

Vplyv vybraných polyfenolov na diabetes mellitus 2. typu

MUDr. Ľubomír Horák¹, RNDr. Anna Šarocká, PhD.²

¹MUDr. Ľubomír Horák, spol. s r. o., Vráble

²Katedra botaniky a genetiky, Fakulta prírodných vied a informatiky, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Diabetes mellitus 2. typu (DM2T) predstavuje rastúci problém verejného zdravia, ktorý je spojený so zvýšenou morbiditou a mortalitou. Celosvetová prevencia tohto ochorenia sa zvyšuje. Polyfenoly sú veľkou a heterogénnou skupinou fytochemikálií v čerstvom ovocí, zelenine a výrobkoch z nich. Obmedzený počet štúdií na ľuďoch odhalil, že polyfenoly môžu znížiť hyperglykémiu a zlepšiť akútnu sekréciu inzulínu a citlivosť na inzulín. Možné mechanizmy zahŕňajú zníženie črevnú absorpciu glukózy, inhibíciu trávenia sacharidov, stimuláciu sekrécie inzulínu, moduláciu uvoľňovania glukózy z pečene, aktiváciu inzulínových receptorov a absorpciu glukózy v tkanivách citlivých na inzulín, moduláciu intracelulárnych signálnych dráh a génovej expresie. Rastúce dôkazy naznačujú, že rôzne diétne polyfenoly môžu ovplyvniť koncentrácie glukózy v krvi na rôznych úrovniach a môžu tiež pomôcť kontrolovať a predchádzať diabetickým komplikáciám. Na určenie vplyvu potravín bohatých na polyfenoly, ich efektívnej dávky a mechanizmov v liečbe DM2T sú však potrebné ďalšie klinické štúdie.

Kľúčové slová: diabetes mellitus 2. typu, polyfenoly, antidiabetické agenty

Impact of selected polyphenols on type 2 diabetes mellitus

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a growing public health problem associated with increased morbidity and mortality. The worldwide prevalence of this disease is increasing. Polyphenols are a large and heterogeneous group of phytochemicals in fresh fruits, vegetables and their products. A limited number of human studies have revealed that polyphenols can reduce hyperglycemia and improve acute insulin secretion and insulin sensitivity. Possible mechanisms include reduced intestinal glucose absorption, inhibition of carbohydrate digestion, stimulation of insulin secretion, modulation of hepatic glucose release, activation of insulin receptors and glucose uptake in insulin-sensitive tissues, modulation of intracellular signaling pathways and gene expression. Growing evidence suggests that different dietary polyphenols can affect blood glucose concentrations at different levels and may also help control and prevent diabetic complications. However, further clinical studies are needed to determine the impact of polyphenol-rich foods, their effective dose and mechanisms in the treatment of T2DM.

Key words: type 2 diabetes mellitus, polyphenols, antidiabetic agents

Úvod

Diabetes mellitus (DM), závažné neprenosné ochorenie, predstavuje celosvetový zdravotný problém. Ide o chronickú metabolickú poruchu s alarmujúcim nárastom prevalence charakterizovanú hyperglykémiou v dôsledku narušeného účinku inzulínu, nedostatočnej produkcie inzulínu alebo ich kombinácie. V roku 2022 bolo na celom svete 830 miliónov ľudí s DM. Najčastejšou formou DM je DM 2. typu (DM2T), známy aj ako non-inzulín-dependný diabetes, ktorý predstavuje asi 90 % všetkých prípadov. Približne 80 % jedincov s DM2T žije v krajinách s nízkym a stredným príjmom, čo poukazuje na ekonomické nerovnosti spojené s jeho prevenciou. Je všeobecne známe, že obezita, zlá strava, fyzická nečinnosť, poškodené duševné zdravie a genetické predispozície sú zodpovedné za progresiu DM2T. Hlavným biologickým znakom DM2T je inzulínová rezistencia (zhoršená biologická odpoveď na inzulínovú stimuláciu cieľových tkanív), ktorá je spojená so zvýšenými koncentraciami reaktívnych foriem kyslíka (ROS), čo vedie k chronickému

