

VPLYV RÔZNYCH SPÔSOBOV PRÍPRAVY KÁVY NA ANTIOXIDAČNÉ VLASTNOSTI KÁVOVÉHO LÓGRU

THE INFLUENCE OF DIFFERENT COFFEE PREPARATION METHODS ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF SPENT COFFEE GROUNDS

Dominika Kotianová¹ – Tomáš Pencák¹ – Daniela Slámová¹ – Dani Dordević¹ Bohuslava Tremlová¹

¹Ústav hygieny a technológie potravín rastlinného pôvodu Fakulta veterinárnej hygieny a ekológie,
VETUNI, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

<https://doi.org/10.11118/978-80-7509-996-9-0180>



ABSTRAKT

Cieľom príspevku je poukázať problematiku nakladania s odpadmi v potravinárskom priemysle najmä so zameraním na odvetvie kávy. Tento príspevok sa zaoberá zmenami antioxidačnej kapacity lógru po rozdielnom spôsobe prípravy kávy typu: zalievaná káva, Cold Brew, V60 a French press. Na prípravu vzoriek pre experimentálnu časť bola použitá zmes arabiky a robusty (dark roast). Jednotlivé typy kávy boli pripravené podľa štandardných postupov pre každý konkrétny spôsob prípravy, kávový lóger bol následne ponechaný v sušičke (12 h, 50 °C). Na posúdenie antioxidačnej aktivity extraktov boli použité metódy: FRAP, CUPRAC a celkový obsah polyfenolov za použitia činidla Folin-Ciocalteu, všetky vzorky boli stanovené spektrofotometricky. Najvyššia úroveň antioxidačnej aktivity oproti ostatným ($159,724 \pm 1,147 \mu\text{mol Trolox/g}$) vykazovala vzorka lógru analyzovaná metódou CUPRAC, ktorá bola pripravená extrakciou studenou vodou (Cold brew). Z výsledkov vyplýva, že lóger je potenciálnym zdrojom bioaktívnych látok pre výrobu nových funkčných potravín.

Kľúčové slová: kávová usadenina, cirkulačná ekonomika, antioxidační aktivita

ABSTRACT

The aim of this paper is to highlight the issue of waste management in the food industry, with a particular focus on the coffee sector. This paper deals with the changes in the antioxidant capacity of the spent coffee ground (SCG) after different coffee preparation methods such as pour-over, Cold Brew, V60, and French press. A mixture of Arabica and Robusta (dark roast) was used to prepare the samples for the experimental part. The different types of coffee were prepared according to the standard procedures for each specific preparation method, the coffee grounds were then left in the dryer (12 h, 50 °C). FRAP, CUPRAC, and total polyphenol content using Folin-Ciocalteu reagent were used to assess the antioxidant activity of the extracts, all samples were determined spectrophotometrically. The SCG sample analysed by the CUPRAC method, which was prepared by Cold Brew extraction, showed the highest level of antioxidant activity compared to the others ($159.724 \pm 1.147 \mu\text{mol Trolox/g}$). The results indicate that SCG is a potential source of bioactive compounds for the production of new functional foods.

