo* proti buňkám hepatocelulárního karcinomu (HepG2, H22), zatímco normální jaterní buňky nebyly ovlivněny. Dochází zde k zastavení buněčného cyklu v G0/G1 fázi a indukcii apoptózy (Tian et al., 2006).

Z *Aralia cordata* byl izolován 15-uhlíkový polyacetylenický alkohol araliadiol, který působí proti MCF-7 buňkám karcinomu prsu. Prostřednictvím zvýšení exprese p21 dochází k zastavení buněčného cyklu v G1 fázi (Cheng et al., 2011).

U kauranových diterpenů z *A. cordata* byla zjištěna také schopnost inhibice topoizomerázy I a II. Tyto terpeny byly účinné proti nádorovým buňkám (HT-29 buňkám karcinomu tlustého střeva, MCF-7 buňkám karcinomu prsu a HepG2 buňkám hepatomu) (Seo et al., 2007).

Protinádorový účinek vykazuje také severoamerický druh *Aralia nudicaulis*. Extrakt z odden-

ků a listů působí proti různým typům nádorových buněk (kolorektální karcinom, leukémie, karcinom děložního čípku), přičemž normální buňky jsou ovlivněny výrazně méně (Wang et al., 2006).

Protizánětlivý a analgetický účinek

V experimentu *in vitro* i *in vivo* na myších byl zjištěn protizánětlivý účinek obsahových látek *A. continentalis*. *In vitro* extrakt inhiboval cyklooxygenázu-2 (COX-2) a NO-syntázu. *In vivo* extrakt působil proti zánětu a otoku vyvolaném aplikací karragenanu do tlapek. Z obsahových látek byly identifikovány kys. kontinentálová, pimaradienová, kaurenová a další (Lim et al., 2009; Lyu et al., 2011).

Aralia cordata se v Koreji tradičně používá k léčbě horečky, bolesti a zánětů. Z éterové frakce rostliny byla mimo jiné izolována 7-oxosandaracopimarová kyselina, která by mohla být za farmakologické účinky zodpovědná. Moderními metodami byly prokázány její protizánětlivé a analgetické účinky (Kim et al., 2010). U dalších obsahových látek *A. cordata* byla potvrzena schopnost inhibovat COX-1 a COX-2 (Dang et al., 2005).

V experimentu na morčatech byl testován antiastmatický účinek diterpenických kyselin obsažených v *A. cordata*. Obsahové látky inhibují migraci eosinofilů a neutrofilů do plic a uvolňování histaminu, inhibují také fosfolipázu A a působí tak proti astmatu zprostředkovanému IgE protilátkami. Také tyto výsledky podporují tradiční využívání této rostliny (Cho et al., 2010).

Antioxidační a hepatoprotektivní účinek

V experimentu na myších byl zjištěn protektivní účinek extraktu *Aralia continentalis* proti poškození jater tetrachlormethanem (CCl₄). Pokud byl extrakt z arálie podán preventivně, před aplikací CCl₄, chránil před zvýšením hladiny jaterních enzymů ALT a AST a před vznikem malondialdehydu. Histologickým vyšetřením bylo také zjištěno, že chrání před vznikem jaterních lézí. Došlo rovněž ke snížení aktivity enzymu glutathion-S-transferázy a zvýšení hladiny glutathionu. Výsledky studie ukázaly, že extrakt *A. continentalis* má výrazný ochranný účinek proti poškození jater CCl₄ (Hwang et al., 2009).

V *in vitro* studii na myších jaterních buňkách měl extrakt z *A. continentalis* ochranný účinek

proti poškození buněk tert-butyl hydroperoxidem. Extrakt snižuje množství volných kyslíkových radikálů a snižuje lipoperoxidaci a chrání tak buňky před oxidačním poškozením. *In vivo* byl snížen výskyt jaterních lézí (Hwang et al., 2008). Extrakt z *A. cordata* působí také protektivně proti poškození chrupavek (Baek et al., 2006; Park et al., 2009).