oxidačnému stresu a zápalu. Superoxidový aniónový radikál ($O_2^{\bullet-}$), peroxid vodíka (H_2O_2), hydroxylový radikál ($\bullet OH$) a singletový kyslík (1O_2) patria medzi najbežnejšie ROS. Okrem toho nadbytok ROS môže tiež viesť k tvorbe oxidovaného lipoproteínu s nízkou hustotou – (LDL)–cholesterolu, ktorý je spojený s tvorbou aterosklerotických plakov. Ateroskleróza a súvisiace kardiovaskulárne ochorenia sú bežné komorbidity pri DM2T. Medzi ďalšie závažné chronické komplikácie DM2T patrí diabetická neuropatia, nefropatia a retinopatia, diabetická noha, osteoporóza, poškodenie pečene, náchylnosť na infekcie a niektoré druhy rakoviny (napr. pankreasu, pečene, hrubého čreva, endometria, prsníka, močového mechúra). Všetky spomínané sekundárne komplikácie sú tiež dôsledkom zvýšeného oxidačného stresu, ktorý vzniká v dôsledku nerovnováhy medzi produkciou ROS a antioxidačnou obranou. Vo všeobecnosti je enzymatický antioxidačný obranný systém rozhodujúci pri udržiavaní bunkovej redoxnej homeostázy a neutralizácii ROS. Medzi kritické zložky tohto systému patrí glutatiónperoxidáza (GPx), kataláza (CAT),

superoxiddismutáza (SOD), spolu so sirtuínmi a receptor-gama aktivovaným peroxizómovým proliferátorom (PPAR- γ) (1).

DM2T sa prejavuje dvoma hlavnými patologickými defektmi na molekulárnej úrovni, t.j. poruchou sekrécie inzulínu v dôsledku dysfunkcie β -buniek pankreasu a defektným pôsobením inzulínu v dôsledku abnormalít inzulínového receptora. Dysfunkcia β -buniek pankreasu je ovplyvnená stresom endoplazmatického retikula a mitochondriálnou dysfunkciou. V diabetickom stave dochádza k poruche tvorby glukózy v pečeni. Účinok inzulínu je znížený v pečeni a periférnych tkanivách, čo sa prejavuje zvýšenou hepatálnou glukoneogenezou a glykogenolýzou, nižším vychytávaním glukózy periférnymi tkanivami a zvýšením koncentrácií glukózy v krvi. Inzulínové receptory patria do rodiny receptorov s tyrozínkinázovou aktivitou. Po naviazaní inzulínu na jeho receptor dochádza ku konformačným zmenám receptora a autofosforylácii spolu s iniciáciou jeho tyrozínkinázovej aktivity. Tieto zmeny sú spojené s tyrozínovou fosforyláciou proteínov substrátu inzulínové-

ho receptora (IRS), spúšťajú intracelulárne signálne kaskády. V dôsledku aktivácie dráhy fosfatidylinozitol-3-kinázy (PI3K)/proteínkinázy B (PKB alebo Akt) sa aktivuje inzulín alebo inzulínu podobný rastový faktor 1 (IGF-1). Génová expresia a mitogénne účinky súvisiace s inzulínom sú regulované prostredníctvom mitogénom aktivovanej proteínkinázy/Ras dráhy. Inzulín je tiež schopný zvýšiť príjem glukózy do cieľových (napríklad kostrového svalstva, pečene, tukového tkaniva) tkanív aktiváciou signálnej dráhy PI3K/Akt, ktorá reguluje prenos glukózového transportéra typu 4 (GLUT4) z intracelulárnych kompartmentov na povrch bunkovej membrány. GLUT4 potom importuje glukózu do bunky (1).

Výživové antioxidanty v rôznych potravinových zdrojoch sa ukázali ako sľubné pri znižovaní oxidačného stresu, ako aj pri zlepšovaní kontroly glykémie moduláciou vnútrobunkových signálnych dráh, zosilnením oxidačného obranného systému a neutralizáciou ROS. Polyfenoly predstavujú veľkú a heterogénnu skupinu fytochemikálií v potravinách rastlinného pôvodu. Sú koncentrované v ovocí, zelenine, semenách, koreninách a nápojoch (tabuľka 1). Okrem toho majú silné oxidačné a protizápalové vlastnosti a konzumácia potravín bohatých na polyfenoly je spojená s nízkou prevalenciou metabolických stavov vrátane obezity, DM2T a hypertenzie (2, 4–20). Avšak tepelné spracovanie polyfenolov (varenie, dusenie a vyprážanie) vedie k výrazným zmenám ich účinku. Vyprážanie znižuje oxidačné aktivity pri všetkých sledovaných polyfenoloch, zatiaľ čo varenie a dusenie preukázali rôzne účinky na polyfenoly. Výsledky štúdie môžu byť použité pri vytváraní odporúčaní o metódach spracovania potravín, ktoré sa majú zvoliť na zachovanie zdravotných výhod ovocia a zeleniny (3). Vzhľadom na bohaté pozitívne účinky polyfenolov a súčasne ich degradáciu pri tepelnom spracovaní sú mnohé komerčne dostupné aj vo forme potravinových doplnkov.