Keywords: spent coffee grounds, circular economy, antioxidant activity

ÚVOD / INTRODUCTION

Potravinársky priemysel produkuje značné množstvo odpadových produktov, s ktorými je potrebné nakladať tak, aby sa znížil ich negatívny vplyv na životné prostredie (Angeloni et al. 2021). Medzi takéto odvetvia potravinárskeho priemyslu patrí aj kávový priemysel, ktorý ročne produkuje viac ako 2 miliardy bio odpadu, ktorý vzniká pri ošetrovaní a spracovaní kávových zŕn ako aj pri samotnej príprave kávy. Tento bio odpad predstavuje bohatý zdroj mnohých organických zlúčenín akými sú kofeín, taníny alebo polyfenoly, no zároveň môže mať aj negatívny vplyv na životné prostredie (Balzano et al. 2020) v dôsledku nadmernej produkcie metánu a oxidu uhličitého, ku ktorej dochádza na skládkach a prispieva k celkovému znečisteniu ovzdušia (Forcina et al. 2023). Nadmerné pitie kávy bolo často spojované aj s niektorými negatívnymi vplyvmi na zdravie ako hypertenzia, choroby srdca, úzkosti alebo nespavosť, avšak informácie o zložení a biologických vlastnostiach kávy viedli k tomu, že ju môžeme považovať za potenciálne funkčnú potravinu s mnohými prínosmi pre ľudské zdravie (Ciaramelli et al. 2019). Káva obsahuje viac ako 500 rôznych zlúčenín a okrem povzbudzujúcich účinkov, ktoré prináša vďaka kofeínu, obsahuje aj množstvo fenolických látok, spomedzi ktorých je najviac zastúpená kyselina chlorogenová. Prítomnosť týchto látok je spojená s ich antioxidačným účinkom a pozitívnym vplyvom proti oxidatívnejmu stresu (Boyadzhieva et al. 2018). Antioxidačná aktivita však závisí na viacerých faktoroch akými sú napríklad spôsob prípravy alebo druh kávy. Výskumy ukázali, že instantná káva a espresso majú vyššie hodnoty antioxidačnej aktivity v porovnaní s čajom alebo červeným vínom a pri porovnaní robusty a arabiky bola preukázaná vyššia antioxidačná aktivita robusty (Vignoli et al. 2014). Vďaka svojim dôležitým vlastnostiam našli fenolické zlúčeniny uplatnenie v rôznych odvetviach potravinárskeho a farmaceutického priemyslu. Extrakcia antioxidačných fenolických zlúčenín z kávovej usadeniny je považovaná za vhodnú alternatívu k získavaniu týchto zlúčenín z lacno dostupného materiálu (Mussatto et al. 2011). Bežnou praxou prípravy kávy je krátkodobé zalatie pražených mletých kávových zŕn horúcou vodou, avšak takýto proces nedokáže dostatočne extrahovať všetky dôležité zlúčeniny, a preto sadá očakávať ich vysoký obsah v kávovej usadenine (Boyadzhieva et al. 2018). Cieľom tohoto príspevku bolo zhodnotenie vplyvu rôznych spôsobov prípravy kávy na antioxidačné vlastnosti kávového lógru.

MATERIÁL A METODIKA / MATERIAL AND METHODS

Na prípravu vzoriek kávového lógru bola využitá káva, zmes arabiky a robusty – dark roast, zakúpená v obchodnom reťazci v Brne, ČR. Na analýzu vzoriek boli využité chemikálie získané od firiem PENTA (Praha, ČR), Sigma – Aldrich (St. Louis, MO, USA) a Lach-Ner (Neratovice, ČR). Antioxidačná aktivita a obsah polyfenolov boli odmerané využitím spektrofotometru CECIL (Cambridge, UK).

Príprava kávového lógru

Kávový lóger bol získaný po príprave kávy nasledujúcimi spôsobmi.

Cold brew: káva bola pripravená navážením 45 g kávy do kádinky a zaliatím 450 ml vody o izbovej teplote. Káva bola skladovaná po dobu 24 hodín, pri 8 °C. Po 24 hodinách bola káva prefiltrovaná. Následne bol kávový lóger sušený pri 50 °C, po dobu 12 hodín.

French Press: v prvom kroku bolo navážených 45 g kávy, ktorá bola prenesená do French pressu a na jej zaliate bolo použitých celkovo 750 ml vody. Pri prvom náleve (250 ml horúcej vody) bola káva premiešaná, a po približne 1 minúte bol priliaty zvyšok vody. Po 4 minútach bolo filtračné sito pomaly zatlačené. Kávový lóger získaný po príprave kávy bol sušený 12 hodín pri 50 °C.

