

Současné fytoterapeutické možnosti v léčbě diabetes mellitus

David Koupý¹, Hana Kotolová², Jana Kučerová^{1,3}

¹Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta, Farmakologický ústav, Brno

²Veterinární a Farmaceutická Univerzita Brno, Farmaceutická fakulta, Ústav humánní farmakologie a toxikologie, Brno

³Masarykova Univerzita, CEITEC – Středoevropský technologický institut, Brno

Diabetes mellitus je chronické metabolické onemocnění projevujících se hyperglykemií v důsledku snížené produkce inzulínu nebo rezistence periferních tkání k jeho účinku. Kromě standardní terapie dietou, perorálními antidiabetiky nebo inzulínem existují stovky rostlin potenciálně použitelných k adjuvantní léčbě *diabetes mellitus* 2. typu. Tato práce se zabývá účinky rostlinných drog obsažených v čajových směsích pro diabetiky, jejich chemickým složením a ukazateli účinnosti ve srovnání se standardní terapií.

Klíčová slova: *diabetes mellitus*, fytoterapie, léčivé rostliny.

Current phytotherapeutic options in the treatment of diabetes mellitus

Diabetes mellitus is a chronic metabolic disease characterized by hyperglycaemia caused either by lowered pancreatic production of insulin or peripheral tissue resistance to its effects. In addition to standard therapeutic strategies such as diet, administration of oral antidiabetic agents or insulin, there are hundreds of medicinal herbs potentially applicable for adjuvant treatment of type 2 *diabetes mellitus*. The aim of this work is to provide a literature survey of pharmacological effects of herbal drugs contained in tea blends for diabetics, summary of their pharmacologically active substances and evidence of their effects compared with standard pharmacotherapy based on recent research findings.

Key words: *diabetes mellitus*, phytotherapy, herbal drugs.

Prakt. lékař. 2014; 10(6): 229–232

Úvod

Diabetes mellitus je chronické onemocnění, které vzniká v důsledku absolutního nebo relativního nedostatku inzulínu vedoucího k poruše metabolismu. Hlavním projevem tohoto onemocnění je hyperglykemie. Příčinou hyperglykemie je buď absolutní nedostatek inzulínu v důsledku poškození jeho tvorby (*diabetes mellitus* 1. typu, DM1T), anebo relativní nedostatek inzulínu způsobený jeho sníženou tvorbou nebo inzulínovou rezistencí cílových tkání (*diabetes mellitus* 2. typu, DM2T). Prediabetes je stav předcházející diabetu mellitu 2. typu, kdy hladina glykemie je vyšší než fyziologické hodnoty, ale neodpovídá ještě hranici pro stanovení diagnózy diabetu mellitu 2. typu. **DM2** je manifestován většinou až v období dospělosti, stále častěji však i v mladších věkových skupinách. Je doprovázen obezitou a metabolickým syndromem, který vede k inzulínové rezistenci a následně k inzulínové depleci. Snížování glykemie je od stanovení diagnózy založeno na redukci hmotnosti, dodržování diabetické diety a zvýšení tělesné aktivity. Není-li přítomna kontraindikace podání, doporučuje se ihned po stanovení diagnózy diabetu zahájit léčbu metforminem. Pokud tato opatření selžou, přichází na řadu další perorální antidiabetika (PAD), kombinace několika PAD nebo kombinace PAD s inzulínem

v konvenčním nebo intenzifikovaném inzulínovém režimu. V současné době používaná PAD dělíme podle mechanismu účinku na:

1. léčiva ovlivňující inzulínovou rezistenci, tedy biguanidy a thiazolidindiony
2. léčiva ovlivňující sekreci inzulínu (sekretagoga), kam patří deriváty sulfonylurey, glinidy a PAD založená na ovlivnění inkretinového systému (inhibitory dipeptidylpeptidázy IV a GLP-1 mimetika)
3. léčiva založená na ovlivnění inkretinového systému (inhibitory dipeptidylpeptidázy IV a GLP-1 mimetika)
4. léčiva ovlivňující absorpci sacharidů z GIT, kam řadíme inhibitory α -glukosidázy

5. léčiva ovlivňující vylučování glukózy močí (inhibitory SGLT2).