Antibakteriální účinek

Z kanadského druhu *Aralia nudicaulis* byly izolovány baktericidně účinné polyacetylenické alkoholy falcarinol, falcarindiol a panaxydol, které působí proti bakterii *Mycobacterium tuberculosis*, původci tuberkulózy. Tyto výsledky potvrzují tradiční využívání této rostliny (Li et al., 2012). *Aralia continentalis* se v Koreji tradičně používá k léčbě bolesti zubů, zubního kazu a zánětu dásní. Nejnovější studie ukázala, že extrakt z této rostliny působí proti bakterii *Streptococcus mutans*, původci zubního kazu, a potvrzují tak tyto empirické zkušenosti (Lee et al., 2011). Ke stejným závěrům dochází i studie indických autorů (Ali et al., 2012), kteří zjistili, že 4-epi-pimarová kyselina, obsahová látka nadzemních částí *Aralia cachemirica*, účinně tlumí růst ústní bakteriální mikroflóry podílející se na vzniku zubního kazu. Kontinentalová kyselina izolovaná z druhu *A. continentalis* působí také proti MRSA (methicilin-rezistentní *Staphylococcus aureus*) (Jeong et al., 2006).

Účinek na kognitivní funkce

In vitro byl na krysích neuronech zjištěn protektivní účinek obsahových látek *Aralia cordata* proti poškození buněk beta-amyloidem. Účinek na kognitivní funkce byl testován na myších, u nichž byl sledován výskyt poruch paměti po aplikaci beta-amyloidu do mozkových komor. Pozorováno bylo snížení aktivity cholinesterázy v mozku a redukce poškození neuronů v oblasti hipokampu. Výsledky ukazují, že extrakt *A. cordata* působí proti neurotoxickému účinku beta-amyloidu a bylo by možné ho použít ke zpomalení progresu Alzheimerovy nemoci (Cho et al., 2009).

Diterpeny obsažené v *Aralia cordata* inhibují butyrylcholinesterázu a acetylcholinesterázu v mozku (Jung et al., 2009), podobně jako léky používané v současné době v terapii Alzheimerovy nemoci (Sadowsky, Galvin, 2012).

Toxicita

Arálie nepatří mezi jedovaté rostliny a také o biologicky aktivních látkách z nich izolovaných neexistují žádné důkazy o tom, že by vykazovaly akutní toxicitu pro savce. V tomto směru se jeví použití arálií v humánní medicíně jako bezpečné.

ZÁVĚR A PERSPEKTIVY

Moderní medicína v podstatě vytlačila léčivé pomocníky přírody, prověřené staletími, a nahradila je synteticky připravenými léčivými. Slavila a slaví obrovské úspěchy v boji s nemocemi, nicméně jsou oblasti, kde je i moderní medicína bezmocná. Není proto divu, že se v mnoha směrech objevuje snaha o návrat k přírodě a jsou znovu objevovány často již zapomenuté nebo zavrhané léčivé síly přírody. Farmaceutická chemie v současnosti objevuje v přírodních zdrojích, zejména v rostlinách, biologicky účinné látky, které potvrzují oprávněnost jejich užití v lidové medicíně. Nabízí možnosti jejich syntézy v čisté formě a ukazuje, jak je možné obměnou některých částí molekuly měnit jejich farmakologické účinky (Hampl et al., 2007).

Takovou skupinou rostlin jsou i arálie, hojně používané po celém světě v lidovém léčitelství. Obsahují řadu chemických látek s rozdílnou chemickou strukturou a rozdílnými farmakologickými účinky, které vysvětlují, v čem spočívají jejich empiricky zjištěné léčivé efekty. Je to zejména velká skupina pentacyklických triterpenů, v nichž jsou nacházeny užitečné látky využitelné v moderní medicíně (Patočka, 2003), a dále pak steroly, saponiny, flavonoidy a kumariny, alifatické polyacetyleny a další substance podílející se na jejich léčivém účinku. Arálie by tak mohly rozšířit skupinu léčivých přípravků označovaných jako rostlinné adaptogeny, které by nám měly umožnit, abychom byli lépe připraveni na překonávání stresových situací našeho života. Nemusí to ale být jen adaptogenní účinky, které arálie nabízí. Významné mohou být v budoucnu také účinky neuroprotektivní s příznivým účinkem na kognitivní funkce, i když testování dosud nepřekročilo předklinickou fázi.