Filtrovaná (V60 filter): na prípravu filtrovanej kávy bolo navážených 45 g mletej kávy. V prvom kroku bol povrch filtra zmočený pomocou horúcej vody. Nasledovne bola do filtra nasýpaná navážená káva, ktorá bola pomaly, krúživým pohybom, zalievaná 750 ml vody o teplote približne 90 °C. Kávový lóger, ktorý zostal na povrchu filtra, bol sušený pri 50 °C po dobu 12 hodín.

Zalievaná: pri príprave tohto typu kávy bolo do kádinky navážených 45 g kávy, ktorá bola ihneď zaliate 750 ml horúcej vody. Po jej vychladnutí bola káva prefiltrovaná od kávového lógru, ktorý bola ponechaný v sušiarňi 12 hodín, pri 50 °C.

Príprava extraktov

Na prípravu extraktov bolo navážených 0,1 g vzorky kávového lógru, ku ktorému bolo pridaných 20 ml roztoku ethanolu a vody, pripraveného v pomere 1:1. Vzorky boli v ďalšom kroku umiestnené do ultrazvukovej vodnej lázne, kde boli ponechané po dobu 30 minút a následne prefiltrované cez mikrofiltre. Kontrolná vzorka bola pripravená rovnakým spôsobom, pričom namiesto kávového lógru bolo použitých 0,1 g mletej kávy.

FRAP

Antioxidačná aktivita metódou FRAP (Ferric reducing antioxidant potential assay) bola stanovená podľa metodiky uvedenej v článku od Behbahaniho et al. (2017). Do tmavých fľaštičiek bolo napipetovaných 180 µl extraktu, 300 µl destilovanej vody a 3,6 ml pracovného roztoku (octový pufer, TPTZ a FeCl₃). Vzorky boli potom inkubované v tme, po dobu 8 minút. Po inkubácii bola absorbancia vzoriek odmeraná pri vlnovej dĺžke 593 nm, a to oproti slepej vzorke (destilovaná voda a pracovný roztok). Na prípravu kalibračnej priamky bol využitý roztok troloxu. Výsledky meraní boli vyjadrené ako µmol Troloxu na gram vzorky.

CUPRAC

Analýza antioxidačnej kapacity metódou CUPRAC bola vykonaná na základe metodiky uvedenej v práci od Apak et al, (2016). V skúmavke s objemom 10 ml, bol zmiešaný 1 ml 0,01 M roztoku Cooper (II), 1 ml 0,0075 M Neocuproinu, 1 ml NH₄Ac pufru (pH = 7,0), 0,1 ml zmesi ethanol:voda (1:1) a 1 ml extraktu. Takto pripravené vzorky boli inkubované v tme, po dobu 1 hodiny, následne bola odmeraná ich absorbancia pri 450 nm, oproti slepej vzorke. Kalibračná priamka bola zhotovená využitím roztoku Troloxu, a výsledky boli vyjadrené ako µmol Troloxu na gram vzorky.

Celkový obsah polyfenolov (TPC – Total Polyphenolic Content)

Na stanovenie celkového obsahu polyfenolov vo vzorkách bola využitá metóda Folin-Ciocalteu podľa Tomadoniho et al. (2016). Každá vzorka bola pripravená napipetovaním 1 ml extraktu do odmernej banky o objeme 25 ml. K extraktu bolo nasledovne pridaných 5 ml Folin Ciocalteu roztoku, nariadeného v pomere 1:10, a 4 ml 7,5% Na₂CO₃. Inkubácia vzoriek prebiehala v tme, po dobu 30 minút. Absorbancia bola meraná pri vlnovej dĺžke 765 nm oproti slepej vzorke, ktorá bola pripravená rovnakým spôsobom ako vzorky kávového lógru, avšak 1 ml extraktu bol nahradený 1 ml destilovanej vody. Výsledky merania boli vyjadrené ako obsah kyseliny gallovej v mg na gram vzorky.