Polyfenoly ako antidiabetické agenty

Nedávne štúdie naznačujú, že diétne polyfenoly hrajú dôležitú úlohu pri liečbe DM2T prostredníctvom mechanizmov závislých od inzulínu aj nezávislých od inzulínu (tabuľka 2). Prístupy závislé od inzulínu zahŕňajú ochranu pankreatických β -buniek

a podporu ich proliferácie, zníženie apoptózy pankreatických β -buniek, zmiernenie oxidačného stresu, aktiváciu inzulínovej signalizácie a stimuláciu sekrécie inzulínu. Mechanizmy nezávislé od inzulínu zahŕňajú inhibíciu absorpcie glukózy, tráviacich enzýmov a tvorbu pokročilých konečných produktov glykácie (AGE), modifikáciu zápalovej odpovede a reguláciu črevnej mikrobioty. Okrem toho majú diétne polyfenoly schopnosť zmierniť niekoľko závažných sekundárnych komplikácií DM2T. Vplyv vybraných polyfenolov na DM2T je zhrnutý v tabuľke. Presnejšie povedané, polyfenoly zmiernujú inzulínovú rezistenciu niekoľkými mechanizmami. Môžu slúžiť ako inhibítory fosforylácie proteínov, promótor translokácie GLUT4, zosilňovače fosforylácie Akt a účinné lapače ROS. Sú schopné chrániť pankreatické β -bunky pred oxidačným stresom prostredníctvom antioxidantných účinkov a aktiváciou signalizácie antiapoptózy. Vo všeobecnosti polyfenoly potláčajú produkciu prozápalových cytokínov, ako je interleukín (IL)-6, IL-8, tumor nekrotizujúci faktor alfa (TNF- α), prostredníctvom inhibovanej aktivácie mitogénom aktivovaných proteínkináz (MAPK) a nukleárných dráh faktora kappa B (NF- κ B) a následne redukovujú zápalové procesy. Stimulujú sekréciu inzulínu prostredníctvom regulácie adenosín 5'-monofosfátom aktivovanej proteínkinázy (AMPK) a znižujú oxidačné poškodenie pankreatických β -buniek, čím zachovávajú integritu β -buniek. Stimulácia uvoľňovania inzulínu pravdepodobne nastáva prechodnou inhibíciou ATP-senzitívnych K^+ kanálov a stimuláciou Ca^{2+} celých buniek. Polyfenoly tiež modulujú produkciu glukózy v pečeni zvýšením regulácie karnitín palmitoyltransferázy 1- β a acyl-CoA oxidázy 1 a znížením regulácie fosfoenolpyruvátcarboxylázy a glukózo-6-fosfatázy. Ďalej slúžia ako inhibítory enzýmov tráviacich uhľohydrátov a absorpcie glukózy prostredníctvom interakcie s α -amylázou, α -glukozidázou a sodíkovým závislým transportérom glukózy 1 (SLGT1). Okrem toho aktivujú receptory vychytávania glukózy v tkanivách citlivých na inzulín. Polyfenoly z guava čaju, kávy, kakaa, olivového oleja, propolisu, červeného vína, čokolády, čučoriedok a hroznových semien preukázali antidiabetické účinky u pacientov s DM2T zvýšením metabolizmu glukózy, znížením inzulínovej rezistencie, HbA1c a zlepšením vaskulárnej funkcie (2, 4–20).

