

ZMĚNY FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ KÁVOVÝCH ZRN V PRŮBĚHU PRAŽENÍ A JEJICH SENZORICKÉ HODNOCENÍ

CHANGES IN THE PHYSICAL PROPERTIES OF COFFEE BEANS DURING ROASTING AND THEIR SENSORY EVALUATION

Barbora Odehnalová¹ – Šárka Nedomová¹

Veronika Božena Hendrychová¹ – Andrea Roztočilová¹ – Adam Kovál¹

¹ Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta,
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, Česká republika

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-100-6-0286>



ABSTRAKT

Tato práce se zabývá hodnocením vlivu fyzikálních a mechanických vlastností pražených kávových zrn na jejich senzorní parametry. Analyzována byla kávová zrna botanických druhů *Coffea arabica* a *Coffea canephora* zpracované metodami natural a washed. Pražení probíhalo při teplotě 200 °C po dobu 10, 15 a 20 minut. U jednotlivých vzorků byly stanoveny geometrické charakteristiky, hmotnost, hustota a index tvaru zrn. Senzorické hodnocení celých pražených zrn zahrnovalo posouzení barvy, rovnoměrnost pražení a intenzitu vůně suchých zrn pomocí bodové stupnice. Výsledky prokázaly, že prodlužující se doba pražení vedla k objemové expanzi zrn a současněmu poklesu jejich hmotnosti, přičemž rozsah těchto změn byl významně ovlivněn botanickým druhem a způsobem posklizňového zpracování. Výraznější geometrické změny byly zaznamenány u zrn *Coffea arabica*, zejména u varianty washed, zatímco zrna *Coffea canephora* vykazovala vyšší strukturální stabilitu a nižší míru expanze. Senzorická analýza potvrdila významný vliv délky pražení na intenzitu barvy a rovnoměrnost pražení, kdy vyšší homogenita byla obecně dosažena u zrn zpracovaných metodou washed.

Klíčová slova: káva, struktura, kvalita

ABSTRACT

This study deals with the evaluation of the influence of the physical and mechanical properties of roasted coffee beans on their sensory parameters. Coffee beans of the botanical species *Coffea arabica* and *Coffea canephora*, processed by the natural and washed methods, were analyzed. Roasting was carried out at a temperature of 200 °C for 10, 15, and 20 minutes. For individual samples, geometric characteristics, weight, density, and bean shape index were determined. Sensory evaluation of whole roasted beans included the assessment of color, roasting uniformity, and the intensity of the aroma of dry beans using a point scale. The results demonstrated that increasing roasting time led to volumetric expansion of the beans and a simultaneous decrease in their weight, while the extent of these changes was significantly influenced by the botanical species and the post-harvest processing method. More pronounced geometric changes were recorded in *Coffea arabica* beans, especially in the washed variant, whereas *Coffea canephora* beans exhibited higher structural stability and a lower degree of expansion. Sensory analysis confirmed a significant effect of roasting time on color intensity and roasting uniformity, with higher homogeneity generally achieved in beans processed by the washed method.

Keywords: coffee, structure, quality

ÚVOD

Káva patří mezi nejvýznamnější komodity potravinářského průmyslu a její kvalitu určuje botanický původ, nadmořská výška pěstování, způsob posklizňového zpracování a následné technologické zpracování, zejména pražení (Sundaryanto, 2020). Kávová zrna představují biologický materiál, jehož fyzikální, mechanické a chemické vlastnosti se v průběhu zpracování významně mění. Tyto změny mají zásadní vliv na senzorycké vlastnosti výsledného nápoje, ale také na chování zrn během pražení. Jednotlivé botanické druhy kávovníku, především arabica (*Coffea arabica* L.) a robusta (*Coffea canephora* L.) se od sebe liší morfologií zrn, strukturou a chemickým složením (Sigalingging et al., 2018; Cwиковá et al., 2022). Významnou roli hraje také způsob posklizňového zpracování, tedy suché (natural), mokré (washed) nebo honey metoda, které ovlivňují obsah vody v zrnech, jejich buněčnou strukturu a distribuci chemických látek (Rodak et al., 2021; Ganju et al., 2024). Pražení představuje důležitý technologický krok, při němž dochází k intenzivním fyzikálním změnám a chemickým reakcím, jako je ztráta vody, uvolňování plynů, navýšení objemu, ztráta pevnosti, snížení obsahu polyfenolů a navýšení obsahu kofeinu. Tyto změny jsou závislé na délce a intenzitě pražení a liší se mezi jednotlivými druhy káv i způsoby jejich zpracování (Bizimungu, 2023).