DPPH

Na analýzu antioxidačnej aktivity využitím metódy DPPH, podľa Sivaroobana et al. (2008), boli odobrané 3 ml extraktu, ku ktorým bol pridaný 1 ml 0,1mM roztoku DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Po 30 minútach inkubácie v tme, bola odmeraná absorbancia vzorky, a to pri vlnovej dĺžke 520 nm. Výsledok bol vyjadrený ako percentuálna účinnosť antioxidačnej aktivity podľa nasledovného vzorca:

$$\text{DPPH (\%)} = [(Ab_{SDPPH} - Ab_{Svzorky}) / Ab_{SDPPH}] \times 100$$

Štatistické spracovanie výsledkov

Získané hodnoty boli zaznamenané pomocou tabuliek ako priemer $\pm$ smerodajná odchýlka. Ďalej bola vykonaná štatistická analýza nameraných hodnôt pomocou softvéru SPSS (verzia 23.0, SPSS, Chicago, IL, USA). Výsledné hodnoty boli spracované pomocou t-testu, one-way analýzy rozptylu (ANOVA), a bol zisťovaný štatisticky významný rozdiel medzi vzorkami ($p < 0,05$) na základe výsledkov Levene testu. Pokiaľ vyšla hodnota podľa Levene testu $p < 0,05$, bol použitý neparametrický Gamel - Howell test. V prípade, že bola zistená hodnota $p > 0,05$, bol použitý parametrický Tukey test. Zistené štatisticky významné rozdiely sú uvedené v tabuľkách ako malé písmená v hornom indexe pri číselných hodnotách.

VÝSLEDKY A DISKUSIA / RESULTS AND DISCUSSION

Štúdie poukazujú na to, že kávový lóger je aj po extrakcii teplou, či studenou vodou stále významným zdrojom bioaktívnych zlúčenín, ako sú antioxidačné látky a polyfenoly. Množstvo extrahovaných látok závisí na niekoľkých faktoroch, medzi ktoré patrí aj druh kávy, stupeň praženia a namletia kávového zrna alebo spôsob prípravy kávy (Glowacka et al., 2019). Z dôvodu prítomnosti týchto zlúčenín sa v súčasnej dobe stáva kávový lóger významným odpadným produktom využiteľným v rozličných odvetviach priemyslu (Singh et al., 2023).

V tomto príspevku bol porovnávaný vplyv rôznych spôsobov prípravy kávy na antioxidačnú kapacitu a celkový obsah polyfenolov v kávovom lógri.

V tabuľke 1 sú zobrazené výsledky analýz antioxidačných kapacít, ktoré boli nadobudnuté použitím troch metód, a to CUPRAC, FRAP a metódou Folin-Ciocalteu, na stanovenie celkového obsahu polyfenolov.

Tabuľka 1: Výsledky analýz antioxidačných aktivít (CUPRAC, FRAP) a celkový obsah polyfenolov u vzoriek kávového lógru.

Vzorka	CUPRAC Trolox ($\mu\text{mol/g}$)	FRAP Trolox ($\mu\text{mol/g}$)	TPC (mg gallovej kyseliny/g)
Kontrola	$348,573 \pm 7,394^a$	$222,585 \pm 5,359^a$	$43,768 \pm 0,073^a$
Zalievaná	$133,829 \pm 3,177^b$	$52,07 \pm 0,923^b$	$11,870 \pm 0,123^b$
Cold brew	$159,724 \pm 1,147^c$	$79,544 \pm 0,521^c$	$17,200 \pm 0,034^c$
Filtrovaná (V60)	$93,834 \pm 0,089^d$	$36,678 \pm 0,332^d$	$8,719 \pm 0,004^d$
French press	$84,092 \pm 12,269^d$	$36,634 \pm 1,383^d$	$8,676 \pm 0,097^d$

rozdielne horné indexy znázorňujú štatisticky významné rozdiely ($p < 0,05$) v rámci stĺpca

Celkom bolo analyzovaných 5 vzoriek, vždy v dvoch paralelných stanoveniach, u všetkých vyššie spomínaných metód. Z meraní metódou CUPRAC vyplýva, že najvyššia hodnota antioxidačnej kapacity bola nameraná v kávovom lógri, ktorý bol pripravený metódou Cold Brew ($159,724 \pm 1,147 \mu\text{mol/g}$). Štatisticky významný rozdiel ($p > 0,05$) nebol zistený u vzoriek lógru pochádzajúceho z kávy pripravenej filtráciou a vo French Press-e.