Možnosti fytoterapie diabetes mellitus typu 2

Rostlinné drogy vykazující antidiabetický efekt jsou podávány perorálně ve formě výluhů z čajových směsí pro diabetiky, případně jako tobolky naplněné suchými extrakty. Z terapeutického hlediska rostlinné drogy nemohou nahradit PAD ani léčbu inzulínem. Podávání fytoterapeutik však zlepšuje léčbu konvenční terapií diabetu, snižuje dávky PAD a inzulínu, a proto se mohou užívat jako adjuvantní léčba.

Tabulka 1. Složení léčivého čaje Diabetan dle SPC (1)

Český název drogy	Latinský název drogy	100,0g
Fazol plod bez semen	<i>Phaseoli fructus sine sem.</i>	17,0g
Borůvka nať	<i>Myrtilli herba</i>	15,0g
Šalvěj lékařská nať	<i>Salviae officinalis herba</i>	15,0g
Jestřábina nať	<i>Galegae herba</i>	12,0g
Truskavec nať	<i>Polygoni avic. herba</i>	10,0g
Pampeliška kořen s natí	<i>Taraxaci radix cum herba</i>	8,0g
Ostružiník list	<i>Rubi fruticosi folium</i>	8,0g
Fenykl obecný pravý plod	<i>Foeniculi amari fructus</i>	8,0g
Lopuch kořen	<i>Bardanae radix</i>	5,0g
Lékořice kořen	<i>Liquiritiae radix</i>	2,0g

Tabulka 2. Přehled diabetických čajových směsí prodávaných v ČR

Název čaje	Firma	Bylinné drogy
Diabetan	Leros	fazol plod bez semen, borůvka nať, šalvěj lékařská nať, jestřabina nať, truskavec nať, pampeliška kořen s natí, ostružiník list, fenykl obecný pravý plod, lopuch kořen, lékořice kořen
PANDA NATUR Bylinný čaj pro diabetiky	Leros	borůvka nať, fazol plod bez semen, jestřabina nať, truskavec nať, pampeliška kořen s natí, violka trojbarevná nať, fenykl plod, lípa květ, dub kůra
Natur pro diabetiky s gymnemou	Leros	borůvka nať, jestřabina nať, rooibos, fazol plod bez semen, borůvka plod, truskavec nať, šalvěj lékařská nať, lékořice kořen, gymnema list
Diabetický čaj	Apotheke	borůvka list, kopřiva nať, pampeliška kořen, bříza list, puškvorec kořen
Čaj Váňa Diabetický	Apotheke	jestřabina nať, borůvka nať, oman kořen
Čajová směs pro diabetiky	Megafyt	pampeliška kořen, šalvěj list, borůvka list, kopřiva list, fazol plod bez semen, jestřabina nať
Bylinný pro diabetiky se skořicí	Fytopharma	skořicovník kůra, fazol plod bez semen, borůvka nať, jestřabina nať, čekanka kořen
Diabetický čaj	Herbex	meduňka lékařská, máta peprná, fazolové lusky, měsíček lékařský
Diaherb – čaj pro cukrovkáře	Valdemar Grešík – Natura	borůvka list, fazole plod, kopřiva list, jestřabina nať, čekanka kořen, pýr kořen, lopuch kořen, šalvěj list, přeslička nať
Čaj Stop cukr	Dr. Popov	borůvka list, jeřabina nať, kopřiva nať, pampeliška list, srdečník nať, fenykl plod, mařinka nať