Senzorycká analýza kávových zrn je dalším důležitým krokem pro určení celkové jakosti zrn a jejich kvalitu ve výsledném produktu. Kávová zrna se hodnotí ještě před upražením, kdy se hodnotí její geometrické charakteristiky a separují se tak zrna s defektem, které významně snižují celkovou kvalitu. Opět se zrna hodnotí po upražení, kde pražič kontroluje kvalitu upražení (sleduje rovnoměrnost barvy, olejnatost zrn, vývoj pražení a jiné). Kávová zrna poté hodnotí profesionální degustátoři (například metodou cupping), kde káva dostává bodové skóre, od kterého se dále odvíjí cena finálního produktu (Ganju et al., 2024; Oliveros et al., 2017). Cílem práce bylo charakterizovat změny fyzikálních vlastností kávových zrn během pražení ve vztahu k jejich senzoryckému hodnocení.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Sledovány byly vzorky kávových zrn botanických druhů: *Coffea arabica* L. (dále arabica) a *Coffea canephora* L. (dále robusta) ve variantách zpracování natural a washed. Vzorky zelených zrn pocházely z distribuční sítě.

Pražení

Pražení probíhalo při konstantní teplotě 200 °C po dobu 10, 15 a 20 minut v pražičce (Gene Cafe CBR 101). Po upražení byla zrna skladována v obalech s jednosměrným ventilem po dobu jednoho týdne.

Stanovení geometrických a fyzikálních vlastností kávových zrn

Stanovení geometrických parametrů kávových zrn probíhalo u 100 zrn všech vzorků pomocí posuvného měřidla, kdy byla stanovena délka, šířka a výška zrna v nejvyšším možném bodě. Z hodnot byl vypočítán index tvaru jednotlivých zrn dle Bizimungu (2023) tedy index tvaru = délka zrna děleno odmocninou součinu šířky a výšky zrna. Objem zrn byl stanoven pomocí odměrné nádoby. Hmotnost zrn byla stanovena pomocí analytických vah (KERN ADB 100-4). Hustota kávových zrn se stanovovala pomocí výpočtu uvedeného níže.

$$Hustota\ zrn\ (g \cdot ml^{-1}) = \frac{hmotnost\ zrn\ (g)}{objem\ zrn\ (ml)}$$

Senzorycké hodnocení celých zrn po pražení

Senzorycká analýza celých kávových zrn byla provedena 10 hodnotiteli. Hodnocena byla barva zrn (na škále od velmi světlá – velmi tmavá), rovnoměrnost pražení (nerovnoměrné – zcela rovnoměrné) a vůně suchých zrn (slabá, neznatelná – silná, intenzivní). V rámci vizuálního hodnocení barvy a rovnoměrnosti pražení byla posuzována homogenita barevného odstínu a přítomnost případných defektů pražení. Vůně suchých zrn byla hodnocena bezprostředně po otevření obalu. Jednotlivé senzorycké deskriptory byly hodnoceny

pomocí bodové stupnice (0–100 bodů), kde vyšší hodnota odpovídala vyšší intenzitě nebo vyšší kvalitě daného znaku.

