مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال سیزدهم، شماره 3، پاییز 1397، صفحات 102-93

اندازه‌گیری فلزات سرب، کادمیوم، آهن و روی در فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در شهر تهران

عبدالصمد عابدی[1]، مریم ذبیح‌زاده[2]، سید هدایت حسینی[3]، سهیل اسکندری[5,4]، روح الله فردوسی[6]

1- دکترای علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
2- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
3- استاد گروه آموزش علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
4- نویسنده مسئول: دانشیار گروه تحقیقات سیاستگذاری و برنامه غذا و تغذیه، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. پست الکترونیکی: so.eskandari@sbmu.ac.ir
5- دانشیار مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران
6- نویسنده مسئول، استادیار گروه تحقیقات علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. پست الکترونیکی: r.ferdosi@gmail.com

تاریخ دریافت: 96/11/5 تاریخ پذیرش: 97/2/23

چکیده

سابقه و هدف: امروزه مصرف فرآورده‌های گوشتی مثل سوسیس و کالباس افزایش یافته است، مطالعات نشان داده است که فرآورده‌های گوشتی می‌توانند حاوی فلزات سنگین مثل سرب و کادمیوم باشند. بنابراین اندازه‌گیری فلزات سنگین در سوسیس و کالباس امری ضروری می‌باشد. هدف این مطالعه اندازه‌گیری فلزات سمی سرب و کادمیوم و همچنین دو عنصر ضروری روی و آهن در سوسیس و کالباس عرضه شده در سطح شهر تهران بود.

مواد و روش‌ها: 3 نوع سوسیس (آلمانی، کوکتل و هات‌داگ) و 3 نوع کالباس (لیونر یا مارتادلا، خشک و ژامبون) از 12 برند مختلف عرضه شده در فروشگاه‌های زنجیره‌ای و برخی سوپرمارکت‌ها در 10 منطقه از شهر تهران برای اندازه‌گیری سرب، کادمیوم، آهن و روی مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه‌ها به روش هضم مرطوب آماده‌سازی و توسط دستگاه جذب اتمی شعله (آهن، روی) و کوره گرافیتی (کادمیوم، سرب) مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: مقدار میانگین کل سرب و کادمیوم در فرآورده‌های گوشتی مورد آزمایش به ترتیب 9/93 ±48/78 و 32/44 ±5/6 میکروگرم بر کیلوگرم (ppb) بود. مقدار سرب در سوسیس آلمانی به طور معنی‌داری از سایر فرآورده‌ها بیشتر بود. مقدار میانگین کل آهن و روی نیز به ترتیب 4/06 ±18/10 و 4/01 ±14/65 میلی‌گرم بر کیلوگرم (ppm) بود. مقدار روی در کالباس خشک و ژامبون بطور معنی‌داری از سایر فرآورده‌ها بیشتر بود.

نتیجه گیری: مقدار سرب و کادمیوم در تمام فرآورده‌های مورد آزمایش از حد مجاز تعیین شده توسط کدکس کمتر بودند. با توجه به مقدار مصرف فرآورده‌های گوشتی در شهر تهران (27/7 گرم در روز)، مقدار دریافت سرب و کادمیوم از طریق مصرف این فرآورده‌ها به ترتیب، 9/24 و 1/05 میکروگرم در هفته محاسبه شد، که بسیار کمتر از میزان PTWI توصیه شده توسط JECFA می‌باشد.

واژگان کلیدی: آهن، روی، سرب، کادمیوم، فرآوردهای گوشتی، جذب اتمی، فلزات سنگین

• مقدمه

نگرانی در مورد ایمنی و کیفیت غذاها در بیشتر نقاط جهان در حال افزایش است. باتوجه به این که توسعه صنعت اجتناب ناپذیر است با این حال نباید به گونه ای باشد که سلامتی نسل فعلی و آینده به مخاطره افتد. با این که تکامل و پیشرفت صنایع، استفاده گسترده از مواد خام و تکنولوژی کشاورزی تا اندازه زیادی روش زندگی ما را بهبود داده، اما این موضوع با ایجاد مشکلاتی مانند آلودگی محیط زیست همراه بوده است. از جمله آلودگی‌های شیمیایی، ورود عناصر سمی به فرآورده‌های غذایی از طریق آلودگی محیط، دستگاه‌های فلزی، بسته‌بندی و ظروف سرامیک یا ملامین می‌باشد (2، 1).

همچنین بعضی فلزات سمی مانند سرب و کادمیوم می‌توانند از طریق گیاهان و آب وارد بدن حیوانات بشوند و در اعضاء مختلف مانند ماهیچه، کلیه و کبد انباشته و یا به شیر منتقل شوند (4، 3، 1).

