

VLIV TEPELNÉ ÚPRAVY NA OBSAH MINERÁLNÍCH LÁTEK VE VEPŘOVÉM MASE

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE CONTENT OF MINERALS IN PORK

Kateřina Kadlecová¹ – Alžbeta Jarošová¹ – Jan Slováček¹ – Andrea Ridošková²

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

² Ústav chemie a biochemie, Agronomická fakulta,
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, Česká republika

<https://doi.org/10.11118/978-80-77001-100-6-0151>



ABSTRAKT

Způsob tepelné úpravy vepřového masa významně ovlivňuje obsah minerálních látek. Cílem studie bylo zhodnotit vliv různých způsobů tepelné úpravy vepřového masa (vaření, pečení, grilování, sous-vide) na obsah minerálních látek, zejména železa a zinku. Výsledky ukázaly, že tepelná úprava vede ke zvýšení koncentrace minerálních látek kvůli snížení obsahu vody v masu. Nejvyšší obsah železa ($7,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) a zinku ($27 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) byl zaznamenán u pečeného masa, zatímco vařením dochází k částečnému vyluhování minerálních látek do vody. Grilování a sous-vide vedou k zachování koncentrace železa a zinku kvůli minimálním ztrátám do vody. Studie potvrzuje, že způsob tepelné úpravy významně ovlivňuje minerální složení vepřového masa.

Klíčová slova: maso, železo, zinek, výživa člověka

ABSTRACT

The method of heat treatment of pork significantly affects the content of minerals. The aim of the study was to evaluate the effect of different heat treatment methods (boiling, roasting, grilling, and sous-vide) on the mineral content of pork, especially iron and zinc. The results showed that heat treatment leads to an increase in mineral concentration due to a reduction in the water content of the meat. The highest iron ($7.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) and zinc ($27 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) contents were recorded in roasted meat, while boiling results in partial leaching of minerals into the water. Grilling and sous-vide lead to the preservation of iron and zinc concentrations due to minimal losses to water. The study confirms that the method of heat treatment significantly affects the mineral composition of pork.

Keywords: meat, iron, zinc, human nutrition

ÚVOD

Nejčastěji používanou tepelnou úpravou masa je vaření, jehož cílem je chemická změna struktury masa pro lepší chuť a zničení vegetativních forem mikroorganismů (James, James, 2014). Za vysokých teplot se tvoří heterocyklické aromatické aminy a další karcinogenní látky, jejichž množství závisí nejen na způsobu a délce tepelné úpravy, ale i na druhu masa (Shabbir, 2014). Při tepelné úpravě dochází k denaturaci bílkovin, změnám organoleptických vlastností, obsahu vitamínů a extraktivních látek (Vinnikova et al., 2019). Na konečné kvalitě masa se podílí nejen teplota a způsob tepelné úpravy, ale i způsob přenosu tepla a rychlost ohřevu (Ángel-Rendón et al., 2020). Vepřové maso je v České republice nejvíce konzumovaným druhem masa. V roce 2024 jeho spotřeba činila 43,3 kg na osobu za rok (ČSÚ, 2025). Obsahuje vysoce kvalitní plnohodnotné bílkoviny, vitamíny a minerální látky (Vicente, Pereira, 2024). Mezi moderní a oblíbené metody patří také sous-vide, které je stále více využíváno v gastronomii i potravinářském průmyslu. Tato metoda vaření ve vakuu umožňuje zachovat lepší šťavnatost a minimalizovat převaření potravin (Baldwin, 2012). Cílem této

studie bylo zjistit vliv různých tepelných úprav vepřového masa (vaření, pečení, grilování, sous-vide) na obsah minerálních látek.

MATERIÁL A METODIKA

Zpracování a tepelná úprava masa

Vepřové maso (*m. longissimus dorsi*) bylo zajištěno ze šesti prasat plemene Duroc ze zemědělského družstva Bělčice. Prasata byla ustájena volně na plastových rostech a poražena ve věku 5,5 měsíce při živé hmotnosti 120 kg (jatečná 93 kg). Maso zrállo 3–4 dny. Další zpracování a analýzy vzorků proběhly na Ústavu technologie potravin AF MENDELU, analýza minerálních látek proběhla na Ústavu chemie a biochemie AF MENDELU. Jednotlivé kusy kotlet o hmotnosti přibližně 5 kg byly zváženy a rozděleny na menší části po 1 kg a vakuově zabaleny pomocí přístroje Henkelman Boxer 35 P (Henkelman Vacuum Systems, Nizozemí) do vakuových sáčků (255×350 mm, 90 µm). Vzorky byly uloženy na 2 dny do chladírenského skladu při teplotě 4 °C. Část vzorků byla odebrána pro analýzy prováděné před tepelnou úpravou, zbývající vzorky byly zmrazeny při teplotě –18 °C a před jednotlivými tepelnými úpravami postupně rozmrazovány.

