



Antioxidační vlastnosti krajových odrůd jableň z regionu Bílých Karpat *Antioxidant properties of local apple cultivars of the White Carpathians region*

•
Otakar Rop¹, Jiří Mlček¹ & Martin Posolda²

¹ Ústav technologie a mikrobiologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,
náměstí TGM 275, 762 72 Zlín; e-mail: rop@ft.utb.cz; mlcek@ft.utb.cz

² Městský úřad Kroměříž, Velké náměstí 115/1, 767 01 Kroměříž, e-mail: martin.posolda@mesto-kromeriz.cz

Keywords: antioxidant capacity, phenolics, reactive oxygen species

Abstract: The aim of our work was to monitor the antioxidant properties of selected cultivars of apples typical of the region of the White Carpathians. Specifically, we determined the total phenolic content and total antioxidant capacity. For the result verification we estimated the scavenging activities of fruit extracts on the reactive oxygen species (namely nitric oxide, superoxide anion and hydroxyl radical). According to obtained results the cultivars 'Strýmka', 'Panenské české' and 'Matčino' appear to be the most promising.

ÚVOD

V současné době jsou jabloně v podmínkách střední Evropy nejpěstovanějším ovocným druhem (HRIČOVSKÝ et al. 2003). Pro jednotlivé odrůdy jsou charakteristické specifické vlastnosti jako chuť, vůně, barva apod. (VALŠÍKOVÁ & KOPEC 2009). Z tržního hlediska je důležitou vlastností skladovatelnost a odolnost přepravy (GOLAND & BAUER 2004). Ačkoliv v Evropě najdeme desítky nejrozličnějších odrůd jableň, jen některé byly v posledních desetiletích závažně šlechtěny (RADICATTI et al. 1995). Další propagace krajových odrůd je dnes účelná, protože představují genetický potenciál velmi hodnotných senzorických a výživových vlastností (KUHN et al. 2003). Přitom i dnes může u některých z nich být místní význam značný (GOLAND & BAUER 2004). Navíc krajové odrůdy jsou často výborně přizpůsobeny horšímu klimatickým nebo půdním podmínkám, mají vysokou odolnost k chorobám apod. (MONSCHÉIN et al. 2006).

Cílem našeho měření bylo sledovat antioxidační vlastnosti vybraných odrůd jableň typických pro oblast Bílých Karpat. Antioxidační účinnost byla ověřena na celkovém obsahu

fenolických látek (TPC), celkové antioxidační kapacity (TAC), ale také na vlivu plodů na aktivitu vybraných volných kyslíkatých radikálů (ROS), které vznikají při zátěžových situacích našeho organismu. Oxidační stres lidského organismu představuje porušení rovnováhy mezi vznikem a odstraňováním reaktivních forem kyslíku (DAVÍDEK 1983). Je vyvolán zvýšenou tvorbou kyslíkatých radikálů nebo snížením antioxidační ochrany (POSPÍŠIL 1968). Volné radikály, které v našem těle vznikají, mají řadu fyziologických funkcí. Vznik volných kyslíkatých radikálů je jedním ze základních principů fungování našeho imunitního systému (UHER 2009). Porušení rovnováhy mezi antioxidačními systémy a tvorbou ROS je u člověka velmi časté a zcela přirozené je se zvyšujícím se věkem. ROS působí v organismech především oxidací lipidů, atakují bílkoviny a nukleové kyseliny. Reparativní procesy v podstatě nemožnou nikdy stoprocentně eliminovat poškození biomolekul (BANERJEE et al. 2005), a tak významnou roli v ochraně organismu může mít prevence. Ta spočívá v konzumaci potravin s přirozenými antioxidačními složkami (YANG et al. 2008).

MATERIÁL A METODIKA

Plody jabloní byly sklizeny na lokalitě Valašské Klobouky, a to v letech 2008–2010. U každé odrůdy bylo použito 5 náhodně vybraných plodů z 5 stromů. Plody u každé odrůdy byly smíchány dohromady. Sklizeň probíhala v průběhu měsíce září a října. Plody byly uskladněny při +2 °C a relativní vzdušné vlhkosti 85 % (KYZLINK 1990). Pro chemické analýzy byly plody jednotlivých odrůd postupně odebírány v konzumní zralosti (TETERA 2006). Chemické rozborby byly prováděny u celých plodů po odstranění jádřince (byly tedy analyzovány slupky i dužnina dohromady). Po dokonalé homogenizaci na laboratorním mlýnku byly průměrné vzorky získány pomocí kvartace. Konkrétně byly předmětem výzkumu tyto krajové odrůdy jabloní: „Albrechtovo“, „Bernské růžové“, „Hvězdnatá reneta“, „Jadernička moravská“, „Jeptiška“, „Krátkostopka královská“, „Lebelovo“, „Matčino“, „Panenské české“ a „Strýmka“. Pro srovnání byly použity celosvětově rozšířené komerční odrůdy „Spartan“ a „Starkrimson“ sklizené na stejné lokalitě.