Poděkování:

Článek byl vytvořen v rámci projektu EPZ2012_003 ZSF JU v Českých Budějovicích.

LITERATURA

1. Ali F, Sangwan PL, Koul S, Pandey A, Bani S, Abdullah ST, Sharma PR, Kitchlu S, Khan IA (2012). 4-epi-Pimaric acid: a phytomolecule as a potent antibacterial and anti-biofilm agent for oral cavity pathogens. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 31/2: 149–159.
2. Baek YH, Huh JE, Lee JD, Choi DY, Park DS (2006). Effect of *Aralia cordata* extracts on cartilage protection and apoptosis inhibition. *Biol Pharm Bull.* 29/7: 1423–1430.
3. Dang NH, Zhang X, Zheng M, Son KH, Chang HW, Kim HP, Bae K, Kang SS (2005). Inhibitory constituents against cyclooxygenases from *Aralia cordata* Thunb. *Arch Pharm Res.* 28/1: 28–33.
4. Duke JA, Bogenschutz-Godwin MJ, duCellier J, Duke PAK (2002). *Handbook of Medicinal Herbs.* 2nd ed. CRC Press. 870 p.
5. Hampf F, Rádl S, Paleček J (2007). *Farmakochemie.* 2. rozšířené vydání, VŠCHT Praha. 448 s. ISBN 978-80-7080-639-5.
6. Hwang YP, Choi JH, Han EH, Kim HK, Kang SK, Chung YC, Jeong HG (2008). Protective mechanisms of *Aralia continentalis* extract against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatotoxicity: *in vivo* and *in vitro* studies. *Food Chem Toxicol.* 46/11: 3512–3521.
7. Hwang YP, Choi JH, Jeong HG (2009). Protective effect of the *Aralia continentalis* root extract against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in mice. *Food Chem Toxicol.* 47/1: 75–81.
8. Cheng WL, Lin TY, Tseng YH, Chu FH, Chueh PJ, Kuo YH, Wang SY (2011). Inhibitory effect of human breast cancer cell proliferation via p21-mediated G1 cell cycle arrest by araliadiol isolated from *Aralia cordata* Thunb. *Planta Med.* 77/2: 164–168.
9. Cho JH, Lee JY, Sim SS, Whang WK, Kim CJ (2010). Inhibitory effects of diterpene acids from root of *Aralia cordata* on IgE-mediated asthma in guinea pigs. *Pulm Pharmacol Ther.* 23/3: 190–199.
10. Cho SO, Ban JY, Kim JY, Jeong HY, Lee IS, Song KS, Bae K, Seong YH (2009). *Aralia cordata* protects against amyloid beta protein (25-35)-induced neurotoxicity in cultured neurons and has antidementia activities in mice. *J Pharmacol Sci.* 111/1: 22–32.
11. Choi RJ, Shin EM, Jung HA, Choi JS, Kim YS (2011). Inhibitory effect of kaurenoic acid from *Aralia continentalis* on LPS-induced inflammatory response in RAW264.7 macrophages. *Phytomedicine.* 18/8-9: 677–682.
12. Jeong SI, Han WS, Yuin YH, Kim KJ (2006). Continentalic acid from *Aralia continentalis* shows activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Phytoter Res.* 20/6: 511–514.