Byly provedeny čtyři tepelné úpravy vepřového masa – vaření, pečení, grilování a sous-vide. Prvním způsobem bylo vaření ve vodě při teplotě cca 90 °C po dobu přibližně 100 minut, kdy byla kotleta vařena vcelku v 6 l hrnci (Ø240 mm, 150 mm, OZTI, Istanbul, Turecko). Druhým způsobem bylo grilování masa na plátky pomocí kontaktního grilu (Tefal OptiGrill+, Rumilly, Francie), kdy teplota na povrchu masa dosahovala nad 200 °C po dobu cca 8 minut. Třetím způsobem bylo pečení plátků masa v konvektomatu (RATIONAL Landsberg am Lech, Německo) při teplotě 180 °C po dobu 40 minut. Posledním způsobem bylo vaření sous-vide (Vařič Sous-Vide systém 20 litrů, HENDI, GN 1/1, Robakowo, Polsko). Plátky masa byly zavakuovány do vakuových sáčků sous-vide (250×350 mm, 90 µm), vloženy do vodní lázně o teplotě 56,5 °C a vařeny 5,5 hodiny.

Stanovení obsahu minerálních látek

Pro rozklad bylo do teflonových rozkladných nádobek naváženo 0,2 g každého vzorku. Do každé nádoby bylo přidáno 5 ml koncentrované HNO₃ (čištěné sub-boiling destilací), 2 ml H₂O₂ a 1 ml Milli-Q vody. Nádoby byly uzavřeny a přeneseny do mikrovlnného rozkladného systému (Ethos One, Milestone, Itálie), kde byl rozklad prováděn při teplotě 210 °C po dobu 20 minut. Jako referenční materiál byl použit certifikovaný referenční materiál 1577c Bovine Liver (živočišná tkáň). Obsah zinku a železa byl stanoven pomocí plamenové atomové absorpční spektrometrie (F-AAS) za použití přístroje 240FS AA (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) za optimalizovaných podmínek. Vlnová délka byla nastavena na 213,9 nm pro zinek a 148,3 nm pro železo.

Statistické zpracování dat

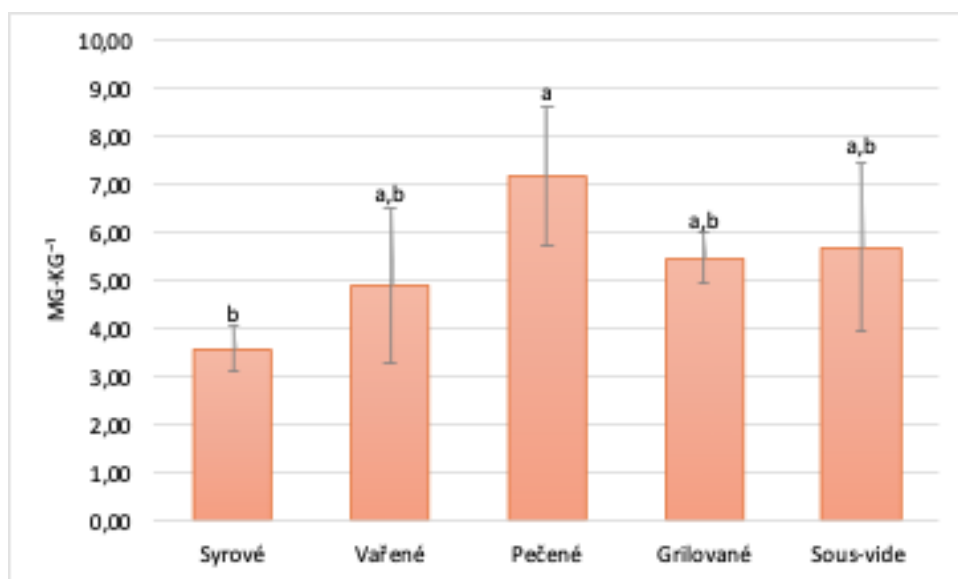
Výsledky z jednotlivých analýz byly statisticky zpracovány pomocí programu STATISTICA 14. Normalita a homogenita rozptylů byly ověřeny Shapiro–Wilkův a Leveneho testem. Při splnění předpokladů byla použita jednofaktorová ANOVA s následným Tukeyho HSD testem ($p < 0,05$). Neparametrická data byla hodnocena Kruskal–Wallisovým testem s Dunnovým porovnáním. Testy byly provedeny na hladině významnosti 95 % ($p < 0,05$).

