

**BORŮVKY – SOUČASNÉ NÁZORY NA JEJICH FYTOCHEMICKÝ  
POTENCIÁL A ZDRAVOTNÍ VÝZNAM****BILBERRY – CONTEMPORARY OPINIONS CONCERNING ITS PHYTOCHEMICAL  
POTENTIAL AND IMPORTANCE FOR HEALTH****Hana Kalová<sup>2, 6</sup>, Brigita Janečková<sup>2</sup>, Petr Petr<sup>1, 2</sup>, Miroslav Verner<sup>3</sup>, Jarmila Bočková<sup>4</sup>,  
Alena Seberová<sup>5</sup>, Jan Reban<sup>7</sup>**<sup>1</sup>Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, katedra klinických a preklinických oborů<sup>2</sup>Nemocnice České Budějovice, a. s., pracoviště klinické farmakologie<sup>3</sup>Nemocnice České Budějovice, a. s., centrální laboratoře<sup>4</sup>Jednota, s. d., České Budějovice<sup>5</sup>Městský úřad města Borovany<sup>6</sup>Nadační fond EMA České Budějovice<sup>7</sup>DPS Hvízdal, České Budějovice**Summary**

The authors present a brief outline summarizing contemporary knowledge and concepts concerning beneficial effects of the bilberry on the human health. They compare their effects on the brain and nervous system and on the mnemonic, cognitive and sensory functions (with a special regard to the sight), locomotor functions (with a special regard to the balance and gait), anti-sclerotic, cardioprotective and angioprotective effects, potential anti-cancer effects and general protective effects (with a special regard to the ageing process). Contents of micronutrients present in the bilberry for the health are detailed. Differences in the importance of micronutrients and further effective substance are explained based on the RDA (Recommended Daily Allowance) value. Basic and well attainable literature is quoted, which offers detailed outlines of effective phytochemical substances in the bilberry and of the botanic classification and variations. History of the bilberry domestication is briefly mentioned. Interconnections between applied research in agricultural and health sectors are shown with the aim to achieve maximum beneficial effects of food containing the bilberry on the human health. The outline includes preventive as well as possible curative use of the traditional natural plant product in practice. Basic material is presented elucidating the existing interest in the bilberry in the contemporary world of electronic information and sources accessible to the public. Detailed analyses of the experimental material available obtained in experiments in animals as well as in the human use made it possible to establish an approximate beneficial effective daily dose of the bilberry in man (120 ml native berries of *Vaccinium myrtillus* for person and day). Possible critical reservations aimed at the efficacy of phytochemical substances in the bilberry due to their anti-oxidative potential are mentioned and discussed. Experimental verification of the importance of phytochemical substances comprised in the bilberry for health is quoted and discussed. Possible effects of the food preparation on the efficacy of the bilberry intake in practice (phytochemical intake) are briefly discussed.

*Key words: bilberry – European blueberry – Vaccinium myrtillus – importance for human health – prevention – mental functions – physical functions – ageing*

**Souhrn**

Autoři v přehledné stručné formě shrnují současné poznatky a představy o příznivém vlivu borůvek na lidské zdraví. Pojednávají o jejich účincích na mozek a nervový systém, dále na funkce mnestické, kognitivní, smyslové – se zvláštním ohledem na zrak, pohybové – se zvláštním ohledem na rovnováhu a chůzi, účinky antisklerotické, kardio- a angioprotektivní, potenciální účinky protinádorové a účinky celkově protektivní – se zvláštním zřetelem k procesu stárnutí – ageing. Podrobně je pojednáno o obsahu mikronutrientů v borůvkách. Rozdíl mezi zdravotním významem mikronutrientů a dalších účinných látek je vysvětlen a objasněn na podkladě ukazatele – doporučený denní příjem (RDA, recommended daily allowance). V podrobnostech je odkázáno na základní a přitom dobře dostupnou literaturu poskytující podrobný přehled jak účinných fytochemik v borůvkách, tak jejich botanické zařazení a variace. Historie domestikace borůvek je krátce připomenuta. Poukazuje se na propojení aplikovaného výzkumu v rezortech zemědělství a zdravotnictví s cílem maximalizovat příznivé vlivy stravy obsahující borůvky na lidské zdraví. Přehled zahrnuje jak preventivní, tak možné kurativní/léčebné využití tradičního rostlinného přírodního produktu v praxi. Uveden je podkladový materiál, osvětlující současný zájem o borůvky ve světě elektronických, veřejně dostupných informací a zdrojů. Podrobnou analýzou dostupného experimentálního materiálu jak v pokusu na zvířeti, tak při použití u člověka se dochází k přibližné příznivě účinné denní dávce borůvek u člověka (120 ml nativních plodů borůvek – *Vaccinium myrtillus*, na osobu a den). Možné kritické výhrady k významu fytochemik v borůvkách pro jejich antioxidační potenciál jsou uvedeny a diskutovány. Experimentální potvrzení zdravotního významu vlastních, v borůvkách obsažených fytochemik, je citováno a diskutováno. Možný vliv kuchyňské úpravy na účinnost příjmu borůvek v praxi (fytochemical intake) je stručně diskutován.