Statistické vyhodnocení

Získaná data byla statisticky vyhodnocena s využitím softwaru STATISTICA 14, přičemž byly použity testy pro ověření normality (Shapiro–Wilkův test), ověření homogenity rozptylů (Leveneův test), parametrická jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) a následný post-hoc Tukeyův HSD test; v případě nesplnění požadavků na normalitu nebo homoskedasticitu byl použit neparametrický Kruskal–Wallisův test.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Hodnoty geometrických charakteristik pražených kávových zrn (tab. 1) ukazují, že pražení při 200 °C vede k mírné, avšak systematické expanzi zrn, přičemž rozsah změn závisí na botanickém druhu i způsobu zpracování. U zrn arabica (natural i washed) docházelo s prodlužující se dobou pražení k nárůstu délky, šířky i výšky zrn; změny byly výraznější u varianty washed, zejména ve směru výšky zrna. Tento trend souvisí s intenzivním rozvojem vnitřní porozity a tvorbou plynů v endospermu během pražení. U zrn robusty byly změny rozměrů méně výrazné, což je v souladu s literaturou popisující jejich vyšší buněčnou hustotu a mechanickou odolnost, která omezuje jejich objemovou expanzi při tepelném zpracování (Al-Shemmeri et al., 2024). Kávová zrna v průběhu pražení ztrácí svou hmotnost v důsledku odpařování vody a termických reakcí, které probíhají uvnitř zrna (Indriati et al., 2020).

Tabulka 1: Geometrické a fyzikální charakteristiky pražených kávových zrn

Vzorky	Typ pražení	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Hmotnost [g]	Hustota [g·ml ⁻¹]	Index tvaru [SI]
Arabica natural	10 min, 200 °C	9,60 ± 0,44 ^a	7,74 ± 0,16 ^a	4,17 ± 0,19 ^a	0,13 ± 0,01 ^a	0,458 ± 0,43	0,86 ± 0,14
	15 min, 200 °C	9,98 ± 0,57 ^{ab}	8,08 ± 0,57 ^{ab}	4,40 ± 0,55 ^{ab}	0,13 ± 0,02 ^a	0,453 ± 0,22	0,81 ± 0,06
	20 min, 200 °C	10,02 ± 0,69 ^{ab}	8,20 ± 0,37 ^{ab}	4,68 ± 0,18 ^{ab}	0,14 ± 0,01 ^{ab}	0,301 ± 0,69	0,84 ± 0,08
Arabica washed	10 min, 200 °C	10,91 ± 1,29 ^{abc}	7,92 ± 0,18 ^{ab}	4,62 ± 0,15 ^{ab}	0,17 ± 0,04 ^{ab}	0,563 ± 0,13	0,72 ± 0,06
	15 min, 200 °C	11,97 ± 1,02 ^c	8,21 ± 0,57 ^{ab}	4,87 ± 0,34 ^{ab}	0,20 ± 0,02 ^b	0,417 ± 0,42	0,71 ± 0,08
	20 min, 200 °C	11,62 ± 1,02 ^{bc}	8,78 ± 0,80 ^b	5,61 ± 0,44 ^b	0,19 ± 0,01 ^{ab}	0,365 ± 0,96	0,76 ± 0,09
Robusta natural	10 min, 200 °C	11,00 ± 1,16 ^{ab}	9,31 ± 0,72 ^a	6,25 ± 1,11 ^a	0,28 ± 0,05 ^a	0,556 ± 0,33	0,85 ± 0,06
	15 min, 200 °C	10,93 ± 1,63 ^{ab}	9,41 ± 1,08 ^a	6,01 ± 0,72 ^a	0,26 ± 0,06 ^{ab}	0,493 ± 0,51	0,85 ± 0,06
	20 min, 200 °C	11,53 ± 0,90 ^a	9,95 ± 0,10 ^{ab}	6,04 ± 0,49 ^a	0,27 ± 0,07 ^a	0,301 ± 0,09	0,88 ± 0,06
Robusta washed	10 min, 200 °C	8,64 ± 0,55 ^b	6,21 ± 0,31 ^c	4,24 ± 0,29 ^{ab}	0,10 ± 0,00 ^b	0,526 ± 0,68	0,72 ± 0,05
	15 min, 200 °C	8,73 ± 0,58 ^b	6,48 ± 0,06 ^{ad}	4,40 ± 0,44 ^{ab}	0,11 ± 0,01 ^{ab}	0,445 ± 0,32	0,74 ± 0,05
	20 min, 200 °C	9,15 ± 0,66 ^{ab}	6,62 ± 0,10 ^{abcd}	4,11 ± 0,23 ^b	0,10 ± 0,01 ^{ab}	0,415 ± 0,97	0,72 ± 0,05