Tabuľka 1. Výskyt vybraných polyfenolov v potravinách

Polyfenol	Výskyt mg/kg
Kvercetin	Žltá cibuľa (350 – 1200)
Kaempferol	Kel kučeravý (300 – 600)
Myricetin	Pór (30 – 225) Cherry rajčiny (15 – 200) Brokolica (40 – 100)
Epikatechín	Čokoláda (460 – 610) Fazuľa (350 – 550) Mrkva (100 – 250) Čerešne (20 – 220)
Daidzeín	Sójová múka (800 – 1800)
Genisteín	Sójové mlieko (30 – 175) Tofu (80 – 700)
Kyselina chlorogénová	Čučoriedky (2000 – 2200)
Kyselina kávová	Kivi (600 – 1000) Rajčiny (180 – 1150) Slivky (140 – 1150) Jablká (50 – 600)

Záver

Vybrané klinické štúdie naznačujú, že strava obohatená o polyfenoly je spojená s mnohými zdravotnými výhodami. Pri DM2T sa preukázalo, že rôzne polyfenoly (napr. kvercetin, kaempferol, rutín, genisteín, daidzeín, antokyanín, kurkumín, kyselina elagová, kyselina kávová, kyselina chlorogénová, resveratrol) znižujú hyperglykémiu, zvyšujú citlivosť na inzulín a zlepšujú sekréciu inzulínu ROS a znižujú chronický zápal. Ich ďalšie antidiabetické účinky sú zvýšenie metabolizmu glukózy, zníženie inzulínovej rezistencie, HbA1c, zlepšenie funkcie ciev. V tomto smere je potrebný ďalší výskum na objasnenie týchto vzájomných interakcií. Možno však konštatovať, že príjem polyfenolov v strave môže zmierniť zjavné klinické príznaky DM2T, ako aj jeho sekundárne komplikácie. To naznačuje, že hrajú dôležitú ochrannú úlohu v liečbe DM2T.

Konflikt záujmov: Autori nemajú potenciálny konflikt záujmov.

Literatúra

- Ahmad E, Lim S, Lamptey R, et al. Type 2 diabetes. The Lancet. 2022;400(10365):1803–1820.
- Lee K-H, Park E, Lee H-J, et al. Effects of Daily Quercetin-Rich Supplementation on Cardiometabolic Risks in Male Smokers. Nutr Res Pract. 2011;5:28–33. doi:10.4162/nrp.2011.5.1.28.
- Gunathilake KDPP, Somathilaka Ranaweera KKD, Vasantha Rupasinghe HP. Effect of different cooking methods on polyphenols, carotenoids and antioxidant activities of selected edible leaves. Antioxidants. 2018;7(9):117.
- Bazyar H, Zare Javid A, Ahangarpour A, et al. The Effects of Rutin Supplement on Blood Pressure Markers, Some Serum Antioxidant Enzymes, and Quality of Life in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus Compared with Placebo. Front. Nutr. 2023;10. doi:10.3389/fnut.2023.1214420.
- Sattanathan K, Dhanapal CK, Umarani R et al. Beneficial Health Effects of Rutin Supplementation in Patients with Diabetes Mellitus. Journal of Applied Pharmaceutical Science. 2011.