*Klíčová slova: borůvky – brusnice borůvka – Vaccinium myrtillus – zdravotní význam – prevence – duševní funkce – tělesné funkce – stárnutí*

**ÚVOD**

Bobulovité měkké plody obecně, zvláště pak borůvky (brusnice borůvka, *Vaccinium myrtillus*), jsou vydatným zdrojem polyfenolů, mikronutrientů a vlákniny (Beattie et al., 2005; Giongo et al., 2006; Basu et al., 2010; Agarwal, 2011). Třídění, nomenklatura a terminologie jednotlivých kultivarů rodu brusnice/*Vaccinium* jsou podrobně zpracovány skupinou autorů Gionga et al. (2006). Ve svém obširném sdělení referují o vlastnostech 58 genotypů co do typických hortikulturních rysů a o 38 genotypech co do obsahu polyfenolů. Zatímco u mikronutrientů – především u vitaminů a vlákniny – je zdravotní význam jejich přívodu potravou obecně znám a zohledňován, zůstávají polyfenoly v bobulovitých plodech domácího původu poněkud zastíněny dosud trvající vlnou zájmu o tzv. francouzský paradox, totiž pozitivní vliv červeného vína na lidské zdraví (Balík et al., 2008). Obecně lze říci, že tmavě zbarvené plody obsahují polyfenoly, kterým vděčí jak za svoji barvu (modrou,

purpurovou, červenou), tak za pozitivní zdravotní účinky fytochemického příjmu při požití do organismu (Sborník souhrnů sdělení, 2002, Beattie et al., 2005; Giongo et al., 2006; Ronis et al., 2006; Quideau et al., 2011). Polyfenoly mají u rostlin charakter fytoalexinů – jsou to látky, kterými se rostliny brání proti škodlivinám a škůdcům. Proto jsou na polyfenoly bohatá vína/hrozny vinné révy, napadené ušlechtilou plísní (*Botrytis cinerea*) (Delmas et al., 2006).

**Mikronutrienty** jsou takové složky potravy, které v případě jejich nepřítomnosti ve stravě vyvolávají příznaky deficitu. Je u nich tedy možno stanovit doporučovanou denní dávku – doporučovaný denní příjem (RDA – recommended daily allowance). Co se mikronutrientů týče, nutno zdůraznit, že borůvky jsou tak významným zdrojem vitaminu C, že doslova „hrst“ borůvek zajistí RDA u dospělého člověka (Beattie et al., 2005). Jelikož vitamin C má významnou antioxidační aktivitu a působí jako kofaktor hydroxylačních reakcí, má příznivý a přímý dopad na mnoho procesů

v lidském těle. Jde zejména o tvorbu kolagenu, syntézu hormonů, aktivitu imunního systému, vstřebávání železa, shlukování/agregaci trombocytů, vznik a tvorbu trombu, dále o preventivní účinky chránící před vznikem ischemické choroby srdeční, osteoporózy a v neposlední řadě i nádorových onemocnění (Beattie et al., 2005; Quideau et al., 2011). Dalšími mikronutrienty v borůvkách jsou vitaminy skupiny B a kyselina listová. Borůvky jsou tedy dobrým, dostupným a významným nutričním faktorem, který může snižovat hladinu homocysteinu, a tak napomáhat snížení rizika výskytu poruch nervového systému u novorozenců, výskytu ischemické choroby srdeční a zřejmě i nádorů (Beattie et al., 2005; Basu et al., 2010; Quideau et al., 2010). Na rozdíl od mikronutrientů jsou polyfenoly skupinou látek s příznivým účinkem na lidské zdraví, u kterých však nelze stanovit RDA a při jejichž nízkém přívodu do organismu nevznikají příznaky deficiencie.

**Polyfenoly**, přítomné v borůvkách a dalších bobulovitých plodech jako anthocyaniny, flavonoidy a resveratrol, lze tedy připodobnit k lékům. Jde totiž z farmakologického hlediska o „xenobiotika“ a jejich přívod do organismu se označuje jako přívod fytochemik – phytochemical intake. Jsou předmětem soustředěného zájmu výzkumných institucí v rezortech zemědělství a zdravotnictví. Jsou spolu s tzv. nutraceutiky-probiotiky, prebiotiky a synbiotiky (Petr et al., 2010) součástí širšího konceptu funkčních potravin – functional foods (Functional Foods Research in ARS, 2010; Wood, 2011). V obecné rovině je příznivý účinek polyfenolů důsledkem jejich schopnosti dodávat vodík ze svých hydroxylových skupin do volných radikálů a tím snižovat jejich vysokou oxidační kapacitu (Balík et al., 2008). Preventivní a protektivní/léčivý účinek polyfenolů lze pozorovat jak v přístupu populačním, založeném na kvantifikaci výskytu určitých chorob a stavů v populacích, které se vzájemně liší co do příjmu polyfenolů v potravě (Beattie et al. 2005; Basu et al., 2010), tak v experimentálním uspořádání v pokusu na zvířeti (Sweeney et al, 2002; Wang et al., 2005; Han et al., 2006; Ronis et al., 2006; Xie et al., 2011; Paturi et al., 2012) a ve sledování a hodnocení u člověka (Lotito, Frei, 2006; Karlsen et al., 2010). Borůvky mají u člověka