Z výsledkov meraní metódou FRAP je zjavné, že najvyššia hodnota antioxidačnej kapacity bola potvrdená u vzorky kávového lógru pripraveného Cold Brew metódou ($79,544 \pm 0,521 \mu\text{mol/g}$). Tak ako tomu bolo u metódy CUPRAC, ani v tomto prípade nebol zistený štatisticky významný rozdiel ($p > 0,05$) medzi logróm z filtrovanej kávy a z French Press-u.

Výsledky meraní antioxidačných kapacít nami zvolenými metódami, potvrdzujú závery autorov Chongsrimisirisakhol a Pirak (2022), v ktorých kávový lóger získaný extrakciou studenou vodou (Cold Brew) vykazoval vyššie hodnoty antioxidačnej kapacity v porovnaní s metódami využívajúcimi extrakciu vodou teplou.

Uvádza sa, že horúca voda je schopná pri príprave kávy extrahovať väčšie množstvo polyfenolov, v porovnaní s extrakciou studenou vodou (Belitz e al. 2009; Rao a Fuller, 2018). Tento fakt bol v rámci našej analýzy celkového obsahu polyfenolov potvrdený, kedy vzorka kávového lógru, pripravená metódou Cold Brew, dosahovala najvyšších hodnôt, a to $17,2 \pm 0,034 \text{ mg/g}$, v porovnaní s ostatnými vzorkami. Medzi vzorkami kávového lógru získaného pri príprave filtrovanej kávy ($8,719 \pm 0,004 \text{ mg/g}$) a kávy z French Press-u ($8,676 \pm 0,097$) neboli spozorované štatisticky významné rozdiely ($p > 0,05$). Na celkový obsah polyfenolov má značný vplyv aj spomínaný stupeň praženia kávového zrna. Tmavý stupeň praženia (dark roast) priaznivo ovplyvňuje celkový obsah polyfenolov, a to z dôvodu vzniku melanoidínov v priebehu praženia, ktoré pomáhajú stabilizovať prítomné polyfenoly (Yust et al., 2022). Hodnoty celkového obsahu polyfenolov namerané v tomto príspevku odpovedajú hodnotám, ktoré uvádzajú aj Mussatto et al. (2011), pre kávový lóger, vo svojej štúdii.

ZÁVER / CONCLUSIONS

Predmetom tohto príspevku bolo posúdiť vplyv spôsobu prípravy kávy na hodnoty antioxidačnej kapacity a celkového obsahu polyfenolických látok vo vzorkách kávového lógru. Antioxidačná kapacita bola stanovená spektrofotometricky s využitím metód CUPRAC, FRAP, a celkový obsah polyfenolov bol stanovený pomocou Folin-Ciocalteuovho činidla. Na základe vykonaných meraní bolo zistené, že po príprave kávy metódou Cold Brew vykazovala vzorka kávového lógru najvyššie hodnoty antioxidačnej kapacity v porovnaní s inými metódami prípravy kávy. U tejto vzorky bol taktiež spozorovaná najvyššia hodnota celkového obsahu polyfenolov. Zistenia uvedené v tomto príspevku poukazujú na to, že kávový lóger, získaný po príprave kávy bežne využívanými metódami, je stále cenným zdrojom bioaktívnych zlúčenín.

POĎAKOVANIE / ACKNOWLEDGEMENT

Tento príspevok bol spracovaný s podporou projektu FVHE/Tremlová/ITA2023, Veterinárni univerzita Brno, Česká republika.