13. Jiang YT, Xu SX, Gu XH, Ren L, Chen YJ, Yao XS, Miao ZC (1992). Studies on the chemical constituents from *Aralia elata*. *Yao Xue Xue Bao.* 27/7: 528–532. [Article in Chinese]
14. Jung HA, Lee EJ, Kim JS, Kang SS, Lee JH, Min BS, Choi JS (2009). Cholinesterase and BACE1 inhibitory diterpenoids from *Aralia cordata*. *Arch Pharm Res.* 32/10: 1399–1408.
15. Kim JS, Shim SH, Chae S, Han SJ, Kang SS, Son KH, Chang HW, Kim HP, Bae K (2005). Saponins and other constituents from the leaves of *Aralia elata*. *Chem Pharm Bull (Tokyo).* 53/6: 696–700.
16. Kim TD, Lee JY, Cho BJ, Park TW, Kim CJ (2010). The analgesic and anti-inflammatory effects of 7-oxosandaracopimaric acid isolated from the roots of *Aralia cordata*. *Arch Pharm Res.* 33/4: 509–514.
17. Kjellenberg L, Johansson E, Gustavsson KE, Olsson ME (2012). Polyacetylenes in fresh and stored carrots (*Daucus carota*): relations to root morphology and sugar content. *J Sci Food Agric.* 92/8: 1748–1754.
18. Kwon TO, Jeong SI, Kwon JW, Kim YC, Il Jang S (2008). Continentalic acid from *Aralia continentalis* induces growth inhibition and apoptosis in HepG2 cells. *Arch Pharm Res.* 31/9: 1172–1178.
19. Lee DH, Seo BR, Kim HY, Gum GC, Yu HH, You HK, Kang TH, You YO (2011). Inhibitory effect of *Aralia continentalis* on the cariogenic properties of *Streptococcus mutans*. *J Ethnopharmacol.* 137/2: 979–984.
20. Lee IS, Jin W, Zhang X, Hung TM, Song KS, Seong YH, Bae K (2006). Cytotoxic and COX-2 inhibitory constituents from the aerial parts of *Aralia cordata*. *Arch Pharm Res.* 29/7: 548–555.
21. Li H, O'Neill T, Webster D, Johnson JA, Gray CA (2012). Anti-mycobacterial diynes from the Canadian medicinal plant *Aralia nudicaulis*. *J Ethnopharmacol.* 140/1: 141–144.
22. Lim H, Jung HA, Choi JS, Kim YS, Kang SS, Kim HP (2009). Anti-inflammatory activity of the constituents of the roots of *Aralia continentalis*. *Arch Pharm Res.* 32/9: 1237–1243.
23. Liu XH, Hou DB, Zhao N, Wang B (2010). Extraction and antioxidant activity of flavonoids from *Aralia cordata*. *Zhong Yao Cai.* 33/9: 1484–1487. [Article in Chinese]
24. Lyu JH, Lee GS, Kim KH, Kim HW, Cho SI, Jeong SI, Kim HJ, Ju YS, Kim HK, Sadikot RT, Christman JW, Oh SR et al. (2011). ent-kaur-16-en-19-oic Acid, isolated from the roots of *Aralia continentalis*, induces activation of Nrf2. *J Ethnopharmacol.* 137/3: 1442–1449.
25. Ma ZQ, Song SJ, Li W, Xu SX (2005). Two new saponins from the bud of *Aralia elata* (Miq.) Seem. *J Asian Nat Prod Res.* 7/6: 817–821.

26. Miquel FAW (1840). *Commentari Phytographici quibus varia rei herbariae capta illustratur*. S. & J. Luchtmans, 1840, Univerzita v Gentu. Digitalizováno 30. říjen 2007. [online] Dostupné z: http://books.google.co.uk/books/about/Commentarii_Phytographici_quibus_varia_r.html?id=sR0OAAAAQAAJ
27. Nhiem NX, Lim HY, Kiem PV, Minh CV, Thu VK, Tai BH, Quang TH, Song SB, Kim YH (2011). Oleane-type triterpene saponins from the bark of *Aralia elata* and their NF- κ B inhibition and PPAR activation signal pathway. *Bioorg Med Chem Lett*. 21/20: 6143–6147.
28. Oh HL, Lee CH (2011). HY251, a novel decahydrocyclopenta[a]indene analog, from *Aralia continentalis* induces apoptosis via down-regulation of AR expression in human prostate cancer LNCaP cells. *Bioorg Med Chem Lett*. 21/5: 1347–1349.
29. Oh HL, Lim H, Park Y, Lim Y, Koh HC, Cho YH, Lee CH (2009). HY253, a novel compound isolated from *Aralia continentalis*, induces apoptosis via cytochrome c-mediated intrinsic pathway in HeLa cells. *Bioorg Med Chem Lett*. 19/3: 797–799.
30. Oh HL, Lee DK, Lim H, Lee CH (2010). HY253, a novel decahydrofluorene analog, from *Aralia continentalis*, induces cell cycle arrest at the G1 phase and cytochrome c-mediated apoptosis in human lung cancer A549 cells. *J Ethnopharmacol*. 129/1: 135–139.
31. Opletal L, Opletalová V (1990). *Adaptogeny rostlinného původu*. Pokroky ve farmacii 10, Avicenum, Praha. ISBN 80-201-0072-5.
32. Park DS, Huh JE, Baek YH (2009). Therapeutic effect of *Aralia cordata* extracts on cartilage protection in collagenase-induced inflammatory arthritis rabbit model. *J Ethnopharmacol*. 125/2: 207–217.
33. Patočka J (2003). Biologically active pentacyclic triterpenes and their current medicine signification. *J Appl Biomed*. 1/1: 7–12.
34. Pilát A (1953). *Listnaté stromy a keře našich zahrad a parků*. SZN Praha. 1100 s.
35. Rao G, Sun H, Liu Q (1996). Chemical constituents of *Aralia fargesii* Franch. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 21/8: 482–483, 510–511. [Article in Chinese]
36. Sadowsky CH, Galvin JE (2012). Guidelines for the management of cognitive and behavioral problems in dementia. *J Am Board Fam Med*. 25/3: 350–366.
37. Seo CS, Li G, Kim CH, Lee CS, Jahng Y, Chang HW, Son JK (2007). Cytotoxic and DNA topoisomerases I and II inhibitory constituents from the roots of *Aralia cordata*. *Arch Pharm Res*. 30/11: 1404–1409.
38. Song SJ, Nakamura N, Ma CM, Hattori M, Xu SX (2001). Five saponins from the root bark of *Aralia elata*. *Phytochemistry*. 56/5: 491–497.
39. Tian Z, Lin G, Zheng RX, Huang F, Yang MS, Xiao PG (2006). Anti-hepatoma activity and mechanism of ursolic acid and its derivatives isolated from *Aralia decaisneana*. *World J Gastroenterol*. 12/6: 874–879.
40. Tomatsu M, Ohnishi-Kameyama M, Shibamoto N (2003). Aralin, a new cytotoxic protein from *Aralia elata*, inducing apoptosis in human cancer cells. *Cancer Lett*. 199/1: 19–25.
41. Valíček P, Kokoška L, Holubová K (2001). *Léčivé rostliny třetího tisíciletí*. Start Benešov. 176 s. ISBN 80-86231-14-3.
42. Wang J, Li Q, Ivanochko G, Huang Y (2006). Anticancer effect of extracts from a North American medicinal plant – wild sarsaparilla. *Anticancer Res*. 26/3A: 2157–2164.
43. Washida D, Shimomura K, Kitanaka S (2003). Polyacetylenes in hairy roots of a *Panax* hybrid. *Planta Med*. 69/12:1163–1165.
44. Wen J (2011). Systematics and Biogeography of *Aralia* L. (*Araliaceae*): Revision of *Aralia* Sects. *Aralia*, *Humiles*, *Nanae*, and *Sciadodendron*. Contributions from the United States National Herbarium Vol. 57: 1–172. National Museum of Natural History Washington, DC.
45. Zhang Y, Ma Z, Hu C, Wang L, Li L, Song S (2012). Cytotoxic triterpene saponins from the leaves of *Aralia elata*. *Fitoterapia*. 83/4: 806–811.
46. Zhengyi W, Raven PH (2007). *Flora of China* Vol. 13: *Clusiaceae* through *Araliaceae*. 480–489. Missouri Botanical Garden Press. 548 p.

✉ **Kontakt:**

Mgr. Zdeňka Navrátilová, Přírodovědecká fakulta UK, katedra botaniky, Benátská 2, 128 01 Praha 2
E-mail: navratil@natur.cuni.cz