Jako léčivý přípravek u nás Státní ústav pro kontrolu léčiv (SÚKL) registroval pouze jednu čajovou směs, a tím je léčivý čaj **Diabetan®** (Leros). Ostatní diabetické čaje jsou klasifikovány jako doplňky stravy. Toto fytofarmakum je užíváno k doplňkové léčbě pacientů s DM2T léčených dietou, PAD, případně inzulinem. Dle souhrnných údajů o přípravku (SPC) čajová směs Diabetan® obsahuje **glukokininy**, u kterých se předpokládá možnost snížení hladiny polysacharidů v krvi (*Phaseoli fructus s. sem.*, *Galegae herba*). Pravděpodobný mechanismus účinku glukokininů spočívá v inhibici glukagonu, který aktivuje fosforylázu, zvyšuje rozklad glykogenu a uvolnění glukózy z jaterních buněk do krevního oběhu. V tomto případě působí inzulin na transport glukózy z mezibuněčného prostoru do buněk. Inhibice glukagonu způsobuje snížení obsahu glukózy v krvi a tím se následně snižuje i spotřeba inzulinu. Čajová směs dále obsahuje **třísloviny** (*Rubi fruticosi folium*, *Myrtilli herba*, *Salviae herba*) podporující účinek glukokininů a působící jako adstringens, antidiarhoikum. Droga *Salviae herba* má též antiseptické a antidiuretické účinky (1).

Na trhu existuje mnoho dalších diabetických čajů, které obsahují různé rostlinné drogy s rozličnými mechanismy účinku a v různých poměrech. Pro pacienta se tak ale stírají rozdíly mezi bylinami, které kauzálně působí na snížení hladiny glykemie a které pouze potencují efekty účinných látek, zlepšují trávicí a resorpční schopnost, rozšiřují terapeutický záběr a zmenšují nebezpečí nežádoucích účinků. Přehled deseti diabetických čajových směsí dostupných v ČR podává tabulka 2.

Pokud provedeme analýzu četnosti zastoupení jednotlivých bylinných drog v čajích

dostupných na území ČR, které jsou uvedeny v tabulce 2, dostaneme následující přehled: viz tabulka 3.

První čtyři nejvíce zastoupené byliny v diabetických čajových směsích prokazují přímý antidiabetický efekt. **List a nať borůvky** obsahují antokyaniny a polyfenoly působící hypoglykemicky. **Nať jestřabiny** obsahuje glukokinin galegin, což byla vzorová látka pro syntetickou výrobu biguanidového PAD metforminu (2). **Plod fazole bez semen** obsahuje glukokininy snižující glykemii a působící diuretický (3). **Kořen a nať pampelišky** obsahují inositol, snižující glykemii, a velké množství inulinu, což je v tenkém střevě neštěpitelný polysacharid sladké chuti (3). Méně zastoupené byliny v Tabulce 3 působí jako aromatika (zlepšují chuť čajové směsi), mají protizánětlivé, diuretické, digestivní účinky a vykazují synergický efekt s účinnými látkami (3).

Některé rostliny tradičně užívané k léčbě diabetu mohou být zdrojem nových farmak, která mohou nahradit současná PAD, nebo ze-

ktivnit současnou léčbu diabetu. V minulosti již byly rostliny přímou inspirací pro syntézu dvou PAD: 1) Léky ze skupiny biguanidů byly inspirovány látkou galegin z byliny jestřabina lékařská. 2) Inhibitor α -glukosidázy (miglitol) byl inspirován látkou moranolin ze stromu morušovník bílý.

V následujícím přehledu léčivých rostlin s antidiabetickým působením jsou zmíněny jejich obsahové látky (OL) a jejich předpokládaný mechanismus účinku (MÚ). Rostliny jsou řazeny podle abecedy.

Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) – listy, nať, plod

- OL: antokyaniny, polyfenoly
- MÚ: Antokyaniny stimulují sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu (4), zvyšují vylučování adipocytokinů a expresi genů v adipocytech (5), snižují inzulinovou rezistenci tkání stimulací AMP-aktivované proteinové kinázy (AMPK) v adipocytech, kosterním svalstvu a játrech (6). Polyfenoly zpomalují vstřebávání sacharidů ten-

Tabulka 3. Analýza četnosti rostlinných drog v diabetických čajových směsích

Český název drogy	Latinský název drogy	Četnost drogy v diabetických čajích
Brusnice borůvka, list a nať	<i>Myrtilli folium et herba</i>	9x
Jestřabina lékařská, nať	<i>Galegae herba</i>	8x
Fazol, plod bez semen	<i>Phaseoli fructus sine semenis</i>	7x
Pampeliška lékařská, kořen a nať	<i>Taraxaci radix et herba</i>	5x
Šalvěj lékařská, nať a list	<i>Salviae herba et folium</i>	4x
Kopřiva dvoudomá, nať	<i>Urticae herba</i>	4x
Fenykl obecný, plod	<i>Foeniculi amari fructus</i>	3x
Truskavec, nať	<i>Polygoni avic. herba</i>	3x
Lékořice, kořen	<i>Liquiritiae radix</i>	2x
Lopuch, kořen	<i>Bardanae radix</i>	2x
Čekanka, kořen	<i>Cichorii radix</i>	2x

kým střevem inhibicí trávicích enzymů α -glukosidázy, proteázy, lipázy (7).

Česnek kuchyňský (*Allium sativum*) – cibule

- OL: allicin, S-allylcystein
- MÚ: Allicin snižuje cholesterol a triacylglyceroly v krvi, snižuje krevní tlak a opoždí vznik aterosklerózy (8). S-allylcystein má inzulinu podobný efekt a snižuje inzulinovou rezistenci (9).

Gymnema lesní (*Gymnema sylvestre*) – listy

- OL: GS4, triacetát kyseliny dihydroxygymnemonové, gymnemonová kyselina, gurmarin, gymnemonová kyselina IV
- MÚ: Extrakt z listů GS4 stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu (10), snižuje hladinu krevních lipidů (11). Triacetát kyseliny dihydroxygymnemonové prokazuje hypoglykemickou a hypolipidemickou aktivitu (12). Gymnemonová kyselina a gurmarin potlačují vnímání vjemu sladké chuti při konzumaci sladkých potravin, čímž mohou redukovat touhu po sladkém jídle (13). Gymnemonová kyselina v kombinaci s akarbozou vykazuje inhibiční efekt na vstřebávání maltózy v tenkém střevě (14). Gymnemonová kyselina IV stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu (15).

Jestřabina lékařská (*Galega officinalis*) –

semena

- OL: galegin
- MÚ: Galegin snižuje inzulinovou rezistenci aktivací AMPK v adipocytech, čímž zvyšuje vychytávání glukózy a inhibuje acetyl-CoA karboxylázu. Inhibicí tohoto enzymu se inhibuje syntéza a stimuluje oxidace mastných kyselin, což přispívá ke snížení hmotnosti (2).

Momordika (*Momordica charantia*) – celá rostlina

- OL: triterpenoidy cucurbitanového typu, charantin, vicin, p-inzulin, kyselina 9cis-11trans-13trans konjugovaná kyselina linolenová
- MÚ: Triterpenoidy cucurbitanového typu snižují inzulinovou rezistenci aktivací AMPK v adipocytech (16). Charantin, vicin a p-inzulin nemá známou přesnou funkci, avšak jejich směs vede ke snížení glykémie (17). 9cis-11trans-13trans konjugovaná kyselina linolenová působí jako PPAR- α aktivátor, zlepšující metabolismus lipidů v játrech (18). Dohromady všechny obsahové látky prokazují inzulinu podobný efekt (19), hypotenzní účinek (20) a snižují akumulaci lipidů v adipocytech inhibicí PPAR- γ (21).