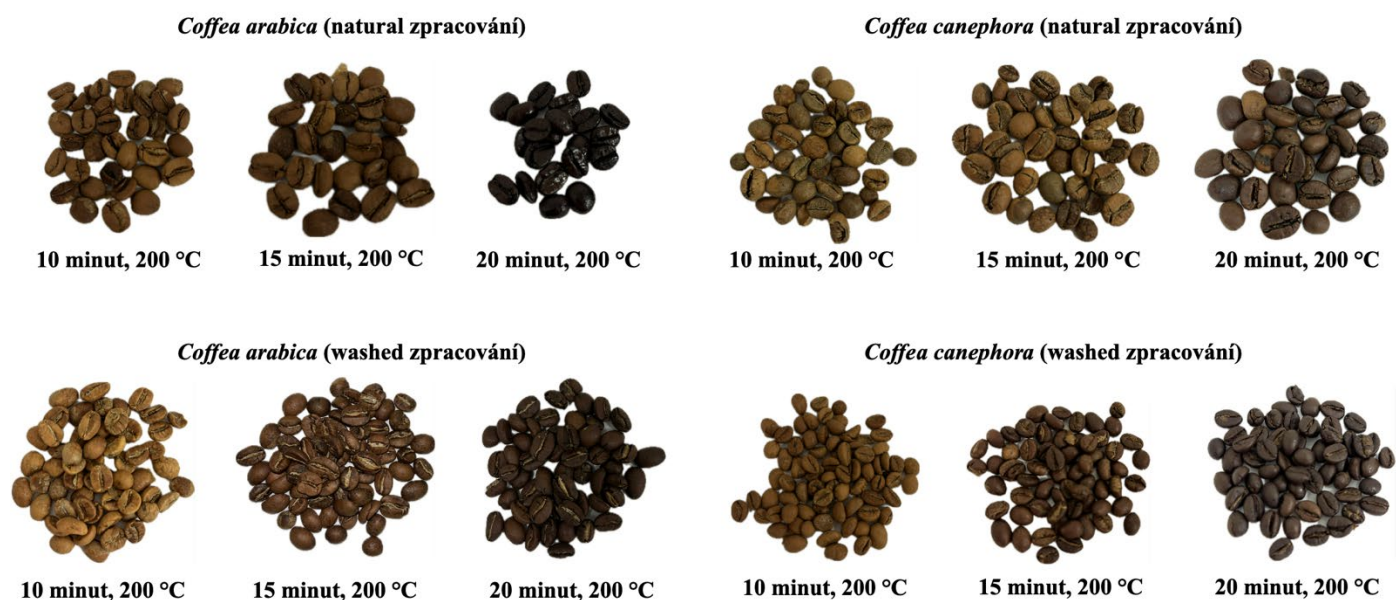
Legenda: Rozdílné horní indexy ve sloupci v rámci druhu kávovníku označují statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$), hustota a index tvaru zrn jsou prezentovány jako průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka

Výsledky senzorické analýzy (tab. 2) ukazují, že doba pražení zásadně ovlivňuje senzorické atributy kávových zrn. Se zvyšující se dobou pražení docházelo ve vzorcích k významnému nárůstu intenzity barvy zrn (obr. 1), což souvisí s chemickými reakcemi probíhajícími během pražení (Maillardova reakce a karamelizace sacharidů), vedoucí k tmavšímu zbarvení a komplexnějšímu aromatickému profilu kávových zrn (Nascimento et al., 2024; Ribeiro et al., 2016). Rozdíly byly patrné také v rovnoměrnosti pražení mezi zpracovatelskými metodami: zrna typu washed vykazovala obecně vyšší rovnoměrnost než zpracování natural, což může souviset s fermentací a odstraněním pergamenu, vedoucí k homogennějšímu přenosu tepla během pražení (Debona et al., 2025). Intenzita vůně suchých zrn vykazovala méně konzistentní trend se zvyšující se dobou pražení. V případě robusty se ukázalo, že delší pražení může zvyšovat intenzitu vůně, což souvisí s tvorbou pyrazinu a fenolických sloučenin, které jsou dominantními aromatickými složkami u kávy robusta (Urugo et al., 2025).

Tabulka 2: Senzorická analýza pražených kávových zrn

Vzorky	Typ pražení	Barva zrna	Rovnoměrnost pražení	Vůně suchých zrn
Arabica natural	10 min, 200 °C	47,00 ± 24,01 ^a	54,00 ± 22,3 ^a	40,13 ± 11,28
	15 min, 200 °C	42,63 ± 17,56 ^a	75,75 ± 14,73 ^{ab}	56,75 ± 18,27
	20 min, 200 °C	89,00 ± 4,75 ^b	94,88 ± 8,13 ^b	62,75 ± 24,63
Arabica washed	10 min, 200 °C	20,00 ± 13,58 ^a	71,75 ± 22,48 ^a	38,75 ± 29,91
	15 min, 200 °C	56,50 ± 10,54 ^{ab}	81,37 ± 13,61 ^{ab}	66,62 ± 18,03
	20 min, 200 °C	74,12 ± 5,71 ^b	94,25 ± 6,29 ^b	55,62 ± 21,96
Robusta natural	10 min, 200 °C	21,75 ± 11,51 ^a	29,25 ± 19,81 ^{ab}	16,12 ± 21,71 ^a
	15 min, 200 °C	53,25 ± 17,87 ^b	55,62 ± 26,43 ^{ab}	52,12 ± 23,30 ^b
	20 min, 200 °C	69,37 ± 14,79 ^b	78,50 ± 19,25 ^b	69,50 ± 8,94 ^b
Robusta washed	10 min, 200 °C	32,00 ± 18,87 ^a	90,87 ± 7,97 ^a	23,37 ± 16,02 ^a
	15 min, 200 °C	66,00 ± 16,02 ^b	96,75 ± 3,19 ^a	40,75 ± 21,73 ^a
	20 min, 200 °C	94,00 ± 7,23 ^c	95,62 ± 4,53 ^a	75,37 ± 18,33 ^b

Legenda: Rozdílné horní indexy ve sloupci v rámci vzorku označují statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$)

**Obrázek 1:** Vzhled vzorků kávových zrn po upražení

ZÁVĚR

Pražení při teplotě 200 °C vedlo k změnám fyzikálních i senzorických vlastností kávových zrn, jejichž rozsah byl podmíněn botanickým druhem a způsobem posklizňového zpracování. S prodlužující se dobou pražení docházelo k objemové expanzi zrn a současně k úbytku jejich hmotnosti. Výraznější geometrické změny byly zjištěny u kávy arabica, zejména u varianty washed, zatímco zrna robusty vykazovala nižší míru expanze.

Senzorické hodnocení potvrdilo významný vliv délky pražení na intenzitu barvy a rovnoměrnost pražení; vyšší homogenita byla zaznamenána u zrn zpracovaných metodou washed. Z technologického hlediska výsledky poukazují na význam diferencovaného nastavení pražicích profilů podle druhu kávy a technologie zpracování. Zohlednění rozdílů v expanzi zrn, úbytku hmotnosti a vývoji senzorických atributů umožňuje optimalizaci parametrů pražení, stabilizaci kvality produkce a cílené formování výsledného senzorického profilu.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla podpořena Interní grantovou agenturou Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně, projekt č. IGA25-AF-IP-039 „Vliv mechanických vlastností kávových zrn na jejich jakostní parametry“.