prokázaný či důvodně předpokládaný příznivý vliv na mozek a nervový systém, na funkce mnestické a kognitivní. Příznivě ovlivňují i smysly, zejména zrak. Mají příznivý vliv na udržování rovnováhy a na schopnost rytmické pravidelné chůze. Působí preventivně proti pádům a napomáhají předcházet i úrazům v důsledku pádu. Mají významné příznivé účinky na systém kardiovaskulární. Snižují riziko výskytu aterosklerózy, ischemické choroby srdeční, mají účinky obecně angioprotektivní a kardioprotektivní. Zajímavý a provokující je jejich možný příznivý účinek protinádorový. Vzhledem k demografickému vývoji je potenciálně velmi slibný a důležitý jejich obecně protektivní účinek na lidský organismus, který zabraňuje projevům stárnutí (anti-ageing effect). Pro tyto svoje vlastnosti a pro výborné vlastnosti kulinářské/organoleptické jsou borůvky usilovně domestikovány. Nejvíce zkušeností v tomto ohledu bylo nashromážděno ve Spojených státech a v Kanadě. Základní fundus literatury týkající se domestikace borůvek je uchovávan v Historické sbírce kanadské Národní zemědělské knihovny – Historic Collection of National Agricultural Library (Kaplan, 2011). Obsah fytochemik v jednotlivých kultivarech borůvek se dramaticky liší. Prokazuje se, že nejméně polyfenolů obsahují domestikované borůvky z Britské Kolumbie v Kanadě, zatímco evropské borůvky jsou na polyfenoly (vyjádřeno jako trans-resveratrol) velmi bohaté (Lyons et al., 2003).

#### **Borůvky a nervový systém**

Jedním z nejnovějších a zřejmě i nejzajímavějších zjištění je skutečnost, že v mozku savců existují specifická vazebná místa pro polyfenoly, včetně resveratrolu (Han et al., 2006). To je zřejmě podkladem pro příznivý účinek polyfenolů na mozek a nervový systém. I u člověka jsou pozorovány takovéto příznivé účinky, zejména ve vztahu k neurologickým poruchám, které se objevují častěji se stoupajícím věkem. Jsou to například makulární degenerace, mozková mrtvice a demence (Han et al., 2006). Povzbuzující jsou zejména zjištění, že dietní suplementace borůvkami má protektivní účinky na ischemické poškození mozku (Wang et al., 2005). Příznivý vliv borůvek na neurologické funkce, zejména na dysfunkce,

kteří se objevují se stoupajícím věkem, uvádějí i Beattie et al. (2005). Dokumentují, že v pokusu na zvířeti jsou navozeny příznivé účinky borůvek na s věkem nastupující poruchy učení, paměťových funkcí, motoriky a neuronálního převodu vzruchu (Beattie et al., 2005). Souhrnný náhled na příznivý vliv borůvek ve smyslu zpomalení stárnutí mozku a mozkových funkcí přináší Greenwell v editorialem článku *Life Extension Magazine* z března 2000 (Greenwell, 2000). Čerstvé nejnovější pokroky v průkazu příznivého vlivu borůvek, které jsou schopny zabránit úpadku kognitivních funkcí, ke kterému dochází s přibývajícím věkem, dokumentují Willis et al. (2009). V popředí je především příznivé ovlivnění paměti.

#### **Borůvky a zrak**

Samostatným okruhem problematiky zůstává předpokládaný příznivý účinek borůvek na zrak. V anglosaských zemích je součástí tradice ústního podání vzpomínka a vyprávění, že britští letci úmyslně jedli před nočními lety borůvkový džem či jiné borůvkové produkty, aby docílili zostření visu a zlepšení nočního vidění (Greenwell, 2000). (Za druhé světové války měla RAF – Royal Air Force a USAF – United States Air Force rozdělené úkoly. Britové útočili v noci, Američané ve dne.) Výstižnou přezdívku pro borůvky je v anglosaské literatuře výraz „true eye-openers – skutečné otevírače očí“ (ibid.) Borůvky jsou doposud i v armádních veřejně přístupných zdrojích uváděny jako prostředek, kterým lze příznivě ovlivnit oči a visus (Herbs, 2012). Příznivý účinek borůvek na zrak se vysvětluje jednak příznivým vlivem na rodopsin (Greenwell, 2000) a dále optimalizací/snížením glykémie zejména u diabetiků (ibid.). Noční vidění a jeho možné příznivé ovlivnění borůvkami studuje v současné době výzkumná skupina dr. Wilhelminy Kaltové ve výzkumné instituci Atlantic Food and Horticultural Research Centre, Kentville, Nova Scotia, Canada (Kalt, 2010).

#### **Borůvky a udržování rovnováhy**

Udržení a udržování rovnováhy a s nimi související předcházení pádům je jedním z velkých problémů současné medicíny a sociální

práce. Touto otázkou a problémem se zabývají celé vědecké týmy. Zejména u seniorů je péče o řádné udržení rovnováhy tou nejlepší prevencí pádů a s nimi spojených úrazů (Klán, Topinková, 2003; Tinetti, 2003; Topinková, 2005). Každá intervence či opatření, kterými lze rovnováhu zlepšit a riziko pádu snížit, má tedy velký celospolečenský význam. Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích vydává dokonce specializovaný časopis, věnovaný prevenci násilí a úrazů (*Prevence úrazů, otrav a násilí*).

Mary E. Tinettiová vyvinula, validovala a v praxi odzkoušela diagnostický nástroj ke kvantifikaci rizika pádů v důsledku porušení schopnosti udržet rovnováhu (Tinetti, 2003). Tento nástroj (jde o diagnostickou skórovací tabulku) je dostupný a používán i v českojazyčné formě/mutaci (Topinková, 2005). Stejný nástroj používají i autoři tohoto sdělení. Zlepšení rovnováhy spojené s příjmem borůvek je zřejmě způsobeno nejen jejich přímým účinkem na nervovou tkáň, ale i s jejich účinkem zlepšujícím prostorovou představivost a paměť (Bauer, 2011).