Pro chemické analýzy byly získány výluhy čerstvého ovoce v extrakčním činidle methanol : koncentrovaná kyselina chlorovodíková : voda (smíchány v poměru 80 : 2 : 18).

V extraktu byly stanovovány:

- celkový obsah polyfenolických látek (TPC) podle KIMA et al. (2003) vybarvením pomocí Folin-Ciocalteauova čidla a spektrofotometrickým měřením (přístroj LIBRA S6), obsah byl vyjádřen v g kyseliny gallové (GAE).kg⁻¹ čerstvé hmoty,

- antioxidační kapacita (TAC) byla stanovována spektrofotometricky (přístroj LIBRA S6), s využitím DPPH činidla (1,1-difenyl-2-picrylhydrazyl) – prováděno metodou popsanou BRAND-WILLIAMSEM et al. (1995). Výsledky hodnot antioxidační kapacity byly přepočteny na kyselinu askorbovou a vyjádřeny v jejím množství v kg čerstvé hmoty (AAE) (RUPASINGHE et al. 2006).

Úbytkové aktivity ROS byly v extraktech ovoce vyjádřeny v % úbytkové aktivity a stanoveny spektrofotometricky (přístroj LIBRA S6) takto:

- hydroxylový iont – metodou založenou na reakci s kyselinou thiobarbiturovou a popsanou v práci GHISELLIHO et al. (1998),

- oxid dusnatý – metodou, jejímž principem je vybarvení extraktu pomocí Griessova činidla a která je popsána v práci GREENA et al. (1982),

- superoxidový aniont – principem metody je jeho redukce cytochromem c a metoda je podrobně uvedena v práci BEISSENHIRTZEHO et al. (2004).

Výsledky chemických analýz byly zpracovány statisticky metodou analýzy variance (ANOVA). Pro vyhodnocení průkaznosti rozdílů byl použit Tukayův test při 5% hladině významnosti (SNEDECOR & COCHRAN 1968). Statistické vyhodnocení bylo prováděno za využití programů Unistat, v. 5.1 a Office Excel® Microsoft, v. 2003.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Největší množství polyfenolických sloučenin (TPC) bylo zjištěno u plodů odrůdy „Strýmka“, a to konkrétně 3,29 g kyseliny gallové.kg⁻¹ čerstvé hmoty (Tab. 1). Vysoké hodnoty TPC měly také například odrůdy „Matčino“ nebo „Panenské české“ – tyto odrůdy také vykazovaly statisticky významně vyšší antioxidační kapacitu (TAC). Hodnoty obsahu TAC měly plody odrůd „Panenské české“, „Matčino“ a „Strýmka“ v rozmezí od 2,70 do 2,91 g AAE.kg⁻¹ čerstvé hmoty. Pokud vezmeme v úvahu všechny odrůdy, byl celkově vypočítán korelační koeficient mezi TPC a TAC $r^2 = 0,9928$ ($y = 1,0315x + 0,1941$).

Pro potvrzení výsledků TAC byl použit 25% extrakt plodů a byl sledován jeho inhibiční účinek na ROS. Získané výsledky byly statisticky nejvyšší (největší inhibice) u odrůd „Panenské české“, „Matčino“ a „Strýmka“. Hodnoty inhibičního vlivu u jednotlivých odrůd jsou uvedeny v Tab. 2. Výsledky jsou uváděny u jednotlivých odrůd jako tříleté průměry, protože mezi ročníky nebyla zjištěna statistická průkaznost.

Z výsledků našeho měření jsou patrné vyšší hodnoty TPC a TAC u krajových odrůd ve srovnání s dvěma odrůdami komerčními. DROGOUĐI et al. (2008) upozorňuje na podobnou skutečnost, kdy řada krajových odrůd jabloní může mít několikanásobně vyšší hodnoty TAC oproti plodům odrůd komerčně využívaných. U jabloní bývá většinou ve vysokých hodnotách korelace mezi TPC a TAC. Například THAIPONG et al. (2006) uvádí běžné korelační koeficienty mezi

TPC a TAC u jablek $r^2 = 0,97$. V našem výzkumu to bylo dokonce $r^2 = 0,9928$. Pro podporu tvrzení o hodnotách TAC byl proveden také výzkum v oblasti inhibičního vlivu 25% extraktu plodů jednotlivých odrůd na ROS. Přestože korelaci jsme zde pro velké množství výsledků neprováděli, je z Tab. 1 a 2 patrný vysoký obsah TAC ve vztahu k hodnotě inhibičního účinku. Například u odrůdy „Strýmka“ byl zaznamenán inhibiční efekt na oxid dusnatý na úrovni 20,94 %, superoxidový aniont 24,99 % a hydroxylový iont 18,12 %. Tyto hodnoty jsou podobné jako u citrusů (MAFFEI et al. 2007) nebo většiny peckového ovoce rodu *Prunus* (JUNG et al. 2002).

ZÁVĚR

Z dosažených výsledků je jednoznačně patrná vyšší hodnota krajových odrůd ve vztahu k jejich antioxidačním vlastnostem. Výsledky by měly sloužit pro větší propagaci pěstování a konzumace původních odrůd jabloní. Tyto se mohou stát díky svým unikátním antioxidačním vlastnostem, které jsme ověřovali i na účinku jejich extraktů vůči ROS, potenciálním pestitelským a šlechtitelským materiálem. V současné době je nutné hledat odrůdy a podporovat konzumaci ovoce, které má antioxidační vliv v lidském organismu, jenž je ve stále větší míře zatížen civilizačními chorobami, stresovými situacemi, a eliminace ROS je proto aktuálním tématem současné výživy. Jako nejvhodnější se podle našich výsledků jeví využití odrůd „Matčino“, „Panenské české“ a zejména „Strýmka“. Pro své antioxidační účinky lze doporučit i konzumaci odrůd „Albrechtovo“, „Bernské růžové“, „Hvězdnatá reneta“ nebo „Jeptiška“.

LITERATURA

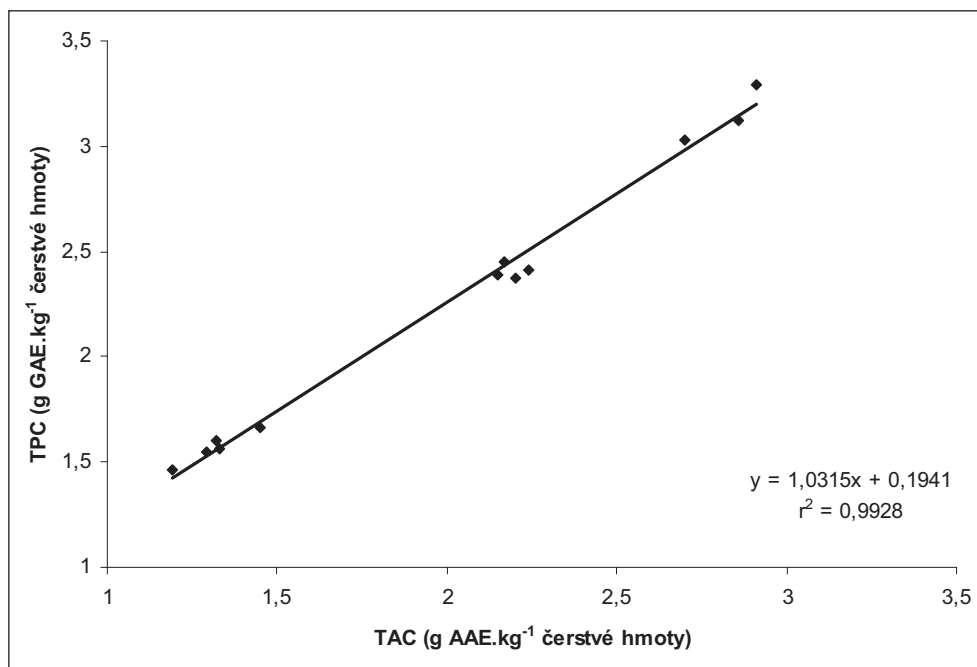
- BANERJEE A., DASGUPTA N. & DE B. (2005): In vitro study of antioxidants activity of *Syzygium cumini* fruit. *Food Chemistry*, 90: 727–733.
- BEISSENHIRTZ M. K., KWAN R. C., KO K. M., RENNEBERG R., SCHILLER F. W. & LISKAT F. (2004): Comparing an in vitro electrochemical measurement of superoxide scavenging activity with an in vivo assessment of antioxidant potential in Chinese tonifying herbs. *Phytotherapy Research*, 18: 149–153.
- BRAND-WILLIAMS W., CUVELIER M. E. & BERSSET C. (1995): Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28: 25–30.
- DAVÍDEK J., JANÍČEK G. & POKORNÝ J. (1983): *Chemie potravin*. SNTL, Bratislava, 629 pp.
- DROGOUDI P. D., MICHALIDIS Z. & PANTELIDIS G. (2008): Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 115: 149–153.
- GHISELLI A., NARDINI M., BALDI A. & SCACCINI C. (1998): Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 361–367.
- GOLAND C. & BAUER S. (2004): When the apple falls close to the tree: Local food systems and the preservation of diversity. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 19: 228–236.
- GREEN L. C., WAGNER D. A., GLOGOWSKI J., SKIPPER P. L., WISHNOK J. S. & TANNENBAUM S. R. (1982): Analysis of nitrate, nitrite, and [^{15}N] nitrate in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 126: 131–138.
- HRIČOVSKÝ I., ŘEZNIČEK V. & SUS J. (2003): *Jabloně, hrušně, kdouloně a mišpule*. Příroda, Bratislava, 164 pp.
- JUNG H. A., KIM A. R., CHUNG H. Y. & CHOI J. S. (2002): In vitro activity of some selected *Prunus* species in Korea. *Archives of Pharmacology Research*, 25: 865–872.
- KIM D. O., JEONG S. W. & LEE C. Y. (2003): Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 51: 321–326.
- KUHN B. F., ANDERSEN T. T. & PEDERSEN H. L. (2003): Evaluation of 14 old unsprayed apple varieties. *Biological Agriculture & Horticulture*, 20: 301–310.
- KYZLINK V. (1990): *Principles of Food Preservation*. Elsevier, Amsterdam, 592 pp.
- MAFFEI F., TAROZZI A., CARBONE F., MARCHESI A., HRELIA S., ANGELONI C., FORTI G. C. & HRELIA P. (2007): Relevance of apple consumption for protection against oxidative damage induced by hydrogen peroxide in human lymphocytes. *British Journal of Nutrition*, 97: 921–927.
- MONSCHEN S., GRUBE M. & GRILL D. (2006): Assessment of the genetic diversity of native apple cultivars in the south eastern ranges of the Alps with three selected microsatellite loci. *Journal of Applied Botany and Food Quality-Angewandte Botanik*, 80: 135–137.
- POSPÍŠIL J. (1968): *Antioxidanty*. Academia, Praha, 274 pp.
- RADICATTI L., MARTINO I. & VERGANO G. (1995): Apple and pear cultivars of Piemonte (Italy) in pomological descriptions of 18th and 19th centuries. *Acta Horticulturae*, 391: 273–282.
- RUPASINGHE H. P. V., JAYASANKAR S. & LAY W. (2006): Variation in total phenolic and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Scientia Horticulturae*, 108: 243–246.
- SNEDECOR G. W. & COCHRAN W. G. (1968): *Statistical Methods*. Iowa State College Press, Ames, 524 pp.
- TETERA V. (2006): *Ovoce Bílých Karpat*. ČSOP, Veselí nad Moravou, 310 pp.
- THAIPONG K., BOONPRAKOB U., CROSBY K., CISNEROS-ZEVALLOS L. & BYRNE D. H. (2006): Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 669–675.
- UHER A. (2009): *Zelenina vo výžive a jej rizikové faktory*. Vydavateľstvo SPU v Nitre, Nitra, 65 pp.
- VALŠÍKOVÁ M., KOPEK K. (2009): *Pozberová technológia záhradníckych plodín*. Vydavateľstvo SPU v Nitre, Nitra, 158 pp.
- YANG J., GUO J. & YUAN J. (2008): In vitro antioxidant properties of rutin. *LWT-Food Science and Technology*, 41: 1060–1066.

Tabulka 1: Celkový obsah fenolů (g kyseliny gallové.kg⁻¹ čerstvé hmoty), antioxidační kapacita (g AAE.kg⁻¹ čerstvé hmoty) u plodů jednotlivých odrůd jableň. Rozdílné horní indexy v jednotlivých sloupcích označují statistickou průkaznost (P < 0,05).
Table 1: Total phenolic content (grams of gallic acid.kg⁻¹ of fresh mass) and antioxidant capacity (grams of ascorbic acid.kg⁻¹ of fresh mass) of fruit of different apple cultivars. Different superscripts in each column indicate the significant differences in the mean at P < 0.05.

| Název odrůdy | Celkový obsah fenolů | Antioxidační kapacita |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Albrechtovo | 2,45 ± 0,27 ^a | 2,17 ± 0,21 ^a |
| Bernské růžové | 2,37 ± 0,18 ^a | 2,20 ± 0,20 ^a |
| Hvězdnatá reneta | 2,39 ± 0,23 ^a | 2,15 ± 0,17 ^a |
| Jadernička moravská | 1,56 ± 0,20 ^b | 1,33 ± 0,17 ^b |
| Jeptiška | 2,41 ± 0,28 ^a | 2,24 ± 0,22 ^a |
| Krátkostopka královská | 1,66 ± 0,25 ^b | 1,45 ± 0,20 ^b |
| Lebelovo | 1,60 ± 0,26 ^b | 1,32 ± 0,18 ^b |
| Matčino | 3,12 ± 0,20 ^c | 2,86 ± 0,23 ^c |
| Panenské české | 3,03 ± 0,18 ^c | 2,70 ± 0,25 ^c |
| Spartan | 1,55 ± 0,21 ^b | 1,29 ± 0,20 ^b |
| Starkrimson | 1,46 ± 0,20 ^b | 1,19 ± 0,17 ^b |
| Strýmka | 3,29 ± 0,23 ^c | 2,91 ± 0,18 ^c |

Tabulka 2: Inhibiční efekt 25 % extraktu plodů jableň na oxid dusnatý (procenta inhibice), superoxidový aniont (procenta inhibice) a hydroxylový iont (procenta inhibice). Rozdílné horní indexy v jednotlivých sloupcích označují statistickou průkaznost (P < 0,05).
Table 2: Scavenging effect of apple fruit extract (25%) on nitric oxide (percentage of inhibition), superoxide anion (percentage of inhibition) and hydroxyl radical (percentage of inhibition). Different superscripts in each column indicate the significant differences in the mean at P < 0.05.

| Název odrůdy | Oxid dusnatý (%) | Superoxidový aniont (%) | Hydroxylový iont (%) |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Albrechtovo | 17,31 ± 1,42 ^a | 20,25 ± 1,11 ^a | 12,44 ± 0,85 ^a |
| Bernské růžové | 16,99 ± 1,38 ^a | 21,11 ± 0,94 ^a | 12,50 ± 0,96 ^a |
| Hvězdnatá reneta | 16,85 ± 1,12 ^a | 20,98 ± 1,04 ^a | 12,32 ± 0,81 ^a |
| Jadernička moravská | 12,03 ± 1,31 ^b | 17,42 ± 1,73 ^b | 9,16 ± 1,12 ^b |
| Jeptiška | 17,45 ± 1,25 ^a | 20,55 ± 1,26 ^a | 12,79 ± 0,90 ^a |
| Krátkostopka královská | 11,90 ± 1,04 ^b | 16,98 ± 0,80 ^b | 9,50 ± 1,02 ^b |
| Lebelovo | 12,78 ± 1,15 ^b | 16,90 ± 0,84 ^b | 9,47 ± 1,16 ^b |
| Matčino | 21,36 ± 1,38 ^c | 25,03 ± 1,01 ^c | 17,19 ± 0,74 ^c |
| Panenské české | 20,85 ± 1,54 ^c | 24,80 ± 1,20 ^c | 17,51 ± 0,68 ^c |
| Spartan | 13,02 ± 1,22 ^b | 17,34 ± 0,98 ^b | 10,11 ± 0,95 ^b |
| Starkrimson | 12,85 ± 1,31 ^b | 17,10 ± 1,25 ^b | 9,68 ± 1,10 ^b |
| Strýmka | 20,94 ± 1,40 ^c | 24,99 ± 1,14 ^c | 18,12 ± 1,31 ^c |



Graf 1: Korelace mezi TPC (g GAE.kg⁻¹ čerstvé hmoty) a TAC (g AAE.kg⁻¹ čerstvé hmoty) u 12 odrůd jableň.

Figure 1: The relationship between total phenolic content (grams of GAE.kg⁻¹ of fresh mass) and total antioxidant activity (grams of AAE.kg⁻¹ of fresh mass) in 12 apple cultivars.