

ZMENA ANTIOXIDAČNÝCH VLASTNOSTÍ KÁVY *C. ARABICA* PROCESOM PRAŽENIA

CHANGE IN ANTIOXIDANT PROPERTIES OF *C. ARABICA* COFFEE DURING THE ROASTING PROCESS

Alžbeta Demianová¹ – Lukáš Jurčaga¹ – Alica Bobková¹ – Natália Čéryová¹
Marek Bobko¹ – Terézia Švecová¹

¹ Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-100-6-0041>



ABSTRAKT

Praženie kávy je kľúčovým procesom, ktorý ovplyvňuje jej chemické zloženie, senzorické vlastnosti a biologickú aktivitu. Táto štúdia sa zameriava na zmeny antioxidačnej kapacity kávy *Coffea arabica* v priebehu rôznych stupňov praženia. Výsledky ukázali, že počas praženia dochádza k signifikantnej degradácii antioxidantov, pričom vznikajú nové antioxidačne aktívne zlúčeniny, ako sú Maillardove reakčné produkty. V počiatočných fázach praženia sa antioxidačná kapacita znižuje len mierne, v dôsledku tvorby melanoidínov, avšak pri intenzívnejšom pražení dochádza k jej signifikantnému poklesu v dôsledku tepelného rozkladu bioaktívnych látok. Výsledky poukazujú na význam optimalizácie pražiacich podmienok na zachovanie priaznivých zdravotných účinkov kávy.

Kľúčové slová: výberová káva, Coffea arabica, antioxidačné vlastnosti, kvalita

ABSTRACT

Roasting is a key process that affects the chemical composition, sensory properties, and biological activity of coffee. This study focuses on changes in the antioxidant capacity of *Coffea arabica* coffee at different roasting levels. The results showed that roasting leads to a significant degradation of antioxidants, while new antioxidant-active compounds, such as Maillard reaction products, are formed. In the initial stages of roasting, the antioxidant capacity decreases only slightly due to the formation of melanoidins. However, with more intense roasting, a significant decline occurs due to the thermal degradation of bioactive compounds. The findings highlight the importance of optimizing roasting conditions to preserve the beneficial health effects of coffee.

Keywords: specialty coffee, Coffea arabica, antioxidant properties, quality

ÚVOD

Zelené kávové zrná sú surové semená rastliny kávovníku (rod *Coffea*). V súčasnosti kávové zrná predstavujú komoditu, ktorá má významný vplyv a podiel na svetovom trhu (Freitas et al., 2024). Zelené zrná sú bohaté na bioaktívne zlúčeniny, ako sú chlorogénne kyseliny, kofeín a lipidy, ktoré prispievajú k ich antioxidačným vlastnostiam a potenciálnym zdravotným prínosom (Farah et al., 2006). Chemické zloženie zelených kávových zŕn sa líši v závislosti od faktorov, ako sú druh, pôvod a spôsob pestovania, ktoré ovplyvňujú chuť a kvalitu konečného produktu. Na rozdiel od praženej kávy, zelená káva zachováva vyššiu koncentráciu chlorogénnych kyselín, ktoré sú známe svojimi protizápalovými a antioxidačnými účinkami (Daglia et al., 2000). Ako základný materiál pre výrobu kávy, zelené kávové zrná slúžia ako základ pre komplexné transformácie, ktoré nastávajú počas praženia.