Pro přímý účinek borůvek na schopnost udržet rovnováhu i se stoupajícím věkem byl vytvořen důvtipný a přesvědčivý experimentální model. Speciálně vyvinutý druh krysy, tzv. Fisherova krysa, je výborným modelem pro studování vlivu věku na rovnováhu. Krysy tohoto druhu jsou ve věku 19 měsíců tak staré, že to odpovídá lidskému věku 60 až 65 let. Podáváme-li těmto krysám borůvky v dávce, která by u člověka činila 120 ml borůvek v syrovém stavu denně, zjistíme, že po 2 měsících – tedy ve věku 21 měsíc, což odpovídá lidskému věku 70–75 let – prakticky nezestárly co do schopnosti udržet rovnováhu. Tento model je ve výzkumnické hantýrce přezdíván „krysi cirkus“. Pokusná zvířata v tomto uspořádání udržují rovnováhu na úzké tyči kulatého profilu a měří se doba, po kterou rovnováhu udrží. Test má dvě části: při první je tyč pevně fixována, při druhé části testu rotuje kolem dlouhé osy. Skupina pokusných zvířat, které byly podávány borůvky, udrží rovnováhu dvakrát déle nežli skupina bez této intervence. Výsledky jsou překvapivé a povzbudivé i v dalším pokusném modelu, kdy pokusná zvířata kráčeji po úzké tyči. „Mladé krysy“

udrží rovnováhu průměrně 13 vteřin. „Staré krysy“ udrží rovnováhu v průměru 5 vteřin. Pokud je skupině „starých krys“ podáván extrakt z borůvek, udrží rovnováhu po dobu 11 vteřin. Tento jev byl v pokusném uspořádání docílen jen s borůvkami. V kontrolních skupinách intervenovaných jahodami, špenátem či brokolicí se podobné příznivé ovlivnění rovnováhy nedostavuje (Greenwell, 2000). Fytochemické látky (polyfenoly) v borůvkách přítomné zlepšují neuronální funkce i celkově činnost mozku. Dokumentuje se jejich příznivý účinek zejména na paměť (Beattie et al., 2005; Bauer, 2011).

### **Borůvky a kardiovaskulární systém**

Příznivé účinky polyfenolů, fytochemik z měkkých bobulovitých plodů, na kardiovaskulární systém jsou nejznámější u vinných hroznů a vína (Balík et al., 2008). Borůvky však za svými známějšími konkurenty nijak v tomto ohledu nezaostávají. Ve výzkumných projektech jak epidemiologických, tak charakteru klinických studií intervenčních, se dokumentuje příznivý vliv borůvek na kardiovaskulární zdraví (Basu et al., 2010). Podrobné přehledy, koncipované jako nutriční epidemiologické šetření, vedou k povzbuzujícím zjištěním o příznivém vlivu fytochemik na kardiovaskulární systém člověka. Údaje z INTERHEART STUDY, které shrnují dietní návyky a stravovací vzorce z 52 zemí světa, ukazují nepřímou úměru mezi obsahem ovoce a zeleniny ve stravě a výskytem akutního infarktu myokardu (Basu et al., 2010). Zde je velké pole působnosti zejména pro obor nutriční terapeut. I ve Spojených státech, kde celospolečenská kampaň na zvýšení konzumace ovoce a zeleniny probíhá již od roku 2001, není situace příznivá. Například ve skupině 2 757 diabetiků s nadváhou, což je významně riziková skupina pro výskyt kardiovaskulárních onemocnění, konzumuje minimální doporučenou denní dávku ovoce a zeleniny méně než 50 % respondentů. Při srovnávání situace v USA a ve Francii se ukazuje, že dospělí Francouzi mají významně vyšší spotřebu ovoce a zeleniny než dospělí Američané. Přímou na bobulovité plody, na borůvky a v nich obsažené polyfenoly je zaměřena studie Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. Prokazuje se nepří-

má úměra mezi příjmem borůvek a výskytem kalkulovaného rizika pro kardiovaskulární onemocnění, vyjádřeného jako úmrtí v souvislosti s kardiovaskulárním onemocněním (Risk of CVD-related death). Osoby s nejvyšším příjmem borůvek konzumovaly více než 408 gramů bobulovitých plodin denně, osoby s nejnižším příjmem méně než 133 gramů denně. Z laboratorních markerů je nutno zdůraznit nízkou hladinu haptoglobinu u osob s vysokou konzumací borůvek. Z hlediska gender problematiky zmiňujeme rozsáhlou neintervenční epidemiologickou studii na 34 489 postmenopauzálních ženách ve státě Iowa v USA (Iowa Women Health Study) a studii na ženách-zdravotnicích v rámci Women Health Study, ve které bylo zařazeno celkem 38 176 žen. Lze uzavřít, že konzumace borůvek alespoň jednou týdně vede k signifikantnímu poklesu relativního rizika (Relative Risk) kardiovaskulární smrti (Basu et al., 2010). Vedle těchto epidemiologických šetření a přehledů jsou k dispozici i výsledky intervenčních studií. K roku 2010 je dokumentováno 20 takovýchto intervenčních studií, které se zabývají vlivem bobulovitých plodů na kardiovaskulární zdraví. Zkoumány byly borůvky, domestikované borůvky, černý rybíz, brusinky, maliny a jahody (Basu et al., 2010). Nejvíce signifikantními výsledky těchto studií jsou zjištění, že borůvky (a další plody) vedou ke snížení oxidativního stresu, ke zvýšení anti-oxidační kapacity séra, ke snížení oxidace LDL (low density lipoproteins) a ke snížení peroxidace lipidů. Zdůrazňuje se zejména příznivý vliv borůvek na postprandiální oxidační stres. K podobným či totožným závěrům co do vlivu borůvek na oxidativní stres docházejí i Schmidt et al. (2005), Lotito a Frei (2006), Quideau et al. (2011) a Xie et al. (2011). Význam tohoto zásahu do oxidativního stresu a příznivého vlivu na metabolismus lipidů je spatřován zejména v antisklerotickém působení borůvek, které napomáhají předcházet vzniku aterosklerózy (Beattie et al., 2005; Schmidt et al., 2005; Basu et al., 2010; Wood, 2011; Xie et al., 2011). Vedle oxidativního stresu a metabolismu lipidů se jako rizikový faktor či přímo vlastní mechanismus vzniku aterosklerotických změn zdůrazňují i markery zánětu. Anetta Karlsen nashromáždila v roce 2010