Tabuľka 2. Zoznam klinických štúdií polyfenolov vo vzťahu k DM2T

Klinická štúdia	Aplikovaná dávka	Získané výsledky	Literatúra
XDM jedinci 30 – 60 rokov (n = 92)	kvercetín 100 mg/denne počas 10 týždňov	↓ GLU ↓ CHOL ↓ LDL ↑ HDL	(2)
DM pacienti Vek – X (n = 50)	kaempferol 1 g/denne počas 3 mesiacov	↑ GPx ↑ SOD	(3)
DM pacienti Vek – X (n = 50)	rutín 500 mg/denne počas 3 mesiacov	↓ FBG ↓ HbA1c ↓ TG ↓ CHOL ↓ IL-6 ↓ MDA	(3)
DM pacienti 45 – 50 rokov (n = 30)	rutín 500 mg/denne počas 60 dní	↓ FBG ↓ systolický a diastolický tlak ↑ HDL	(4)
XDM jedinci 40 – 80 rokov (n = 37)	epikatechín 100 mg/denne počas 4 týždňov	↓ inzulínová rezistencia	(5)
XDM ženy 53,91 ± 3,94 rokov (n = 50)	genisteín 54 mg/denne počas 24 týždňov	↓ FBG ↓ bazálne hodnoty inzulínu ↑ HDL	(6)
DM pacienti 40 – 65 rokov (n = 599)	daidzeín ≤ 5,2 mg/denne 5,3 – 9,8 mg/denne > 9,8 mg/denne počas 2 rokov	↓ DM2T	(7)
DM pacienti 56 – 67 rokov (n = 58)	antokyanín 320 mg/denne počas 24 týždňov	↓ TG ↓ LDL ↓ FBG ↓ ROS ↑ antioxidantná kapacita	(8)
Prediabetickí jedinci 40 – 75 rokov (n = 160)	antokyanín 320 mg/denne počas 12 týždňov	↓ HbA1c ↓ LDL ↓ apo A1 ↓ apo B	(9)
Metaanalýza (10 štúdií) XDM jedinci > 18 rokov (n = 363)	kyselina chlorogénová (extrakt zo zelených kávových zŕn) 100 – 1000 mg/denne počas 2 až 16 týždňov	↓ FBG ↓ inzulín ↑ Matsudov index	(10)
Pacienti s IGT 30 – 60 rokov (n = 30)	kyselina chlorogénová 400 mg 3x/denne počas 12 týždňov	↓ FBG ↓ LDL ↓ TG ↑ inzulínová citlivosť	(11)
Metaanalýza (3 štúdie) DM pacienti Vek – X (n = 93)	kyselina kávová (propolis) 300 a 400 mg počas 2, 3, a 6 mesiacov	↓ FBG ↓ HbA1c ↓ Matsudov index ↑ 2-DG príjem ↑ GPx	(12)
XDM jedinci 24 – 55 rokov (n = 44)	kyselina elagová 180 mg/denne počas 8 týždňov	↓ GLU, inzulín ↓ HbA1c, MDA ↓ CHOL, TG ↓ LDL, C-reaktívny proteín ↓ TNF-α, IL-6 ↑ TAC, SOD, GPx	(13)
Metaanalýza (22 štúdií) XDM jedinci > 18 rokov (n = 1600)	kurkumín 0,08 g – 2 g/denne počas 4 až 30 týždňov	↓ FBG ↓ HbA1c ↓ inzulín	(14)
DM pacienti 40 – 70 rokov (n = 53)	kurkumín 1500 mg/denne počas 10 týždňov	↓ FBG	(15)
DM pacienti 40 – 69 rokov (n = 10)	resveratrol 3 g/denne počas 12 týždňov	↑ AMPK ↑ SIRT1	(16)
DM pacienti > 18 rokov (n = 19)	resveratrol 10 mg/denne počas 4 týždňov	↑ inzulínová citlivosť ↓ ROS	(17)
DM pacienti 30 – 70 rokov (n = 62)	resveratrol 250 mg/denne počas 3 mesiacov	↓ HbA1c ↓ CHOL ↓ celkový proteín	(18)
DM pacienti 20 – 65 rokov (n = 192)	resveratrol 40 a 500 mg/denne počas 6 mesiacov	↓ glukóza v krvi ↓ HbA1c ↓ HDL ↓ inzulínová rezistencia	(19)

AMPK – adenosín 5-monofosfát aktivovaná proteínkináza, apo A1 – apolipoproteín A1, apo B – apolipoproteín B, DM – diabetes mellitus, FBG – koncentrácia glukózy v krvi nalačno, GLU – glukóza, GPx – glutatión peroxidáza, HbA1c – glykovaný hemoglobín, HDL – HDL cholesterol, HOMA-IR – hodnotenie homeostatického modelu inzulínovej rezistencie, CHOL – cholesterol, IGT – nepárová glukózová tolerancia, IL-6 – interleukín 6, LDL – LDL cholesterol, MDA – malondialdehyd, ROS – reaktívne formy kyslíka, SIRT1 – sirtuín 1, SOD – superoxid dismutáza, DM2T – diabetes mellitus 2. typu, TAC – celková kapacita antioxidantov, TG – triglyceridy, TNF-α – tumor necrosis factor α, X – neuvedený, XDM – anti-diabetickí jedinci