Morušovník bílý (*Morus alba*) – kořenová borka, listy

- OL: 1-deoxynojirimycin (synonymum moranolin)
- MÚ: Moranolin zpomaluje vstřebávání sacharidů tenkým střevem inhibicí střevní α -glukosidázy (sukráza, maltáza, glukosyláza) (22).

Pískavice řecké seno (*Trigonella foenum-graecum*) – semena

- OL: rozpustná vláknina, 4-hydroxyisoleucin, diosgenin, trigonellin
- MÚ: Rozpustná vláknina zpomaluje vstřebávání sacharidů tenkým střevem, čímž zvyšuje glykemický index potravin obsahující tato semena (23). 4-hydroxyisoleucin stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu (24). Diosgenin má hypoglykemické a hypolipidemické vlastnosti (25) a snižuje lipoperoxidaci stěny aorty při diabetu (26). Trigonellin je alkaloid zlepšující regeneraci B-buňek pankreatu, stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu, aktivuje enzymy spojené s metabolismem sacharidů (27).

Skořicovník čínský (*Cinnamomum cassia*) – borka

- OL: polymer metyl hydroxychalconu, polymery polyfenolu typu-A
- MÚ: Polymer metyl hydroxychalconu je chalkonid, který snižuje inzulinovou rezistenci a vykazuje inzulinu podobný efekt (28). Polymery polyfenolu typu-A mají inzulinu podobný účinek (29).

Ženšen pravý (*Panax ginseng*) – kořen, plod

- OL: ginsenosidy Rb1, Re, Rg1, Rg3, Rh2
- MÚ: Ginsenosid Rb1 snižuje inzulinovou rezistenci zvýšením vychytávání glukózy inzulin-senzitivními buňkami, podporuje translokaci GLUT1 a GLUT4 a aktivuje signální dráhy inzulinu (30), stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu a potlačuje akumulaci triglyceridů v adipocytech (31). Ginsenosid Re vykazuje antihyperglykemický účinek a zlepšuje homeostázu glukózy (32), působí proti oxidativnímu stresu a snižuje hladinu krevních lipidů (33). Ginsenosid Rg1 stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu a potlačuje akumulaci triglyceridů v adipocytech (31). Ginsenosid Rg3 stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu uzavřením ATP sensitivního K⁺ kanálu a aktivací AMPK B-buňek pankreatu (34). Ginsenosid Rh2 stimuluje sekreci inzulinu v B-buňkách pankreatu uvolněním ace-

tylcholinu z nervových zakončení, který se váže na muskarinové M3 receptory B-buňek pankreatu (35), snižuje inzulinovou rezistenci a účinkuje proti obezitě inhibicí diferenciací adipocytů cestou inhibice PPAR- γ a aktivací AMPK adipocytů (36).

Souhrnný přehled metabolických účinků antidiabeticky působících rostlin poskytuje tabulka 4, upraveno (37).

Závěr

Existuje mnoho důvodů, proč současné možnosti fytoterapie diabetu nemají očekávaný úspěch. U obyvatel západního světa existuje určitá skepse, jelikož neexistuje dostatek znalostí o přesném mechanismu účinku jednotlivých bylin. Mnoho dat v klinických studiích je špatné metodologické kvality, nebo jsou z nekontrolovaných studií, a proto je nutné počkat na výsledky nových a kvalitnějších klinických studií. Část pacientů doplňuje konvenční terapii fytoterapií, často bez konzultace s diabetologem, přičemž léčba rostlinami má své nežádoucí účinky a možnost předávkování je stejná jako u konvenční terapie PAD. Výhody fytoterapie spočívají v tom, že rostliny obsahují skupinu účinných látek, které mohou působit citlivěji a na více funkčních systémech při polymorbiditě, která je u diabetu častá. Z terapeutického hlediska je fytoterapie oproti medikamentózní polypragmazi bezpečnější, avšak méně účinná.