rozsáhlou dokumentací o příznivém vlivu polyfenolů v borůvkové šťávě na snížení v séru či plazmě přítomných biomarkerů zánětu. Prokazuje se snížení CRP, IL-6, IL-15, MIG a TNF-alfa (Karlsen et al., 2010). Se zvláštním zřetelem k antiproliferační aktivitě polyfenolů z borůvek se tomuto problému věnuje též Barbara M. Schmidtová (Schmidt et al., 2005).

### **Borůvky a metabolismus**

Borůvky mají tedy prokazatelné a kvantifikovatelné příznivé účinky na metabolismus u člověka. Jejich antioxidantní účinky jsou umožněny tím, že polyfenoly v nich obsažené poskytují volným radikálům v těle člověka atom vodíku ze svých hydroxylových skupin (Balík et al., 2008). Snižují oxidaci LDL a peroxidaci lipidů (Basu et al., 2010). V pokusu na zvířeti (prase domácí) prokazuje dr. Wilhelmina Kaltová přímý vliv konzumace borůvek na snížení hladin cholesterolu u intervenovaných jedinců. Ve studii provedené na Atlantic Veterinary College v Charlottetown, Ostrov Prince Edwarda v Kanadě podávali prasatům dietu bohatou na cukry a indukovali u nich hypercholesterolémii. Tomu se podařilo zabránit, pokud byl zvířatům přidáván do denních potravních dávek přídatek borůvek (Kalt, 2010). Polyfenoly z různých bobulovitých plodů, zejména z borůvek, vedou k přímému snížení glykémie u intervenovaných jedinců (Greenwell, 2000). Tomuto zjištění odpovídá i starodávná lidová praxe doporučující borůvky u diabetiků. Ministerstvo zemědělství USA zařadilo výzkum vlivu polyfenolů na metabolismus inzulínu a na glykémii jako první prioritu do plánu mezirezortního výzkumu ARS-Agricultural Research Service (ARS-US Dept. Of Agriculture, 2010). Zvláštní pozornost si zasluhuje objevené a překvapivé zjištění pracovní skupiny Chena, Lazarenkové a spolupracovníků z roku 2010, totiž že polyfenoly zlepšují metabolismus kostní tkáně a růst kostí. V modelu *in vitro*, na tkáňových kulturách, dokumentují zvýšení aktivity osteoblastů a docílení vyšších přírůstků kostní tkáně, při současném snížení aktivity osteoklastů (Chen et al., 2010). Z hlediska metabolismu xenobiotik, tedy biotransformace xenobiotik, je nesmírně povzbudivé a slibné zjištění, že prášek ze sušených borůvek posiluje fázi I (oxidace,

redukce, hydrolyza) i fázi II (konjugace, tvorba rozpustných konjugátů) u savců (Ronis et al., 2006). Zvláštní pozitivní význam tohoto jevu tkví zejména v tom, že se takto zesiluje a urychluje jak odbourávání karcinogenů v těle (fáze I), tak umožňuje a zesiluje jejich exkrece (fáze II).

### **Borůvky a protinádorové účinky**

Na možné příznivé protinádorové účinky borůvek upozorňuje ve své obsáhlé práci Julie Beattieová z Dundee University. Zejména u nádorů typu rakoviny jsou v pokusech *in vitro* prokázány přímé vlivy extraktů z borůvek a dalších měkkých bobulovitých plodů na karcinomové buňky. Prokazuje se inhibice růstu a proliferace rakovinných buněk a jejich zánik – apoptóza. Zatím se nedaří přesvědčivě reprodukovat tyto *in vitro* nashromážděné výsledky ani v pokusu na zvířeti (Beattie et al., 2005). Se zvláštním zřetelem k resveratrolu se této problematice věnuje Dominique Delmasová a její pracovní skupina z Burgundské univerzity v Dijonu, Francie. Prokazují, že resveratrol působí protikancerogenně ve všech třech fázích, a sice v iniciaci karcinogeneze, promoci karcinogeneze i její progresi. Resveratrol potlačuje i další pochody rozvoje karcinomu, a sice snižuje angiogenezi a snižuje i schopnost tumoru metastázovat. Resveratrol podněcuje a posiluje apoptózu a vede tak k buněčné smrti nádorových buněk. Koncentrace resveratrolu v krvi, které lze dietně dosáhnout, mají z hlediska růstu nádoru protiinvazivní účinky. Tento jev se přičítá prokázané enterohepatální recirkulaci resveratrolu v těle savců. Překvapivé je i zjištění, že účinek resveratrolu je velmi prolongovaný v čase, což se vysvětluje jeho poměrně vysokou vazbou na bílkoviny plazmy. Resveratrol nemá vlastní cytotoxický efekt, senzibilizuje však nádorové buňky vůči cytostatikům. Tato zjištění se nepochybně stanou podkladem úvah o nových či inovovaných strategiích cytostatické léčby a chemoterapeutických protokolů (Delmas et al., 2006). Nepochybně protinádorový potenciál má i vliv borůvek na metabolismus, jak je popsáno shora.

