**Výskyt fenolických látek v ovoci**

Bílková, A.

Ovoce je bohaté na fenolické sloučeniny, jejichž struktura je velmi variabilní a pohybuje se od jednoduchých fenolických molekul až po vysoce polymerizované sloučeniny (kondenzované taniny – MW > 1000).

Fenolické látky tvoří nedílnou součást skupiny antioxidantů, které mají velký vliv na lidské zdraví a které člověk přijímá potravou. Fenolické látky jsou také částečně odpovědné za senzorické a nutriční vlastnosti ovoce. Interakce mezi fenolickými sloučeninami (zejména proantokyanidiny) a glykoproteiny ve slinách přispívají k hořké a trpké chuti ovoce a ovocných šťáv [1,2].

Mezi hlavní třídy fenolických sloučenin hojně se nacházejících v ovoci patří fenolické kyseliny, stilbeny, lignany, flavonoidy a taniny nebo proanthokyanidiny. Nejčastěji se ve stravě z fenolických látek vyskytují fenolové kyseliny (deriváty kyseliny benzoové a kyseliny skořicové) a flavonoidy, které představují 30 % - 60 % z celkového obsahu fenolických sloučenin v potravinách. Tyto fenolické sloučeniny mohou být spojeny s různými sacharidy, organickými kyselinami a navzájem mezi sebou.

*Tab. 1: Přehled výskytu fenolických látek v ovocných druzích a jejich zpracovatelských produktech a jejich podmínky stanovení*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Typ vzorku | Stanovované látky | Kolona (stacionární fáze) | Mobilní fáze | Detektor | Doba analýzy  (min) | Zdroj |
| Jablečná a hrušková šťáva | kys. abscisová, apigenin, arbutin, kys. kávová, kys. chlorogenová, katechin, p-kumarová kys., epikatechin, kys. ferulová, kys. 4-hydroxybenzoová, isorhamnetin-3-O-glukosid, isokvercetin, narigenin, floridzin, kvercetin, resveratrol, rutin, isorhamnetin-3-O-rutinosid | ODS-3 C18  (250 x 4,6 mm x 5 μm) | H2O + HCOOH,  ACN + H2O + HCOOH | HPLC-PDA | 95 | [3] |
| Jablečné a hroznové šťávy | florizin a sorbitol | Zorbax 300 SB-C18  (250 x 4,6 mm x 5 μm) a  Aminex HPX-87C  (300 × 7,8 mm) | H2O + CH3COOH,  ACN + H2O + CH3COOH (1,5%) a voda (sorbitol) | HPLC–PDA a refraktometrický | 35 | [4] |
| Jablka | kvercetin, epikatechin, prokyanidin B1, B2, C1, kys. p-kumarová, kys. trans-skořicová, dihydrát chloridzinu, kys.gallová, katechin, kys. chlorogenová, kys. ferulová, kys. kávová, rutin trihydrát, avikularin, kys. protokatechová, hyperosid, isokvercitrin, kvercitrin, prokyanidin A2, rejnoutrin, dihydrochlorid | Luna C18  (250 x 4,6 mm, x 5 μm) | H2O + CH3COOH (0,5 %),  CH3OH | HPLC-DAD | 160 | [5] |
| Jablečný džus | kys. chlorogenová, kys. kávová, kys. skořicová, kys. p-kumarová, kys. protokatechová, epikatechin, prokyanidin B2, kvercetin, kvercetin-3-d-galaktosid, kvercetin 3-β-glukosid, floridzin | ZORBAX XDB-C18  (4,6 x 150 mm) | H2O + CH3COOH (2 %),  ACN | HPLC-DAD | 60 | [6] |
| Jablka | kys. p-hydroxybenzoová, eriodiktyol, kys. ferulová, kys. p-kumarová, kys. gallová, kvercetin, apigenin-7-glukosid, kys. chlorogenová, kys. syringová, kys. kávová, kys. rosmarinová, epikatechin, katechin, rutin, resveratrol, hesperidin, naringenin, luteolin, apigenin, akacetin | Agilent Eclipse XDB C18  (250 x 4,6 mm x 5 μm) | H2O + CH3COOH (2 %),  CH3OH | HPLC-DAD | 50 | [7] |
| Jablka | katechin, epikatechin, kvercetin-3-galaktosid, floridzin, prokyanidin B2, kys. chlorogenová a kyselina kávová | Mightysil RP-18 ODS  (250 x 4,6 mm x 5 μm) | H2O + HCOOH,  ACN + H2O + HCOOH (2 %) | LC-MS | 50 | [8] |
| Jablka | kys. gallová, kys. protokatechová, katechin, epikatechin, floridzin, kys. p-kumarová, kys. kávová, kys. chlorogenová, rutin, prokyanidin B2, kvercetin hyperin, isokvercitrin, avikularin, kvercitrin, rejnoutrin | Nucleosil 120 C18  (250 x 4,6 mm) | H2O + CH3COOH (2 %),  CH3OH | HPLC-DAD | 75 | [9] |
| Jablka | kvercetin-3-O-galaktosid, rutin, kvercitrin, floridzin, kyselina chlorogenová, katechin, epikatechin, avikulin, kvercetin atd. | YMC-Pack ODS-A C18  (250 x 4,6 x 5 μm) | HCOOH (2 %),  ACN | HPLC-PDA | 60 | [10] |
| Jablečný list | kys. p-hydroxybenzoová, kys. chlorogenová, isokvercitrin, hyperosid, kvercitrin | Thermo Scientific Aquasil C18  (250 x 4,6 mm x 5 μm) | ACN,  1mM H3PO4 | HPLC–PDA | 75 | [11] |
| Jablka | hperosid, rutin, kvercitrin, floridzin, prokyanidin B1 a B2, kys. chlorogenová, katechin, epikatechin, avikulin, isokvercitrin | YMC-Pack ODS-A C18  (250 x 4,6 mm x 5 μm) | H2O + CH3COOH (2 %),  ACN | HPLC− PDA | 55 | [12] |
| Jablka | epikatechin, rutin, kys. chlorogenová, floridzin, kys. kávová, kys. ferulová, kys. p-kumarová | 100-5 HD EC Nucleosil C18  (250 x 4,5 mm) | H2O + H3PO4,  ACN | HPLC−UV-Vis | 50 | [13] |
| Jablka | Katechin, epikatechin, prokyanidin B2, kyselina kávová,  kyselina chlorogenová, floridzin, kyselina hydrokafová,  hydrokmarové kyseliny, kvercetin a kvercetrin | Xterra C18  (100 x 3,9 mm x  3,5 μm) | H2O + HCOOH (2%),  CH3OH | HPLC−DAD | 70 | [14] |
| Jablečný džus a mošt | katechin, epikatechin, kys. protokatechová, kys. chlorogenová, kys. skořicová, kys. p-kumarová, kys. gallová, kys. kávová, kys. ferulová, rutin a floridzin | Waters xTerra MS C18  (250 mm x 4,6 mm, x 5 μm) | H2O + CH3COOH (2 %),  ACN + H2O + CH3COOH (0,5 %) | HPLC− UV-Vis | 65 | [15] |
| Jablka | kys. gallová, gentisová, kávová, p-kumarová a protokatechová | NovoPack C18  (150 x 3,9 mm) | CH3OH : H2O : CH3COOH  (34 : 65 : 1) | HPLC-DAD | 30 | [16] |
| Jablka, hrušky | procyanidin B1, procyanidin  B2, katechin, kyselina  chlorogenová, kyselina  kávová, epikatechin, rutin,  glykosidy kvercetinu,  xyloglukosid floretinu,  floridzin | Nucleosil 120 C18  (250 x 4,6 mm x 5 µm) | 0,01 M kyselina  fosforečná, ACN | HPLC-DAD | 25 | [17] |