Konkrétním příkladem z minulosti, kdy fytofarmakum vedlo k syntéze perorálního antidiabetika, je syntéza metforminu inspirovaného molekulou galeginu z *Galega officinalis*, byliny tradičně užívané v léčbě diabetu. Úspěchy ve fytoterapii DM1T se zdají být méně pravděpodobné než u DM2T. Jedním z hlavních cílů výzkumu rostlin s antidiabetickým účinkem je hledání účinných látek, které by se staly vhodnými kandidáty na syntetickou výrobu nových perorálních antidiabetik, dietních přípravků a vývoj nových léčebných strategií.

Grantová podpora

Podpořeno projektem specifického výzkumu na Masarykově univerzitě (MUNI/A/0886/2013) a projektem „CEITEC – Středoevropský technologický institut“ (CZ.1.05/1.1.00/02.0068) z Evropského fondu regionálního rozvoje.

Literatura

1. SÚKL. Souhrn údajů o přípravku – Diabetan. 2011 [cited 2013 26. 3.]; Available from: <http://www.sukl.cz/modules/medication/download.php?file=SPC23256.pdf&type=spc&as=diabetan-spc>.

Tabulka 4. Léčebný a předpokládaný účinek vybraných rostlin na glukózový metabolismus; upraveno podle (37), doplněno

Český název	Latinský název	Předpokládaný účinek
Skořicovník čínský	<i>Cinnamomum cassia</i> , <i>Cinnamomum verum</i> a další	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓ glykémii na lačno, ↓ postprandiální glykémii, ↓TK, ↓LDL, ↓TAG
Momordika	<i>Momordica charantia</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓ glykémii na lačno, ↓ postprandiální glykémii, ↓LDL, ↓TAG
Pískavice řecké seno	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓ glykémii na lačno, ↓LDL, ↓TAG
Gymnema	<i>Gymnema sylvestre</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓ glykémii na lačno, ↓ postprandiální glykémii, ↓LDL, ↓TAG, ↑ sekreci inzulinu
Česnek kuchyňský	<i>Allium sativum</i>	↓TK, ↓LDL
Ženšen	<i>Panax spp.</i>	↓TK
Jinan dvoulaločný	<i>Ginkgo biloba</i>	↓TK
Aloe pravá	<i>Aloe vera</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓ glykémii na lačno
Pelyněk estragon	<i>Artemisia dracunculus L.</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓ postprandiální glykémii
Opuncie	<i>Opuntia spp.</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓LDL, ↓TAG, ↓ postprandiální glykémii
Hoodia	<i>Hoodia gordonii</i>	↓ chuť k jídlu a tělesnou hmotnost
Ivy gourd	<i>Coccinia indica</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↓ glykémii na lačno
Brusnice borůvka	<i>Vaccinium myrtillus</i>	↑ inzulinovou senzitivitu, ↑ sekreci inzulinu, ↓ postprandiální glykémii, ↓LDL, ↓TAG
Legenda: ↓ = snižuje, ↑ = zvyšuje, ↓TK = snižuje krevní tlak, ↓LDL = snižuje LDL cholesterol, ↓TAG = snižuje triacylglyceroly		