### **Borůvky a stárnutí**

Stárnutí (ageing) je nevyhnutelnou a zákonitou součástí života. Je spojeno s procesy degenera-

tivními/zánikovými. Docílit, aby biologický věk jedince byl „mladší“ nežli jeho věk kalendářní, se v posledních 20–30 letech stává módou až posedlostí. Je to však trend v zásadě příznivý. Odvrátit nástup procesů a projevů biologického a psychologického stáří ve smyslu docílení zábrany deficitů funkcí je velkou výzvou pro zdravotnictví i sociální práci. Stáří totiž s sebou nese rizika sociální exkluze. Každá intervence, která obecně řečeno zabraňuje stárnutí organismu nebo jeho projevy zpomaluje, je tedy jistě hledána a vítána. V dalším sumarizujeme shora uvedené dílčí informace ve vztahu ke stáří a stárnutí. Borůvky představují díky obsahu mikronutrientů a fytochemik důležitý nástroj v těchto snahách. Díky anti-oxidačnímu potenciálu mají obecně ochranný/protektivní vliv na tkáň. Zejména je to patrné u systému kardiovaskulárního a nervového. Zlepšení rovnováhy a tím prevence pádů je pro bezpečné stárnutí nezanedbatelným přínosem. Souvisí jistě i s tím, že borůvky zlepšují prostorovou představivost a prostorovou paměť. Zlepšení funkcí mnestických a kognitivních je ve stáří velmi žádoucí. Paměť, která příslovečně ve stáří trpí, je mikronutrienty a fytochemiky z borůvek příznivě ovlivňována a posilována. Borůvky jsou již pevnou součástí armamentaria pro prodloužení života při zachování jeho kvality – Life Extension (Willis et al., 2009; Greenwell, 2000; Kalt, 2010; Bauer, 2011).

#### **Borůvky – miscellanea**

Zcela recentně se objevují experimentální podklady pro možný příznivý vliv borůvek na nspecifické střední záněty (Paturi et al., 2012). V roce 2005 byl popsán příznivý vliv borůvek na buněčnou imunitu, zejména zvýšení aktivity NK buněk (Natural Killers) a T-lymfocytů obecně (Beattie et al., 2005).

#### **Vliv tepelného zpracování a kuchyňské úpravy fytochemické vlastnosti borůvek**

Borůvky jsou jako zdroj fytochemik zajímavé a důležité zejména proto, že jsou používány nejen v syrovém stavu jako osvěžující plody a případně jako kompot nebo šťáva, nýbrž i ve formě hotových pokrmů, jako jsou tak typické jihočeské borůvkové koláče a borůvkové knedlíky. Potěšitelné a potěšující je zjištění, že

teplnou kuchyňskou úpravou, ale ani mražením či chlazením nedochází ke zničení fytochemického potenciálu borůvek. Chlazení, mražení a zahřívání na 98–100 °C nevede k podstatnému snížení obsahu polyfenolů v borůvkách (Beattie et al., 2005; Schmidt et al., 2005). Nejšetrnější tepelné zpracování je zahřátí na 92–98 °C po dobu 0,5 až 2 minut, ve formě tzv. optimalizovaného tepelného hydrothermodynamického zpracování (Satanika, 2011). Tepelné zpracování, při kterém jsou borůvky vystaveny teplotám vyšším než 190 °C a které trvá déle než 18 minut, vede ke snížení polyfenolů, zejména resveratrolu, o 17 až 46 % (Lyons et al., 2003).

#### **Borůvky jako předmět aplikovaného mezirezortního výzkumu**

Spolu s rozvojem konceptu funkčních potravin – functional food (Petr, Kalová, 2006) dochází k rozmachu soustředěného zájmu o měkké bobulovité plody obecně a o borůvky zvláště (ARS-US Department of Agriculture, 2010). Zdůrazňuje se, že jde o plody místního původu, v domácích/místních kuchyních tradiční (Beattie et al., 2005). Ministerstvo zemědělství USA zařadilo výzkum polyfenolů v těchto plodech na první a na druhé místo v prioritách výzkumu v oblasti Výživa – Human Nutrition (ARS-US Department of Agriculture, 2010). Na prvním místě je výzkum polyfenolů ve vztahu k diabetu, zejména jejich vlivu na inzulín a metabolismus glukózy obecně. Na druhém místě je pak výzkum borůvek a jejich vlivu na stárnutí a kognitivní funkce. Aplikovaný výzkum v těchto souvislostech se stal natolik atraktivním, že existují firmy, které průmyslově vyrábějí placebo, mající vzhled, barvu chuť a vůni borůvkového prášku. Toto placebo je určeno pro srovnávací klinické hodnocení u člověka, tak aby bylo možno provádět kontrolované, dvojité zaslepené a double-dummy klinické studie (Wood, 2011).

Ministerstvo zemědělství USA je zřizovatelem celostátní/federální výzkumné instituce, Agricultural Research Service, která spolupracuje s univerzitami a dalšími výzkumnými subjekty. Tato výzkumná instituce vydává prestižní vědecký časopis Journal of Agricultural and Food Chemistry. Z těchto zdrojů přebírají informace o roli polyfenolů i další

veřejně přístupné zdroje, včetně elektronických médií (ARS-Department of Agriculture, 2010; Bauer, 2011).