- Dower JI, Geleijnse JM, Gijssels L, et al. Effects of the Pure Flavonoids Epicatechin and Quercetin on Vascular Function and Cardio-metabolic Health: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Crossover Trial. *Am J Clin Nutr*. 2015;101:914-921. doi:10.3945/ajcn.114.098590.
- Villa P, Costantini B, Suriano R, et al. The Differential Effect of the Phytoestrogen Genistein on Cardiovascular Risk Factors in Postmenopausal Women: Relationship with the Metabolic Status. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94:552-558. doi:10.1210/jc.2008-0735.
- Nguyen T-TA, Ha MT, Park S-E, et al. Stilbenes with Potent Protein Tyrosine Phosphatase-1B Inhibitory Activity from the Roots of Polygonum Multiflorum. *J. Nat. Prod*. 2020;83:323-332. doi:10.1021/acs.jnatprod.9b00777.
- Li D, Zhang Y, Liu Y, et al. Purified Anthocyanin Supplementation Reduces Dyslipidemia, Enhances Antioxidant Capacity, and Prevents Insulin Resistance in Diabetic Patients 1, 2, 3. *The Journal of Nutrition*. 2015;145:742-748. doi:10.3945/jn.114.205674.
- Yang L, Ling W, Yang Y, et al. Role of Purified Anthocyanins in Improving Cardiometabolic Risk Factors in Chinese Men and Women with Prediabetes or Early Untreated Diabetes – A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2017;9:1104. doi:10.3390/nu9101104.
- Chen Y, Zhao Y, Wang Y, et al. The Influence of Green Coffee Bean Extract Supplementation on Blood Glucose Levels: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Phytotherapy Research*. 2020;34:2159-2169. doi:10.1002/ptr.6667.
- Zuñiga LY, Aceves-de la Mora MCA, González-Ortiz M, et al. Effect of Chlorogenic Acid Administration on Glycemic Control, Insulin Secretion, and Insulin Sensitivity in Patients with Impaired Glucose Tolerance. *Journal of Medicinal Food*. 2018;21:469-473. doi:10.1089/jmf.2017.0110.
- Ganguly R, Singh SV, Jaiswal K, et al. Modulatory Effect of Caffeic Acid in Alleviating Diabetes and Associated Complications. *World Journal of Diabetes*. 2023;14:62-75. doi:10.4239/wjv.14.i2.62.
- Ghadimi M, Foroughi F, Hashemipour S, et al. Randomized Double-Blind Clinical Trial Examining the Ellagic Acid Effects on Glycemic Status, Insulin Resistance, Antioxidant, and Inflammatory Factors in Patients with Type 2 Diabetes. *Phytotherapy Research*. 2021;35:1023-1032. doi:10.1002/ptr.6867.
- Zheng X, Zhu J, Haedi AR, et al. The Effect of Curcumin Supplementation on Glycemic Indices in Adults: A Meta-Analysis of Meta-Analyses. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 2024;175:106908. doi:10.1016/j.prostaglandins.2024.106908.
- Hodaei H, Adibian M, Nikpayam O, et al. The Effect of Curcumin Supplementation on Anthropometric Indices, Insulin Resistance and Oxidative Stress in Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized, Double-Blind Clinical Trial. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2019;11:41. doi:10.1186/s13098-019-0437-7.
- Goh KP, Lee HY, Lau DP, et al. Effects of Resveratrol in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus on Skeletal Muscle SIRT1 Expression and Energy Expenditure. 2014. doi:10.1123/ijsnem.2013-0045.
- Brasnyó P, Molnár GA, Mohás M, et al. Resveratrol Improves Insulin Sensitivity, Reduces Oxidative Stress and Activates the Akt Pathway in Type 2 Diabetic Patients. *Br J Nutr*. 2011;106:383-389. doi:10.1017/S0007114511000316.
- Bhatt JK, Thomas S, Nanjan MJ. Resveratrol Supplementation Improves Glycemic Control in Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrition Research*. 2012;32:537-541. doi:10.1016/j.nutres.2012.06.003.
- Movahed A, Nabipour I, Lieben Louis X, et al. Antihyperglycemic Effects of Short-Term Resveratrol Supplementation in Type 2 Diabetic Patients. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2013;2013:851267. doi:10.1155/2013/851267.

Článok je prevzatý z:
Via pract., 2025;22(1):10-12

RNDr. Anna Šarocká, PhD.

Katedra botaniky a genetiky,
Fakulta prírodných vied
a informatiky, Univerzita
Konštantína Filozofa v Nitre
Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
saroeka.anna@gmail.com