VÝSLEDKY A DISKUZE

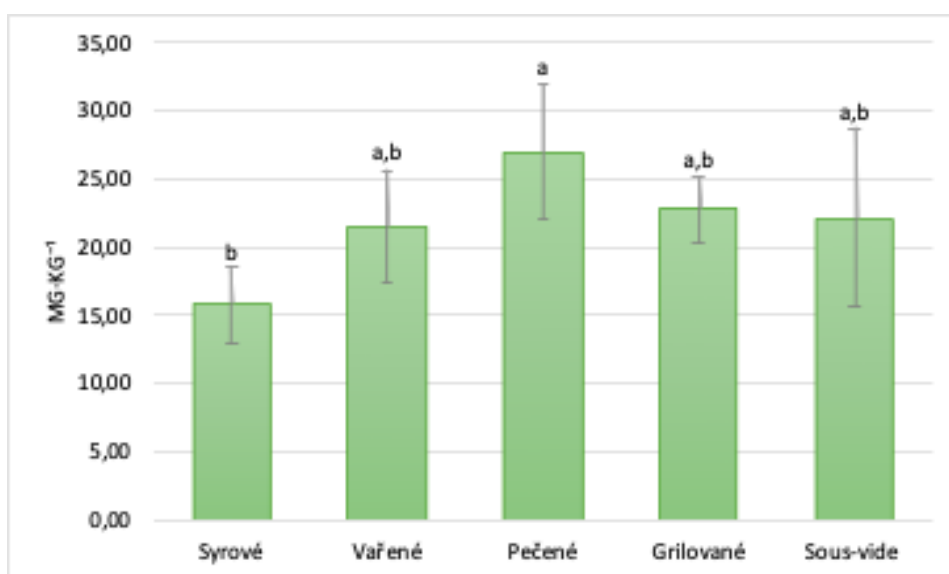
Změny obsahu železa a zinku v rámci rozdílné tepelné úpravy masa

Výsledky analýzy minerálních látek prokázaly, že tepelná úprava vepřového masa vedla ke zvýšení koncentrace železa (obr. 1) i zinku (obr. 2). Průměrná koncentrace železa v syrovém mase byla 3,60 mg·kg⁻¹ a u tepelně upravených vzorků se zvýšila na 5–7 mg·kg⁻¹, zatímco u zinku došlo k nárůstu z 15,80 mg·kg⁻¹ (syrové maso) na 22–27 mg·kg⁻¹. Tento trend si lze vysvětlit snížením obsahu vody ve svalovině během

ohřevu, což způsobuje přirozené zakonzentrování minerálních látek. Naše výsledky tak potvrzují závěry studií Gerber et al. (2009), Van Heerden a Smith (2013), Tomović et al. (2014) a Jang et al. (2019), kteří shodně uvádějí nárůst koncentrace těchto prvků po vaření, pečení i grilování. Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) byly v naší studii zaznamenány pouze u pečeného masa, které vykazovalo nejvyšší hodnoty obou prvků ($7,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ Fe}$ a $27 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ Zn}$). Naopak nejnižší koncentrace ($4,89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ Fe}$ a $21,52 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ Zn}$) byly naměřeny u vařeného masa v důsledku vyluhování minerálních látek do vody. U grilování a metody sous-vide nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$), což naznačuje šetrnost těchto metod k zachování nutrientů. Naopak studie Macharáčková et al. (2021) zaznamenala u grilovaného masa odlišné výsledky, kdy hodnota zinku zůstala na úrovni syrového masa, zatímco obsah železa se snížil. Tato neshoda může být způsobena rozdílnými podmínkami grilování, zejména delší dobou vystavení vysoké teplotě či přepálením povrchu masa, což může vést k degradaci hemového železa a následně ke snížení jeho stanoveného obsahu.



Obrázek 1: Obsah železa ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v syrovém masu a tepelně upraveném vařením, pečením, grilováním a metodou sous-vide; rozdílné indexy nad sloupci ukazují statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$)



Obrázek 2: Obsah zinku ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v syrovém masu a tepelně upraveném vařením, pečením, grilováním a metodou sous-vide; rozdílné indexy nad sloupci ukazují statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$)

ZÁVĚR

Studie potvrdila, že způsob tepelné úpravy ovlivňuje koncentraci minerálních látek ve vepřovém mase. Pečení vede ke zvýšení obsahu železa a zinku v důsledku snížení obsahu vody, zatímco vaření způsobuje částečné vyluhování těchto minerálních látek. Metody grilování a sous-vide umožňují zachování koncentrace minerálních látek kvůli omezenému kontaktu s vodou. Tyto výsledky ukazují význam volby vhodné tepelné úpravy pro udržení chemických vlastností masa a poskytují podklad pro další výzkum optimalizace přípravy masa z hlediska zachování jeho nutriční hodnoty.

PODĚKOVÁNÍ

Studie byla realizována s finanční podporou projektu Interní grantové agentury AF MENDELU, číslo projektu IGA25-AF-IP-008. Tento finanční přínos významně přispěl k realizaci experimentální části této studie.

LITERATURA

Ángel-Rendón, S. V., Filomena-Ambrosio, A., Hernández-Carrión, M., Llorca, E., Hernando, Quiles, A., Sotelo-Díaz, I. (2020): Pork meat prepared by different cooking methods: A microstructural, sensorial and physicochemical approach. *Meat Science*, 163, 108089.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108089>

Baldwin, D. E. (2012): Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1, 15–30. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108089>

Český statistický úřad (2025): V Česku roste spotřeba masa, sýrů a zeleniny, klesá spotřeba alkoholu. Dostupné z: <https://csu.gov.cz/produkty/v-cesku-roste-spotreba-masa-syru-a-zeleniny-klesa-spotreba-alkoholu>.

Gerber, N., Scheeder, M. R. L., Wenk, C. (2009): The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Science*, 81, 148–154.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.012>

Jang, A., Kim, H. J., Kim, D., Kim, J., Lee, S. (2019): Effects of doneness on the microbial, nutritional, and quality properties of pork steak of different thicknesses. *Food Science of Animal Resources*, 39, 756–767. Dostupné z: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e63>

James, S. J., James, C. (2014): Cooking of meat: Heat processing methods. In: Dikeman, M., Devine, C. (Eds): *Encyclopedia of Meat Sciences*, 2nd ed. Elsevier, Oxford, pp. 385–390.

Macharáčková, B., Saláková, A., Bogdanovičová, K., Haruštiaková, D., Kameník, J. (2021): Changes in the concentrations of selected mineral elements in pork meat after sous-vide cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103752. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103752>

Shabbir, M. A., Raza, A., Anjum, F. M., Khan, M. R., Suleria, H. A. R. (2014): Effect of thermal treatment on meat proteins with special reference to digestibility, bioactivity and functionality: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54, 682–692. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.647122>

Tomović, V. M., Vujadinović, D. D., Grujić, R. P., Jokanović, M. R., Kevrešan, Ž. S., Škaljac, S. B., Šojić, B. V., Tasić, T. A., Ikonić, P. M., Hromiš, N. M. (2014): Effect of endpoint internal temperature on mineral contents of boiled pork loin: Mineral contents of boiled pork. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 1854–1858. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12422>

Van Heerden, S. M., Smith, M. F. (2013): The nutrient composition of three cuts obtained from P-class South African pork carcasses. *Food Chemistry*, 140, 458–465.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.066>

Vicente, F., Pereira, P. C. (2024): Pork meat composition and health: A review of the evidence. *Foods*, 13, 1905. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods13121905>

Vinnikova, L., Synytsia, O., Kyshenia, A. (2019): The problems of meat products thermal treatment. *Food Science and Technology*, 13, 44–57. Dostupné z: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i2.1386>

Kontaktní adresa: Ing. Kateřina Kadlecová, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, e-mail: xkadle12@mendelu.cz