Proces praženia je kľúčovým krokom v produkcii kávy. Počas praženia sú zrná vystavené vysokým teplotám, zvyčajne v rozmedzí od 180 °C do 250 °C, po rôzne dlhú dobu v závislosti od požadovanej úrovne praženia

(Gottstein et al., 2023; Illy a Viani, 2005). Tento proces spúšťa sériu komplexných chemických reakcií, vrátane Maillardovej reakcie, karamelizácie a pyrolýzy, ktoré sú zodpovedné za vznik charakteristickej chuti, arómy a farby kávy (Baggenstoss et al., 2008). Tento článok sa zameriava na to, ako parametre praženia (teplota a čas), ovplyvňujú koncentráciu antioxidačných látok, ktoré sú kľúčové pre výslednú kvalitu kávy.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Analyzovali sme vzorky 100% *Coffea arabica* L. výberovej kvality. Vzorky pochádzali z plantáží v Kolumbii. Vzorky boli zakúpené od spoločnosti ORO Café (Zvolen, Slovensko). Podrobný popis je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Popis vzoriek

Vzorka	Krajina	Varieta	Spracovanie	Nadmorská výška [m n. m.]
A	Kolumbia	C1, C2	M	1500–1700

Legenda: C1 – caturra; C2 – Castillo; M – mokré spracovanie; m n. m. – metre nad morom

Praženie vzoriek

Vzorky zelenej kávy boli pražené pomocou laboratórnej pražičky Sample PRO 100 Series (Coffee PRO Direct, Hong Kong). Na monitorovanie času a teploty praženia sme použili snímač NI – TC01 (National Instruments Corp., USA). Každá dávka bola upražená do 3 základných foriem kávy – svetlé praženie (A1), stredné praženie (A2) a tmavé praženie (A3) a LTLT (dlhý čas, nízka teplota) (A4). Podmienky praženia sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Proces praženia

Profil praženia	Čas	Počiatočná teplota	Maximálna teplota [°C]	Crack [čas, °C]	
				Prvý crack	Druhý crack
Light	4 min 40 s	180 °C	205,5 °C	3 min 30 s, 175,4 °C	-
Medium	6 min	180 °C	225,8 °C	3 min 30 s, 175,4 °C	5 min 40 s, 220 °C
Dark	6 min 40 s	180 °C	235,1 °C	3 min 30 s, 185 °C	5 min, 215 °C
LTLT	16 min	140 °C	185 °C	14 min 08 s, 181,2 °C	16 min, 185 °C

Legenda: LTLT – dlhý čas, nízka teplota

Príprava vzoriek pred analýzou

Vzhľadom na pevnú štruktúru zelených kávových zŕn boli vzorky pred analýzou zmrazené pri –20 °C počas 30 minút. Homogenizácia bola vykonaná pomocou Grindomix GM 200 (Retsch, Haan, Nemecko) pri 10 000 ot./min, pričom čas homogenizácie bol 60 sekúnd pre pražené zrná a 120 sekúnd pre zelené zrná na dosiahnutie požadovanej veľkosti častíc. Výsledný homogenizovaný materiál bol preosiaty cez sito s veľkosťou oka 1 mm (Retsch, Nemecko), aby sa zabezpečila rovnomerná distribúcia veľkosti častíc. Následne, boli extrakty pripravené použitím presne 7 g vzoriek, ktoré boli odvážené na váhe Kern 120-5DM (Kern and Sohn GmbH, Balingen, Nemecko), a 120 ml demineralizovanej vody pri 95 °C. Zmes bola počas 5-minútového extrakčného

procesu občasne miešaná. Výsledné roztoky boli prefiltrované pomocou filtračného papiera Grade-390 Sartorius (Sartorius Lab Instruments GmbH and Co. KG, Göttingen, Nemecko).

Stanovenie celkovej antioxidačnej kapacity pomocou TAC-DPPH

V tejto štúdii bola celková antioxidačná aktivita vzoriek (TAC) stanovená pomocou DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) testu zachytávania voľných radikálov, založeného na metóde opísanej Brand-Williams et al. (1995) s úpravami podľa Poláková et al. (2023). Analýza zahŕňala prípravu pracovného roztoku DPPH rozpustením 0,025 g DPPH v 96 % etanole a jeho zriedenie v pomere 1:9 (Centralchem, Bratislava, Slovensko, 96 %). Objem 3,9 ml tohto roztoku bol prenesený do sklenenej kyvety na meranie počiatočnej absorbancie (A_0) pri vlnovej dĺžke 515,6 nm (T80 UV/VIS spektrometer; PG Instruments, Ltd.; Lutterworth, Spojené kráľovstvo). Následne bolo do roztoku DPPH pridaných 100 μ l extraktu vzorky, premiešaných a ponechaných na reakciu počas 10 minút. Absorbancia po reakcii (A_t) bola zaznamenaná pri rovnakej vlnovej dĺžke. Ako slepý pokus slúžil etanol, pričom jeho absorbancia (A_s) bola zahrnutá do výpočtu. Inhibícia DPPH radikálu bola vypočítaná podľa vzorca:

$$\% \text{ inhibition DPPH} = \frac{(A_0 - A_s) - (A_t - A_s)}{(A_0 - A_s)} \times 100$$

Kde:

- A_0 počiatočná absorbancia roztoku DPPH

- A_s absorbancia slepého pokusu

- A_t absorbancia po 10 minútach.

Štatistická analýza

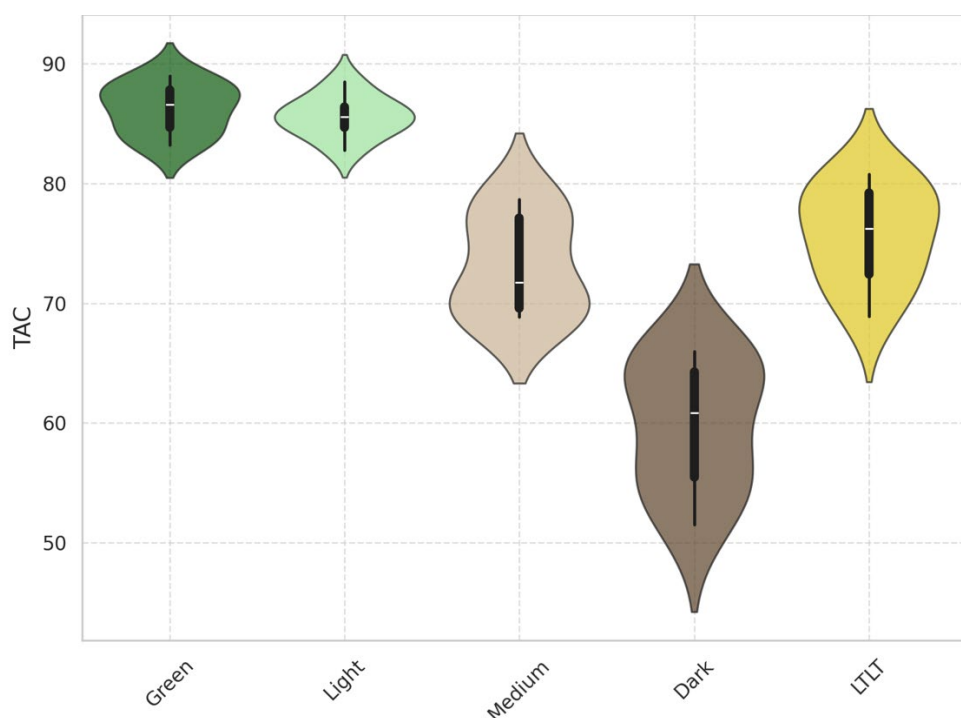
Analýza bola vykonaná pomocou Pythonu vo verzii 3.11.6, pričom boli použité nasledujúce Python balíky: scipy (verzia 1.11.3) a statsmodels (verzia 0.14.0) na stanovenie signifikantných rozdielov, matplotlib (verzia 3.8.0) a seaborn (verzia 0.13.0) na vizualizáciu údajov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na vizualizáciu údajov sme použili husľové grafy (violin plots), ktoré zobrazujú podrobnú distribúciu údajov vrátane variability a hustoty, vďaka čomu sú užitočné pri identifikácii jemných vzorcov. Zrkadlením odhadu hustoty jadra (KDE – Kernel Density Estimate) pozdĺž vertikálnej osi vytvárajú symetrický tvar, ktorý zvýrazňuje hustotu údajov a poskytuje komplexný pohľad na analyzovaný súbor údajov (obr. 1).