**Použitá literatura**

1. HO CHI-TANG et al.; *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health I ACS Symposium Series*; American Chemical Society: Washington, DC, 1992.
2. MARCANÍKOVÁ, K., BEŇOVÁ, B.: *Využití coulometrického detektoru pro analýzu fenolických látek.* Chemické listy. 2010, 104, 27-30.
3. WILLEMS, Jamie L. a Nicholas H. LOW.: Structural identification of compounds for use in the detection of juice-to-juice debasing between apple and pear juices. *Food Chemistry*. 2018, **241**, 346-352. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.08.104.
4. SPINELLI, F. R. et al., Detection of addition of apple juice in purple grape juice. *Food Control*. 2016, **69**, 1-4. DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.04.005.
5. KSCHONSEK, J. et al., Polyphenolic Compounds Analysis of Old and New Apple Cultivars and Contribution of Polyphenolic Profile to the In Vitro Antioxidant Capacity. *Antioxidants.* 2018, **7**(1), 14. DOI: 10.3390/antiox7010020.
6. RAMOS-AGUILAR, Ana L. et al., Physicochemical properties of apple juice during sequential steps of the industrial processing and functional properties of pectin fractions from the generated pomace. *Food Science and Technology*. 2017, **86**, 465-472. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.08.030.
7. YILDIRIM, Fatma et al., The Relationship Between Growth Vigour of Rootstock and Phenolic Contents in Apple (Malus × domestica). *Erwerbs-Obstbau*. 2016, **58**, 25-29. DOI: 10.1007/s10341-015-0253-7.
8. SATO, Hideto et al., Varietal differences in phenolic compounds metabolism of type 2 red-fleshed apples. *Scientia Horticulturae*. 2017, **219**, 1-9. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.02.041.
9. SUÁREZ, Belén. Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace. *Food Chemistry*. 2010, **120**, 339–342. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.073.
10. RAUDONE, L. et al., Phenolic Profiles and Contribution of Individual Compounds to Antioxidant Activity of Apple Powders.*Journal of Food Science*. 2016, **81**(5), 1055-1061. DOI: 10.1111/1750-3841.13277.
11. SOWA, Alina et al., Analysis of Polyphenolic Compounds in Extracts from Leaves of Some Malus domestica Cultivars: Antiradical and Antimicrobial Analysis of These Extracts. *BioMed Research International*. 2016, **2016**, 12. DOI: 10.1155/2016/6705431.
12. LIAUDANSKAS, M. et al., A Comparative Study of Phenolic Content in Apple Fruits. *International Journal of Food Properties*. 2015, **18**, 945–953. DOI: 10.1080/10942912.2014.911311. ISSN 1094-2912.
13. LEYVA-CORRAL, J. et al., Polyphenolic compound stability and antioxidant capacity of apple pomace in an extruded cereal. *LWT - Food Science and Technology*. 2016, **65**, 228-236. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.07.073.
14. CHANDRASEKAR, V. et al., Optimizing microwave-assisted extraction of phenolic antioxidants from red delicious and jonatán apple pomace. *Journal of Food Process Engineering.* 2015, **38**, 571–582. DOI: 10.1111/jfpe.12187.
15. YE, Mengqi. Evolution of polyphenols and organic acids during the fermentation of apple cider. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014, **94**(14), 2951–2957. DOI: 10.1002/jsfa.6639.
16. JAGTAP, UMESH B. a VISHWAS A. BAPAT. Phenolic composition and antioxidant capacity of wine prepared from custard apple *(Annona squamola L.)* fruits. *Journal of Food Processing and Preservation.* 2015, **39**, 175–182. DOI: 10.1111/jfpp.12219. ISSN 1745-4549.
17. ESCARPA, A., GONZÁLEZ, M.C. Fast separation of (poly)phenolic compounds from apples and pears by high-performance liquid chromatography with diode-array detection. *Journal of Chromatography A*. 1999, **830**, 301-309.

**Zpracoval**: RNDr. Aneta Bílková, Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., Holovousy 129, 508 01 Hořice, Aneta.Bilkova@vsuo.cz