LITERATÚRA / REFERENCES

- Angeloni, S., Freschi, M., Marrazzo, P., Hrelia, S., Beghelli, D., Juan-García, A., Juan, C., Caprioli, G., Sagratini, G., Angeloni, C. (2021): Antioxidant and Anti-Inflammatory Profiles of Spent Coffee Ground Extracts for the Treatment of Neurodegeneration. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021(1): 1–19.
- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., Çapanoğlu, E. (2016): Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(5): 997–1027.
- Balzano, M., Loizzo, M., R., Tundis, R., Lucci, P., Nunez, O., Fiorini, D., Giardinieri, A., Frega, N., G., Pacetti, D. (2020): Spent espresso coffee grounds as a source of anti-proliferative and antioxidant compounds. *Innovative. Food Science & Emerging Technologies*, 59: ISSN 1466-8564.
- Behbahani, B. A., Shahidi, F., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., Mohebbi, M. (2017): Use of *Plantago major* seed mucilage as a novel edible coating incorporated with *Anethum graveolens* essential oil on shelf life extension of beef in refrigerated storage. *International journal of biological macromolecules*, 94: 515–526.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009): Coffee, Tea, Cocoa. In: *Food Chemistry*. Springer: Berlin, Heidelberg. *Food Chemistry*, 938–970. ISBN 978-3-540-69933-0.
- Boyadzhieva, S., Angelov, G., Georgieva, S., Yankov, D. (2018): Characterization of polyphenol content and antioxidant capacity of spent coffee grounds. *Bulgarian Chemical Communications*, 50: 85–89.
- Chongsrimisirakhol, O., Pirak, T. (2022): Total polyphenol content and antioxidant properties of cold brew coffee extracts as affected by ultrasound treatment and their application in low fat pork sausage. *International Journal of Food Properties*, 25(1): 813–826.

- Ciaramelli, C., Palmioli, A., Airoidi, C. (2019): Coffee variety, origin and extraction procedure: Implications for coffee beneficial effects on human health. *Food Chemistry*, 278: 47–55. ISSN 0308-8146.
- Forcina, R., Petrillo, A., Travaglioni, M., Chiara di S., Felice, De, F. (2023): A comparative life cycle assessment of different spent coffee ground reuse strategies and a sensitivity analysis for verifying the environmental convenience based on the location of sites. *Journal of Cleaner Production*, 385(3):135727.
- Glowacka, R., Górská, A., Wirkowska-Wojdyla, M., Wolosiak, R., Majewska, E., Derewiaka, D. (2019): The influence of brewing method on bioactive compounds residues in spent coffee grounds of different roasting degree and geographical origin. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(11): 3008–3014.
- Mussatto, S. I., Ballesteros, L. F., Martins, S., Teixeira, J., A. (2011): Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. *Separation and Purification Technology*, 83: 173–179. ISSN 1383-5866.
- Rao, N.Z., Fuller, M. (2018): Acidity and Antioxidant Activity of Cold Brew Coffee. *Scientific Reports*, 8(1): 1–9.
- Singh T. A., Pal, N., Sharma, P., Passari, A. K. (2023): Spent Coffee ground: transformation from environmental burden into valuable bioactive metabolites. *Environmental Science and Bio/Technology*, 22: 887–898
- Sivarooban, T., Hettiarachchy, N. S., Johnson, M. G. (2008): Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin, and EDTA incorporated soy protein edible films. *Food Research International*, 41(8): 781–785.
- Tomadoni, B., Cassani, L., Ponce, A., Moreira, M. D. R., Agüero, M. V. (2016): Optimization of ultrasound, vanillin and pomegranate extract treatment for shelf-stable unpasteurized strawberry juice. *LWT-Food Science and Technology*, 72: 475–484.
- Vignoli, J., A., Viegas, M., C., Bassoli, D., G., Benassi, M., T. (2014): Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. *Food Research International*, 61: 279-285. ISSN 0963-9969.
- Yust, B. G., Rao N. Z., Schwarzmann, E. T., Peoples, M. H. (2022): Quantification of Spent Coffee Ground Extracts by Roast and Brew Method, and Their Utility in a Green Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles. *Molecules*, 27(16): 1–22.

Kontaktná adresa / Contact Information: Mgr. Dominika Kotianová, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kotianovad@vfu.cz