Antioxidačné vlastnosti zelenej kávy boli už preukázané viacerými autormi (Montenegro et al., 2021; Masek et al., 2020). Medzi hlavné antioxidanty zelenej kávy patria kyseliny chlorogénové, polyfenoly, trigonelín a kofeín (Masek et al., 2020; Analianasari et al., 2022). Avšak nie všetky tieto zlúčeniny dokážu reagovať s DPPH radikálom. Kyseliny chlorogénové sú vysoko reaktívne s DPPH radikálmi vďaka svojim fenolovým hydroxylovým skupinám, ktoré môžu byť donorom atómu vodíka. Ostatné polyfenoly prítomné v zelenej káve okrem CQAs (chlorogénové kyseliny) tiež vykazujú schopnosť zachytávať voľné radikály. Naopak, kofeín a trigonelín majú minimálnu alebo obmedzenú schopnosť zachytávať DPPH radikály (Jaisankar a Arivarasu, 2020; Liang a Kitts, 2014; Díaz-Hernández et al., 2022; Bashir et al., 2023).

Ako je znázornené na obrázku 1, najvyššie percento inhibície DPPH radikálov bolo pozorované vo vzorkách zelenej kávy. Husľové grafy zobrazujú najvyššiu variabilitu celkovej antioxidačnej kapacity (TAC) v zelených kávových zrnách.



Obrázok 1: Zmeny v TAC-DPPH spôsobené podmienkami praženia

Výsledky ukázali, že počas praženia dochádza k signifikantnej degradácii antioxidantov, pričom vznikajú nové antioxidačne aktívne zlúčeniny, ako sú Maillardove reakčné produkty. V počiatočných fázach praženia sa antioxidačná kapacita znižuje len mierne, v dôsledku tvorby melanoidínov (Baggenstoss et al., 2008), avšak pri intenzívnejšom pražení dochádza k jej signifikantnému poklesu v dôsledku tepelného rozkladu bioaktívnych látok. Profily praženia (napr. svetlé, stredné, tmavé, LTLT) ovplyvňujú rovnováhu medzi zachovaním existujúcich antioxidantov a tvorbou nových. Svetlé a stredné praženie spôsobilo zníženie TAC-DPPH v porovnaní s hodnotami, ktoré boli namerané v zelených zrnách. Pri intenzívnejšom pražení sme pozorovali širšiu distribúciu, čo naznačuje vyššiu variabilitu koncentrácie antioxidantov. Pri stupni praženia medium a dark sa distribúcia zúžila, čo naznačuje redukciu antioxidantov v dôsledku intenzívnejších tepelných procesov. Štúdium antioxidačnej kapacity pomáha identifikovať podmienky praženia, ktoré maximalizujú zdravotné benefity bez kompromisu v chuti.

ZÁVER

Proces praženia signifikantne ovplyvňuje koncentráciu antioxidantov v káve. Výsledky preukázali, že teplota a čas pri svetlom pražení (light roast) spôsobuje najmenšie zníženie koncentrácie antioxidantov. Na druhej strane, zvýšenie intenzity praženia nad teploty používané pri stupni medium a dark signifikantne znížili obsah antioxidantov. Výnimku predstavoval stupeň praženia LTLT (dlhý čas pri nízkej teplote), kedy sice došlo k signifikantnému poklesu koncentrácie bioaktívnych látok, v porovnaní so zeleným zrnom, ale v porovnaní so stupňami medium a dark došlo k miernemu nárastu úrovne antioxidantov, čo môže naznačovať šetrnejší spôsob praženia.

POĎAKOVANIE

Štúdia bola podporená Grantovou agentúrou Slovenskej poľnohospodárskej univerzity (GA SPU), projekt č. 03-GA-SPU-2024 a s podporou Plánu obnovy a odolnosti Slovenska, projekt č. 09I03-03-V05-00018 – Early Stage Grants na SPU v Nitre.