LITERATURA

- Al-Shemmeri, M., Fryer, P., Farr, R., Lopez-Quiroga, E. (2024): Development of coffee bean porosity and thermophysical properties during roasting. *Journal of Food Engineering*, 378(2), 111–123. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112096>
- Bizimungu, G. (2023): Physical and mechanical properties of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) cherries and beans in Rwanda. *Food Research*, 7(5), 283–296. Dostupné z: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(5\).498](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(5).498)
- Cwиковá, O., Komprda, T., Šottníková, V., Svoboda, Z., Simonová, J., Slováček, J., Jůzl, M. (2022): Effects of Different Processing Methods of Coffee *Arabica* on Colour, Acrylamide, Caffeine, Chlorogenic Acid, and Polyphenol Content. *Foods*, 11(20), 1–13. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11203295>
- Debona, D. G., Lyrio, M. V. V., Rodrigues da Luz, J. M., Frinhani, R. Q., Araújo, B. Q., Oliveira, E. C. S., Agnoletti, B. Z., Coura, M. R., Pereira, L. L., Castro, E. V. R. (2025): Comprehensive evaluation of volatile compounds and sensory profile of coffee throughout the roasting process. *Food Chemistry*, 478 (30), 1–12. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143586>
- Ganju, E., Chawla, K., Yang, S., Chawla, M. (2024): Time-resolved roasting-induced microstructural evolution of *Arabica* coffee beans from Brazil, Colombia, and Ethiopia captured using x-ray computed micro-tomography. *Journal of Food Engineering*, 361(1), 1–12. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111733>
- Indriati, A., Hidayat, D., Adriansyah, C. E., Rahayuningtyas, A., Sudaryanto, A. (2020): Changes Of Some Engineering Properties Of Coffee Beans Due To Roasting Process. *Asian Journal of Applied Sciences*, 8(1), 12–21. Dostupné z: <https://doi.org/10.24203/ajas.v8i1.6055>
- Nascimento, M., Ombredane, A. S., Oliveira, L. L. (2024): Descriptive sensory tests for evaluating *Coffea arabica*. *Coffee Science*, 19, 1–21. Dostupné z: <https://doi.org/10.25186/v19i.2204>
- Oliveros, N., Hernández, J. A., Sierra-Espinosa, F. Z., Guardián-Topia, R., Pliego-Solórzano, R. (2017): Experimental study of dynamic porosity and its effects on simulation of the coffee beans roasting. *Journal of Food Engineering*, 199, 100–112. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.12.012>
- Ribeiro, E. D., Borém, F. M., Cirillo, M. A., Mariele, V. B. P., Ferraz, V., Alves, H. M. R., Jose, H. S. T. (2016): Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. *African Journal of Agricultural Research*, 11(27), 2412–2422. Dostupné z: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.10832>
- Rodak, K., Kokot, I., Kratz, E. M. (2021): Caffeine as a Factor Influencing the Functioning of the Human Body—Friend or Foe? *Nutrients*, 13, 1–29. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13093088>
- Sigallingging, R., Herak, D., Kabutey, A., Sigalingging, C. (2018): Mechanical behaviour of Arabica coffee (*Coffea arabica*) beans under loading compression. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122(1), 1–4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012100>
- Sundaryanto, A. (2020): Changes of Mechanical Properties and Color from Arabica Coffee Cherry to Green Bean. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(8), 4840–4844. Dostupné z: <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/123882020>

Urugo, M. M., Worku, M., Astatkie, T., Boeckx, P., Tola, Y. B., Getachew, P. (2025): The prospects of replacing the sensory coffee quality assessment methods with objective, instrument-based approaches: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 163, 1–15.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105210>

Kontaktní adresa: Ing. Barbora Odehnalová, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, e-mail: odehnalova.bara@seznam.cz