### **Borůvky a jejich zdravotní význam jako předmět kritické diskuse**

V roce 2006 vyvolal velký zájem a četné diskuse článek Silviny B. Lotitové z Oregonské státní university v USA, který přičítá antioxidantní vlastnosti měkkých bobulovitých plodin především jejich vysokému obsahu fruktózy. Fruktóza totiž indukuje v lidském těle zvýšenou hladinu kyseliny močové a urátů (Lotito, Frei, 2006). To, že kyselina močová tvoří největší část antioxidantní aktivity plazmy, je známo. V důvtipném experimentálním uspořádání však Gheldof a Engeseth z oddělení Humánní výživy na Illinois University, USA čelí již v roce 2002 názorům o nedůležitosti polyfenolů. Nejsilnějším zdrojem fruktózy (kromě čisté fruktózy) je z přírodních produktů med, směs glukózy a fruktózy. Gheldof a spol. zkoumají různé druhy medu produkovaného včelami po sběru na různých druzích květů. Stanovují antioxidantní kapacitu těchto medů a jejich vliv na oxidaci lipoproteinů v lidském séru. Jednoznačně prokazují, že existuje lineární závislost mezi obsahem polyfenolů v medu a jeho antioxidantní kapacitou a jeho schopností snížit oxidaci lipoproteinů. Nejvyšší obsah polyfenolů je v medech co nejtmašších, zejména v medu pohankovém (pohanka obecná/setá, *Phagopyrum esculentum*). Tento jev je tedy závislý na obsahu polyfenolů, které nehledě na jistě existující vliv fruktózy na indukci urikémie mají svůj vlastní, intrinsický, na obsahu fruktózy v pokrmu nezávislý, antioxidantní potenciál (Geldof, Engeseth, 2002).

### **ZÁVĚR**

Nashromážděné vědomosti o příznivém vlivu borůvek na lidské zdraví a průkaz tohoto vlivu v mnoha oblastech lidského bio-psycho-sociálního rozměru nasmějí zůstat jen v úrovni vědeckého poznání a aplikovaného výzkumu. Dalším logickým a nutným krokem je transformovat tyto vědomosti srozumitelnou a přístupnou formou do informací, které budou podkladem pro strážníky i provozovatele stravovacích zařízení – pro výchovu ke zdraví na

všech úrovních. Snad je prvním příznivým krokem v tomto směru samo složení autorského týmu, ve kterém se scházejí odborníci-lékaři (klinický farmakolog, klinický biochemik, gerontolog/geriatr) s dalšími zdravotnickými profesemi (zdravotní sestra se zaměřením na edukaci pacientů, vysokoškolsky vzdělaný farmaceutický asistent) spolu s odborníky ze sféry samosprávy a marketingu.

QBFFFS

### **LITERATURA**

1. Agarwal KCh (2011). Mechanism-based biochemical standardisation of resveratrol products and their uses thereof. US Patent Application, US 2011/002 1640 A1, Appl. No.: 12/004 633, Filed: Jul 26, 2010, US Publication Classification 514/733 435/18.
2. Balík J, Kyseláková M, Vrchotová N, Tríska J, Kumařta M, Veverka J, Hic P, Totušek J, Lefnerová D (2008). Relations between Polyphenols Content and Antioxidant Activity in Vine Grapes and Leaves. Czech J. Food Sci. 26: S25–S32.
3. Basu A, Rhone M, Lyons TJ (2010). Berries: emerging impact on cardiovascular health. Nutr. Rev. 68 (3): 168–177.
4. Bauer J (2011). Foods That Boost Your Memory. [online] joybauer.com [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.joybauer.com/healthy-living/food-and-memory.aspx>
5. Beattie J, Crozier A, Duthie GG (2005). Potential Health Benefits of Berries. Current Nutrition and Food Science. 1: 71–86.
6. Delmas D, Lancon A, Colin D, Jannin B, Tatruffe N (2006). Resveratrol as a Chemopreventive Agent: A Promising Molecule for Fighting Cancer. Current Drug Targets. 7(4)4: 423–442.
7. Chen J-R, Lazarenko OP, Wu X, Kang J, Blackburn ML, Shankar K et al. (2010). Dietary – induced serum phenolic acids promote bone growth via p38 MARK/ beta catenin canonical Wnt signalling. Journal of Bone and Mineral Research. 25(11): 2939–2411.
8. Functional Foods Research in ARS (2010). [online] USDA Agricultural Research Service. [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/00000000/NPS/FinalFunctionalFoodsPDFReadVersion6-25-10.pdf>
9. Gheldof N, Engeseth NJ (2002). Antioxidant Capacity of Honeys from variol Floral Sources Based on the Determination of Oxygen Radical Absorbance Capacity and Inhibitor of *in Vitro* Lipoprotein Oxidation in Human Serum Samples. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(10): 3040–3055.
10. Giongo L, Ieri F, Vrhovsek U, Grisenti M, Mattivi F, Eccher M (2006). Characterization of Vaccinium Cultivars: Horticultural and Antioxidant profile. International Society of Horticultural Science, ISHS Acta Horticulturae 715, VIII International Symposium on Vaccinium Culture, Sevilla, Spain, 2006.

11. Greenwell I (2000). Antioxidant Power. Blueberries and bilberries slow ageing and protect vision. [online] [cit. 2012-02-01]. Life Extension Magazine, March 2000, Cover Story. Dostupné z: <http://www.lef.org/magazine/mag2000/mar00-cover1a.html>
12. Han Y-S, Bastianetto S, Dumont Y, Quirion R (2006). Specific Plasma Membrane Binding Sites for Polyphenols, Including Resveratrol, in the Rat Brain. The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics. 318: 238–245.
13. Herbs (A-E) (2012). [online] U.S. Army HOOAH 4 HEALTH. [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.hooah4health.com/body/nutrition/herbs.htm>
14. Kalt W (2010). Blueberries Leave Indelible Mark on Good Health. [online] [cit. 2012-02-01]. Agriculture and Agri-Food Canada. Dostupné z: [http://www.agr.gc.ca/cb/index\\_e.php?s1=tip-puce&s2=2010&page=01](http://www.agr.gc.ca/cb/index_e.php?s1=tip-puce&s2=2010&page=01)
15. Kaplan K (2011). Historic Collection at NAL (National Agricultural Library) Gives Insight into Blueberry's Domestication. [online] [cit. 2012-02-12]. Agricultural Research Magazine. Dostupné z: <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2011/110616.htm>
16. Karlsen A, Paur I, Bøhn SK, Sakhi AK, Borge GI, Serafini M, Erlund I, Laake P, Tonstad S, Blomhoff R (2010). Bilberry juice modulates plasma concentration of NF- $\kappa$ B inflammatory markers in subjects at increased risk of CVD. European Journal of Nutrition. 49(6): 345–355.
17. Klán J, Topinková E (2003). Pády a jejich rizikové faktory ve stáří. Česká geriatrická revue. 2: 38–43.
18. Lotito SB, Frei B (2006). Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: Cause, consequence or epiphenomenon? Free Radical Biology and Medicine. 41(12, 15): 1727–1746.
19. Lyons MM, Toma RB, Cho SY, Lee J, van Breemen RB (2003). Resveratrol in raw and baked blueberries nad bilberries. J Agric Food Chem. 24: 51(20): 5867–5870.
20. Paturi G, Mandimika T, Butts CA, Zhu S, Roy NC, McNabb WC, Ansell J (2012). Influence of dietary blueberry and broccoli on cecal microbiota activity and colon morphology in mdr1a(-/-) mice, a model of inflammatory bowel diseases. Nutrition. 28(3): 324–330.
21. Petr P, Kalová H (2006). Nutraceutika. Vybrané kapitoly z nutraceutické teorie a praxe. Studia VI. České Budějovice: VŠERS, s. 47.
22. Quideau S, Defieux D, Douat-Casassus C, Puysegu L (2011). Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis. Angewandte Chemie, International Edition. 50(3): 586–621.
23. Ronis M, Badeaux J, Seely K, Rodgers B, Wu X, Prior R, Bager T (2006). Feeding of Casein Diets Supplemented with Blueberry or Grape Powder During Development Alters Hepatic Phase I and II Metabolism in Sprague Dawley Rats. Journal of Federation of American Societies of Experimental Biology, FASEB Journal. 20(4): A1014.
24. Satanina V (2011). Optimization of Hydrothermodynamic Technology for Blueberry Food Processing. [online] [cit. 2012-03-12]. Dalspace Repository. Dalhousie University, Canada. Dostupné z: <http://dalspace.library.dal.ca/handle/10222/14347>
25. Sborník souhrnů sdělení, XXXIII. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin, Česká společnost chemická, Odbor potravinářské techniky a technologie ČAZV, Odbor výživy obyvatelstva a jakosti potravin ČVAZV, Výzkumný ústav potravinářský Praha, Ústav chemie a analýzy potravin VŠCHT Praha, s. 21–22, 27.–29. 5. 2002, Skalský Dvůr.
26. Schmidt BM, Erdmann JW, Jr., Lila MA (2005). Effects of Food Processing on Blueberry Antiproliferation and Antioxidant Activity. Journal of Food Science. 70(6): 389–394.
27. Sweeney MI, Kalt W, MacKinnon SL, Ashby J, Gottschall-Pass KT (2002). Feeding rats diets enriched in lowbush blueberries for six weeks decreases ischemia induced brain damage. Nutr Neurosci. 5(6): 427–431.
28. Tinetti ME (2003). Preventing Falls in Elderly Persons. N Engl J Med. 348: 42–49.
29. Topinková E (2005). Geriatrie pro praxi. Praha: Galén, s. 270.
30. Wang Y, Chang CF, Chou J, Chen HL, Deng X, Harvey BK, Cadet JL, Bickford PC (2005). Dietary supplementation with blueberries, spinach, or spirulina reduces ischemic brain damage. Exp. Neurol. 193(1): 75–84.
31. Willis LM, Shukitt-Hale B, Joseph JA (2009). Recent advantages in berry supplementation and age-related cognitive decline. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. 12(1): 91–94.
32. Wood M (2011). Blueberries and Your Health. Scientists Study Nutrition Secrets of Popular Fruit. [online] [cit. 2012-02-12]. Agricultural Research Magazine. U.S.A. Dostupné z: <http://www.ars.usda.gov/is/AR/2011/may11/fruit0511.htm>
33. Xie Ch, Kang J, Chen J-R, Nagarajan S, Badger TM, Wu X (2011). Phenolic Acids Are *in Vivo* Atheroprotective Compounds Appearing in the Serum of Rats after Blueberry Consumption. J Agric Food Chem. 59(18): 10381–10387.

*Hana Kalová et al.*  
*petr@nemcb.cz*