LITERATÚRA

- Analianasari, A., Shintawati, S., Berliana, D., Humaidi, E. (2022): Potential Antioxidant Activity of Green Beans from The Post-Harvest Processing Variation of Robusta Coffee in the Kebun Tebu West Lampung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1012(1), 012053. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012053>
- Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Perren, R., Escher, F. (2008): Coffee roasting and aroma formation: Application of different time-temperature conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5836–5846. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf0731833>
- Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Perren, R., Escher, F. (2008): Coffee roasting and aroma formation: Application of different Time–Temperature Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5836–5846. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf800327j>
- Bashir, K. M. I., Kim, J. W., Park, H., Lee, J., Choi, B., Choi, J., Ku, S. (2023): Validating the Health Benefits of Coffee Berry Pulp Extracts in Mice with High-Fat Diet-Induced Obesity and Diabetes. *Antioxidants*, 13(1), 10. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox13010010>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995): Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)
- Daglia, M., Papetti, A., Gregotti, C., Berte, F., Gazzani, G. (2000): In vitro antioxidant and ex vivo protective activities of green and roasted coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1449–1454. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf990510g>
- Díaz-Hernández, G. C., Alvarez-Fitz, P., Maldonado-Astudillo, Y. I., Jiménez-Hernández, J., Parra-Rojas, I., Flores-Alfaro, E., Salazar, R., Ramírez, M. (2022): Antibacterial, antiradical and antiproliferative potential of green, roasted, and spent coffee extracts. *Applied Sciences*, 12(4), 1938. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/app12041938>
- Farah, A., Monteiro, M. C., Calado, V., Franca, A. S., Trugo, L. C. (2006): Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, 98(2), 373–380. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.032>
- Freitas, V. V., Borges, L. L. R., Vidigal, M. C. T. R., dos Santos, M. H., Stringheta, P. C. (2024): Coffee: A comprehensive overview of origin, market, and the quality process. *Trends in Food Science and Technology*, 146, 104411. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104411>
- Gottstein, V., Krumbügel, K., Kuballa, T., Schwarz, S., Walch, E., Walch, P., Lachenmeier, D. W. (2023): Monitoring of Chemical Changes in Coffee Beans during the Roasting Process Using Different Roasting Technologies with Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. *Beverages*, 9(4), 87. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/beverages9040087>
- Illy, E., Viani, R. (2005): Espresso coffee: The science of quality. Academic Press.
- Liang, N., Kitts, D. (2014): Antioxidant Property of Coffee Components: Assessment of Methods that Define Mechanisms of Action. *Molecules*, 19(11), 19180–19208. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules191119180>
- Masek, A., Latos-Brozio, M., Kałużna-Czaplińska, J., Rosiak, A., Chrzescijanska, E. (2020): Antioxidant Properties of Green Coffee Extract. *Forests*, 11(5), 557. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/f11050557>

Montenegro, J., dos Santos, L. S., de Souza, R. G. G., Lima, L. G. B., Mattos, D. S., Viana, B. P. P. B., da Fonseca Bastos, A. C. S., Muzzi, L., Conte-Júnior, C. A., Gimba, E. R. P., Freitas-Silva, O., Teodoro, A. J. (2021): Bioactive compounds, antioxidant activity and antiproliferative effects in prostate cancer cells of green and roasted coffee extracts obtained by microwave-assisted extraction (MAE). *Food Research International*, 140, 110014. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110014>

Poláková, K., Bobková, A., Demianová, A., Bobko, M., Lidíková, J., Jurčaga, L., Belej, L., Mesárošová, A., Korčok, M., Tóth, T. (2023): Quality Attributes and Sensory Acceptance of Different Botanical Coffee Co-Products. *Foods*, 12(14), 2675. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12142675>

Kontaktná adresa: Ing. Alžbeta Demianová, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra.