

Minerálne zloženie odtučnených hovädzích kostí po mechanickej separácii mäsa. II. Mikroelementy

GABRIELA STRMISKOVÁ – JOZEF DUBRAVICKÝ – PETER ZVADA –
ZUZANA MIKÓCZIOVÁ

S ú h r n. Stanovil sa obsah vybraných mikroelementov vo vzorkách odtučnených a vysušených hovädzích kostí (hárf) po mechanickej separácii mäsa. Vzorky kostnej múčky obsahovali (v mg/kg vzorky) najviac zinku ($124,4 \pm 7,91$) a železa ($121,29 \pm 19,55$) menej medi ($8,85 \pm 0,53$), mangánu ($8,48 \pm 0,50$) a chrómu ($1,92 \pm 0,1$). Z toxických prvkov sa stanovilo najviac olova ($2,0 \pm 0,4$), menej kadmia ($0,48 \pm 0,21$) a najmenej ortuti ($0,05 \pm 0,02$). Značne varíroval predovšetkým obsah kadmia ($v = 139,8 \%$) a ortuti ($v = 121,4 \%$).

V predchádzajúcej práci sme informovali o výskyte nadjôležitejších makroelementov v odtučnených hovädzích kostiach po mechanickej separácii mäsa, teda o minerálnych zložkách, ktoré sa vo výžive ľudí uplatňujú v pozitívnom zmysle. V tejto práci prinášame niektoré poznatky o výskyte mikroelementov v študovanom materiáli. Hneď v úvode chceme pripomenúť, že medzi mikroelementmi sú mnohé esenciálne prvky, ale súčasne aj mnohé pôsobiacie svojou zvýšenou koncentráciou, prípadne samou svojou existenciou negatívne, toxicky.

Pretože kosti môžu obsahovať aj väčšie množstvo ťažkých kovov – olova, ortuti a kadmia – akumulovaných predovšetkým z potravy zvierat pochádzajúcej z kontaminovaných oblastí, treba ich koncentráciu sledovať a pri využívaní kostnej múčky do kŕmnych zmesí hospodárskych zvierat ich pridávať iba v bezpečnom množstve. Ešte prísnejšie kritériá použitia platia pri ich využívaní na potravinárske účely.

Predkladáme výsledky stanovenia železa, zinku, medi, mangánu, chrómu, olova, kadmia a ortuti v sledovaných vzorkách.

Ing. Gabriela Strmisková, CSc., doc. Ing. Jozef Dubravický, DrSc., Ing. Peter Zvada, Ing. Zuzana Mikócziová, Katedra chémie a technológie sacharidov a potravín, Chémickotechnologická fakulta SVŠT, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Materiál a metódy

Na experimentálne štúdium obsahu mikroelementov sme použili desať rovnakých vzoriek kostnej drte z hovädzích kostí (hárf) po mechanickej separácii mäsa na separátoroch Inject Star z dvoch závodov mäsového priemyslu, ako sme už uviedli v predchádzajúcej práci [1]. Vzorky sme odoberali v priebehu mesiacov február–apríl 1988.

Vzorky pre vlastnú analýzu sme pripravili tak, že kostnú drvinu sme zaliali destilovanou vodou (1 : 2) a zahrievali asi 3 hodiny pri 95–98 °C. Potom sme vývar zliali, kosti zľahčili mäsových zvyškov a sušili asi 50 hodín v sušiarňi pri 105 °C. Vysušené kosti (2–10 cm dlhé) sme najskôr rozdrvili na homogénnu kostnú múčku. Tú sme mineralizovali suchou cestou, popol rozpustili v zriedenej HCl (1 : 1) a doplnili redestilovanou vodou do odmernej banky [2].

V mineralizáte sme stanovili železo fotometricky s α , α' -dipyridylom meraním na Spekle 10 pri $\lambda = 520$ nm [2], zinok, meď a mangán atómovou absorpčnou spektrofotometriou na prístroji AAS 1 Carl Zeiss. Olovo, kadmium, ortuť a chróm sme analyzovali na AAS Varian 30 plameňovou i bezplameňovou technikou pri použití vnútorného prídavného štandardu.

Pri spracovaní a vyhodnocovaní experimentálne získaných výsledkov sme použili bežné štatistické charakteristiky.

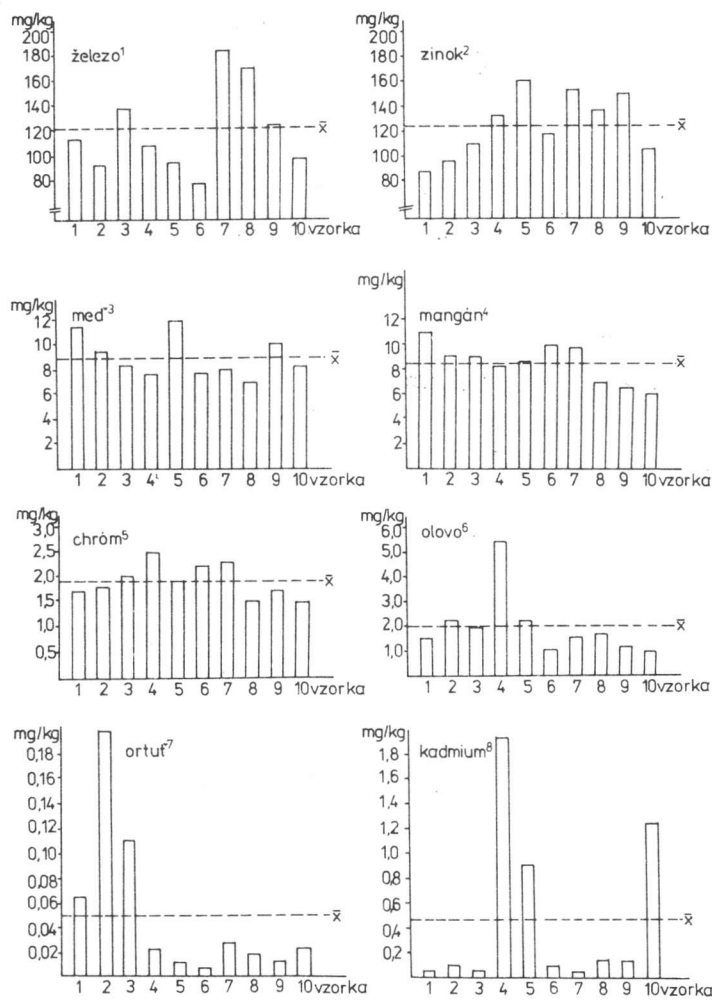
Výsledky a diskusia

Výsledky nášho experimentálneho štúdia obsahu ôsmich mikroelementov vo vzorkách vysušenej odtučnenej kostnej drte z hovädzích kostí – hárf uvádza obr. 1, priemerné koncentrácie spolu so štatistickými charakteristikami tab. 1. Všetky výsledky sa uvádzajú v mg/kg vysušenej kostnej múčky.

Najviac zastúpeným mikroelementom v analyzovanej kostnej múčke je zinok. Jeho koncentrácia kolíše od 87,1 (vz. 1) po 159,6 mg/kg (vz. 5), s priemernou koncentráciou 124,4 mg/kg. Poznamenajme, že tento prvok, dôležitý ako súčasť mnohých enzýmov, ktorých prostredníctvom ovplyvňuje procesy rastu, vývinu, reprodukčnej schopnosti a látkovej premeny živočíchov, býva u nich často nedostatkový. Preto prídavok kostnej múčky do krmných zmesí pomáha riešiť tento problém. Treba však pamätať aj na to, že vysoké dávky v krmive by mohli spôsobiť jeho hromadenie v pečeni, sprevádzané i zvýšeným obsahom železa a zníženým množstvom medi, do určitej miery aj vápnika a fosforu [3]. Medzi optimálnou potrebou zinku a toxickou

dávkou je však veľké rozpätie. Jedlá kostná múčka sa práve pre svoj vysoký obsah zinku a fluóru používa v USA a Veľkej Británii ako prísada v zdravotných potravinách podávaných malým deťom [4].

Ďalším bohato zastúpeným esenciálnym prvkom v kostnej múčke je železo nachádzajúce sa v kostnej dreni. V analyzovaných vzorkách jeho koncen-



Obr. 1. Obsah mikroelementov vo vzorkách odtučnených hovädzích kostí po mechanickej separácii mäsa.

Fig. 1. Contents of microelements in the samples of defatted beef bones after mechanical separation of meat. (¹Iron; ²Zinc; ³Copper; ⁴Manganese; ⁵Chromium; ⁶Lead; ⁷Mercury; ⁸Cadmium; ⁹Sample.)

T a b u ľ k a 1. Priemerné hodnoty mikroelementov vo vzorkách sušených odtučených hovädzích kostí po mechanickej separácii mäsa
($n = 10$)

T a b l e 1. Average contents of microelements in the samples of dry defatted beef bones after mechanical separation of meat ($n = 10$)

| | | \bar{x} | x_{\min} | x_{\max} | $s_{\bar{x}}$ | s_R | s_r [%] |
|----------------------|-------|-----------|------------|------------|---------------|-------|-----------|
| Železo ¹ | mg/kg | 121,29 | 79,11 | 185,77 | 19,55 | 33,87 | 27,92 |
| Zinok ² | mg/kg | 124,40 | 87,10 | 159,63 | 7,91 | 25,01 | 20,10 |
| Meď ³ | mg/kg | 8,85 | 7,63 | 11,78 | 0,53 | 1,66 | 18,85 |
| Mangán ⁴ | mg/kg | 8,48 | 6,03 | 10,95 | 0,50 | 1,58 | 18,58 |
| Chróm ⁵ | mg/kg | 1,92 | 1,52 | 2,49 | 0,10 | 0,33 | 17,31 |
| Olovo ⁶ | mg/kg | 2,00 | 1,01 | 5,38 | 0,40 | 1,26 | 63,42 |
| Kadmium ⁷ | mg/kg | 0,48 | 0,05 | 1,94 | 0,21 | 0,66 | 139,80 |

trácia kolísala od 79,1 (vz. 6) do 185,8 mg/kg (vz. 7). Priemerná koncentrácia železa v sledovaných vzorkách bola 121,3 mg/kg. Tento prvok, významný ako súčasť hemoglobínu, myoglobínu a mnohých enzýmov, býva vo výžive často deficitný, preto je jeho prívod do organizmu zvierat i ľudí potravou obohatenou o tento mikroelement prídavkom kostnej múčky vhodný.

Množstvo medi v kostnej múčke kolísalo od 7,63 do 11,78 mg/kg. Poznamenajme, že podobne ako železo a zinok aj meď je pre výživu zvierat potrebná, najmä vo vzťahu k tvorbe krvi, pretože katalyzuje vstup železa do porfyrínového kruhu. Jej obsah v potrave býva často nedostatočný, preto sa dopĺňa zložkou kŕmnej dávky, prípadne minerálnym doplnkom. Vysoký príjem medi je však škodlivý. Rusoff [5] uvádza, že hovädzí dobytok je proti chronickej toxicite pomerne odolný, riziko hrozí až pri 115–500 mg/kg. Dennú potrebu medi u človeka za normálnych podmienok dostatočne kryje potrava.

Ďalším sledovaným stopovým prvkom bol mangán. Jeho priemerná koncentrácia vo vzorkách bola 8,48 mg/kg, pričom variabilita nebola príliš veľká. Stanovené koncentrácie sa pohybovali medzi 6,0 až 10,9 mg/kg. Dodajme iba, že význam tohto prvku vo výžive spočíva v jeho vplyve na tvorbu krvi, rast, reprodukciu a činnosť nervovej sústavy. Jeho nedostatok u ľudí nebol opísaný, u hovädzieho dobytku sa niekedy vyskytuje. Rusoff [5] uvádza ako hranicu škodlivosti až 1000 mg/kg.

Koncentrácia chrómu sa pohybovala v kostnej múčke medzi 1,52 až 2,49 mg/kg, pričom kolísanie bolo najnižšie zo všetkých sledovaných mikroelementov. Aj chróm je pre organizmus človeka i zvierat nevyhnutne potrebným prvkom, pričom jeho hlavná úloha spočíva v udržiavaní normálnej hladiny obsahu glukózy v organizme, jeho nedostatok vedie k diabetu a ateroskleróze. Zo zdravotného hľadiska je však chróm i cudzorodou látkou, pričom hygienické predpisy pripúšťajú v požívatinách maximálne koncentrácie 0,5 mg/kg a na túto skutočnosť musíme pamätať.

V súvislosti so sledovanou problematikou podotýkame, že v nám dostupnej literatúre sme o obsahu zinku, železa, medi, mangánu a chrómu v surových ani vyvarených kostiach nenašli prakticky žiadne údaje, s ktorými by sme mohli porovnať naše výsledky. Zdá sa nám, že minerálnemu zloženiu kostí sa dosiaľ venovala pomerne malá pozornosť.

Vo vzorkách kostnej múčky z hovädzích kostí sme sledovali aj obsah toxických ťažkých kovov – olova, kadmia a ortuti, ktorých koncentrácia je pre použitie múčky do kŕmnych zmesí alebo pre použitie v potravinárstve vzhľadom na ich kumulatívny charakter v určitých orgánoch rozhodujúca.

Obsah olova sa pohyboval v sledovaných vzorkách od 1,01 do 5,38 mg/kg, pričom variabilita bola pomerne veľká, no zo sledovaných ťažkých kovov najnižšia. Priemerná stanovená koncentrácia olova bola 2 mg/kg. Táto koncentrácia nie je príliš vysoká, ale treba s ňou počítať. Jacobs a kol. [6] stanovili

v kostnej múčke v priemere 4,64 mg Pb/kg s hraničnými hodnotami 0,045 až 12,8 mg/kg, Capar a Gould [7] zistili, 1,5 až 8,7 mg Pb/kg. V kŕmnej zmesi zvierat je maximálne prípustná hranica olova 10 mg/kg sušiny krmiva, v požívatínach pre človeka 1 mg/kg. Olovo je toxický prvok, absorbujúci sa v krvi na koloidy bielkovín, najmä na červené krvinky, ktorými sa dostáva do parenchymatóznych orgánov. Ukladá sa práve v kostiach. V organizme zvierat sa zistili vyššie koncentrácie v obličkách a v pečeni.

Množstvo kadmia v kostnej múčke kolísalo od 0,05 do 1,94 mg/kg, pričom v siedmich vzorkách sa pohybovala koncentrácia medzi 0,05 až 0,15 mg Cd/kg, tri vzorky mali podstatne vyššiu koncentráciu. Kačmár a kol. [8] uvádzajú priemernú koncentráciu v kostiach hovädzieho dobytku 0,845 mg Cd/kg. Kadmium je nežiadúcim toxickým prvkom v potrave. Maximálny povolený obsah v krmive je 0,2 mg/kg, v potravinách 0,1 mg/kg (vo vnútornostiach 0,5 mg/kg). Kadmium sa hromadí najmä v obličkách a pečeni, pričom sa zistila lineárna závislosť medzi obsahom kadmia v krmive a v tkanivách. Zvýšený príjem tohto prvku spôsobuje deformáciu kostí a ich lámavosť v dôsledku odvápnenia, ďalej poškodenie obličiek a anémiu.

Posledným sledovaným prvkom vo vzorkách kostí bola ortuť. Jej obsah sa pohyboval medzi 0,008 až 0,197 mg/kg, pričom variácia bola značná ($v = 121,4\%$). Vysoká koncentrácia ortuti sa zistila v dvoch vzorkách. Priemerný obsah bol 0,05 mg Hg/kg. Szprengier [9] uvádza, že mäsovokostné múčky obsahovali 0,04 až 0,11 mg Hg/kg. Maximálna tolerovateľná koncentrácia v krmive zvierat sa udáva 0,1 mg/kg sušiny, v rybích múčkach 0,5 mg/kg, v požívatínach sa všeobecne povoľuje iba 0,01 mg/kg, ale sú určené i diferencované hodnoty pre mäso 0,03 mg/kg, hydinu 0,05 mg/kg, vnútornosti 0,1 mg/kg. Ortuť a jej zlúčeniny, najmä metylortuť sú z hygienického hľadiska veľmi nebezpečné a pre všetky zvieratá vysoko toxické, aj keď niektoré druhy majú schopnosť jej toxicitu do istej miery kompenzovať určitými biologickými mechanizmami. Prijatá anorganická ortuť sa kumuluje predovšetkým v pečeni, metylortuť v svalovine. Zvýšený výskyt ortuti v potravinách prinútil zdravotnícke organizácie vyspelých krajín sprísniť hygienický dozor a kontrolu jej obsahu.

Z dosiahnutých výsledkov analýz mikroelementov v sledovaných kostných múčkach vyplýva, že sú bohaté najmä na zinok a železo. Toxické prvky – olovo, kadmium a ortuť – obsahujú v takej koncentrácii, že sa môžu použiť ako prísada do kŕmnych zmesí hospodárskych zvierat aj ako potravinárske aditívum v primeranom množstve do vybraných potravín.

Do redakcie došlo 6. 1. 1989

Literatúra

1. STRMISKOVÁ, G. – DUBRAVICKÝ, J. – MIKÓCZIOVÁ, Z. Bulletin PV (v tlači).
2. PRÍBELA, A. a kol.: Návodý na laboratórne cvičenia z analýzy potravín. Bratislava, ES SVŠT 1979, 388 s.
3. BÍREŠ, J. – VRZGULA, L., Veterinářství, 35, 1985, č. 2, s. 62.
4. ZELINKA, K. – KOVAČKOVÁ, V., Zpravodaj – Masný průmysl ČSR, 1984, č. 2, s. 17.
5. RUSOFF, L. L., Feedstuffs, 53, 1981, č. 24, s. 29.
6. JACOBS, R. M. – JONES, A. O. L. – CAPAR, S. – FRICKE, F., Fed. Proc., 42, 1983, č. 5, s. 1318.
7. CAPAR, S. G. – GOULO, J. H., J. Assoc. Off. Anal. Chem., 62, 1979, č. 5, s. 1054.
8. KAČMÁR, P. – OGURČÁKOVÁ, K. – FEDOROVÁ, O. – ŠAMO, A., Veter. Med., 25, 1980, č. 11, s. 663.
9. SZPRENGIER, T., Med. Weter. Weter., 33, 1977, č. 2, s. 95.

Минеральное содержание обезжиренных говяжих костей после механического отделения мяса. II. Микроэлементы

Резюме

Авторы определили содержание отборных микроэлементов в пробах обезжиренных и высушенных говяжих костей (harf) после механического отделения мяса. Пробы костной муки содержали (в мг/кг пробы) наиболее цинк ($124 \pm 7,91$) и железо ($121,29 \pm 19,55$), меньше медь ($8,85 \pm 0,53$), марганец ($8,48 \pm 0,50$) и хром ($1,92 \pm 0,1$). Из токсических элементов определили наиболее свинец ($2,0 \pm 0,4$), меньше кадмий ($0,48 \pm 0,21$) и меньше всех ртуть ($0,05 \pm 0,02$). Значительно колебалось прежде всего содержание кадмия ($v = 139,8 \%$) и ртути ($v = 121,4 \%$).

Mineral composition of defatted beef bones after mechanical separation of meat. II. Microelements

Summary

The contents of selected microelements in the samples of defatted and dried beef bones after mechanical separation of meat have been determined. The samples of bone meal contained mainly (in mg per kg sample) zinc ($124.4 \pm 7,91$) and iron (121.29 ± 19.55), less copper (8.85 ± 0.53), manganese (8.48 ± 0.50) and chromium (1.92 ± 0.1). From among the toxic elements, the content of lead was the highest (2.0 ± 0.4), that of cadmium was lower (0.48 ± 0.21) and that of mercury the lowest (0.05 ± 0.02). The contents of cadmium and mercury varied considerably ($v = 139.8 \%$ and 121.4% , respectively).