2. Mooney MH, S Fogarty, C Stevenson, et al. Br J Pharmacol. 2008; 153: 1669–1677.
 3. Mika K, Fytoterapie pre lékařov 1991, Martin: Osveta. 381.
 4. Jayaprakasam B, SK Vareed, LK Olson, et al. J Agric Food Chem. 2005; 53: 28–31.
 5. Tsuda T, Y Ueno, H Kojo, et al. Biochim Biophys Acta. 2005; 1733: 137–147.
 6. Takikawa M, S Inoue, F Horio, et al. J Nutr. 2010; 140: 527–533.
 7. McDougall GJ, NN Kulkarni, and D Stewart. Biofactors. 2008; 34: 73–80.
 8. Ali M, KK Al-Qattan, F Al-Enezi, et al. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids. 2000; 62: 253–259.
 9. Ganapathy Saravanana PP, Gandhipuram Periasamy Senthilkumarb, Thatchinamoorthi Rajarajand. Journal of functional foods. 2009; 1: 336–340.
 10. Shanmugasundaram E, Rajeswari G, Baskaran K, et al. J Ethnopharmacol. 1990; 30: 281–294.
 11. Ramkumar KM, Vijayakumar RS, Ponmanickam P, et al. Basic Clin Pharmacol Toxicol. 2008; 103: 538–545.
 12. Daisy P, J Eliza, and KA Mohamed Farook. J Ethnopharmacol. 2009; 126: 339–344.
 13. Kurihara Y. Crit Rev Food Sci Nutr. 1992; 32: 231–252.
 14. Luo H, LF Wang, T Imoto, et al. World J Gastroenterol. 2001; 7: 9–15.
 15. Sugihara Y, H Nojima, H Matsuda, et al. J Asian Nat Prod Res. 2000; 2: 321–327.
 16. Leung L, R Birtwhistle, J Kotecha, et al. Br J Nutr. 2009; 102: 1703–1708.
 17. Krawinkel MB and GB Keding. Nutr Rev. 2006; 64: 331–337.

18. Chuang CY, Hsu C, Chao CY, et al. Journal of Biomedical Science. 2006; 13: 763–772.
 19. Basch E, S Gabardi, and C Ulbricht. Am J Health Syst Pharm. 2003; 60: 356–359.
 20. Ojewole JA, SO Adewole, and G Olayiwola. Cardiovasc J S Afr. 2006; 17: 227–232.
 21. Nerurkar PV, YK Lee, and VR Nerurkar. BMC Complement Altern Med. 2010; 10: 34.
 22. Kimura T, K Nakagawa, H Kubota, et al. J Agric Food Chem. 2007; 55: 5869–5874.
 23. Gopalpura P, B JC, Dubey S. Int J Diab Dev Ctries. 2009; 27: 41–45.
 24. Broca C, Gross R, Petit P, et al. Am J Physiol. 1999; 277: E617–623.
 25. Omoruyi FO. Plant Foods for Human Nutrition. 2008; 63: 135–140.
 26. Pari L, Monisha P, Mohamed Jalaludeen A. European Journal of Pharmacology. 2012; 691: 143–150.
 27. Zhou J, Chan L, Zhou S. Current Medicinal Chemistry. 2012; 19: 3523–3531.
 28. Jarvill-Taylor KJ, Anderson RA, Graves DJ. J Am Coll Nutr. 2001; 20: 327–336.
 29. Anderson RA, Broadhurst CL, Polansky MM, et al. J Agric Food Chem. 2004; 52: 65–70.
 30. Shang W, Yang Y, Zhou L, et al. J Endocrinol. 2008; 198: 561–569.
 31. Park S, IS Ahn, DY Kwon, et al. Biosci Biotechnol Biochem. 2008; 72: 2815–2823.
 32. Attele AS, Zhou YP, Xie JT, et al. Diabetes. 2002; 51: 1851–1858.

33. Cho WC, Chung WS, Lee SK, et al. Eur J Pharmacol. 2006; 550: 173–179.
 34. Park MW, Ha J, Chung SH. Biol Pharm Bull. 2008; 31: 748–751.
 35. Wen-Kung Lee S-TK, I-Min Liu, Juei-Tang Cheng. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology. 2006; 33: 27–32.
 36. Hwang JT, Kim SH, Lee MS, et al. Biochem Biophys Res Commun. 2007; 364: 1002–1008.
 37. Benzie IFF, Wachtel-Galor S, Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects, 2011, CRC Press: Boca Raton (FL).

Článek přijat redakcí: 7. 10. 2014
 Článek přijat k publikaci: 29. 10. 2014

PharmDr. Jana Kučerová, Ph.D.
 Farmakologický ústav, Lékařská fakulta,
 Masarykova Univerzita
 Kamenice 5, 625 00 Brno
 jkucer@med.muni.cz