سرب و کادمیوم به دلیل خاصیت تجمعی در دراز مدت سبب بروز بیماری در انسان می‌شوند. تماس طولانی مدت سرب ممکن است منجر به نارسایی‌های مزمن کلیه، ایجاد تومور در کلیه، کاهش پیشرفت ادراک، افزایش فشار خون، بیماری‌های قلبی و عروقی، نقرس و تشکیل یک خط سربی (آبی تیره) بر روی بافت لثه گردد. ممکن است در موارد آسیب مغزی، اختلالات دائمی مثل عقب‌ماندگی ذهنی، اختلالات تشنجی، کوری و ضعف عضلانی (Paresis) بروز کند (5). حضور سرب در مواد غذایی ممکن است نتیجه آلودگی محیطی، فلز جدا شده از دستگاه فرآیندکننده یا لحیم قوطی‌ها باشد. تخمین زده شده است که حدود 90 درصد سرب وارد شده به بدن از طریق غذا است و مقدار جذب سرب در بزرگسالان 10 درصد و در کودکان 40 درصد می‌باشد (6). کادمیوم به سرعت توسط گیاهان جذب و به طور یکنواخت در تمام بافت‌های آن پخش و متمرکز می‌گردد. در حیوانات این فلز عمدتاً در ارگان‌های داخلی نظیر کبد و کلیه و همچنین شیر متمرکز می‌گردد (7). جذب کادمیوم از راه دستگاه گوارش حدود 6 درصد می‌باشد. نیمه عمر کادمیوم در بدن 10-30 سال است و این نیمه عمر زیاد سبب شده که کادمیوم مستعدترین فلز برای تجمع در بدن باشد (6). کادمیوم ممکن است باعث نارسایی کلیه، نقص در تولید مثل، استئومالاشی (Osteomalacia)، سرطان پروستات، جهش و مرگ جنین شود (8).

آهن و روی دو فلز ضروری برای سلامت انسان می‌باشند که کمبود آنها باعث بروز مشکلاتی می‌شود و فرآورده‌های گوشتی می‌توانند سهم زیادی در تأمین این دو عنصر ضروری داشته باشند. تحقیقات نشان داده است که کاهش روی باعث کاهش سطح سرمی تستوسترون، الیگوسپرمی، اختلالات شدید ایمنی و کاهش وزن بدن می‌شود (9). اختلالات متابولیسم آهن یکی از شایع ترین بیماری‌های انسان است و شامل طیف وسیعی از بیماری‌ها با ویژگی‌های بالینی متنوع می باشد که از جمله آن ها می توان کم خونی و بیماری های نوروژنیک را عنوان کرد (10).

امروزه مصرف‌کنندگان علاقه زیادی به کیفیت فرآورده‌های گوشتی از خود نشان می‌دهند. با توجه به پیشرفت تکنولوژی و سهولت آماده‌سازی این فرآورده‌ها در کمترین زمان ممکن و همچنین داشتن طعم و مزه مطلوب و قیمت ارزان‌تر نسبت به گوشت، گرایش به مصرف این گونه فرآورده‌ها در حال افزایش است. در ایران نیز بیش از 50 نوع فرآورده‌های گوشتی حرارت دیده تحت یک تکنولوژی معینی ساخته می‌شوند (11). طبق آخرین گزارش انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور (که تنها ملاک و مرجع به روز محاسبات میزان دریافت فلزات سنگین بر این اساس می باشد) مصرف سرانه فرآورده‌های گوشتی در سال 81-1379 در ایران 1/5 کیلوگرم است و 75 درصد مصرف تنها در مراکز شهری بوده و این رقم در حال افزایش می‌باشد. همچنین داده‌های بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار مصرف فرآورده‌های گوشتی در بین مصرف‌کنندگان تهرانی، 27/7 گرم در روز می‌باشد (12). سوسیس و کالباس از فرآورده‌های گوشتی امولسیونی می‌باشند که از مخلوط گوشت، آب و یخ، ادویه جات، نمک، مواد نگهدارنده و غیره تهیه می‌شوند. گوشت مورد استفاده برای تولید این محصولات ممکن است مقداری فلزات سنگین داشته باشد. طبق مطالعات انجام شده فلزات سنگین خصوصاً سرب و کادمیوم می‌توانند از طریق آب و علوفه وارد بدن حیوان و در قسمت‌های مختلف مثل کلیه، کبد، ماهیچه انباشته شوند (14، 13). همچنین مواد تشکیل دهنده دیگر مثل نمک، ادویه (16، 15)، آب (17)، روغن (18)، شیرخشک (19) و غیره که در فرمولاسیون این محصولات اضافه می‌شوند، نیز ممکن است دارای سرب و کادمیوم باشند. بنابراین اندازه‌گیری سرب و کادمیوم در سوسیس و کالباس به منظور کنترل ایمنی و سلامت غذا امری بسیار ضروری می‌باشد. طبق استاندارد کدکس حد مجاز سرب و کادمیوم برای فرآورده‌های گوشتی حرارت دیده و عمل آمده به ترتیب ppb 500 و 50 می‌باشد (20).

با توجه به توضیحات فوق، هدف این مطالعه اندازه‌گیری سرب، کادمیوم، روی و آهن در سوسیس و کالباس عرضه شده در سطح شهر تهران بود. با توجه به اینکه مقدار مصرف فرآورده‌های گوشتی در بین مصرف‌کنندگان شهر تهران، 27/6 گرم در روز گزارش شده است، سهم این محصولات در دریافت سرب و کادمیوم و همچنین آهن و روی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

• مواد و روش‌ها

مواد و حلال‌های مصرفی: استانداردهای سرب، کادمیوم، آهن و روی و همچنین اسید نیتریک، آب اکسیژنه و آمونیوم دی هیدروژن فسفات از شرکت Merck تهیه شدند.

جمع آوری نمونه: 3 نوع سوسیس (آلمانی، کوکتل و هات-داگ) و 3 نوع کالباس (لیونر یا مارتادلا، خشک و ژامبون) عرضه شده در شهر تهران برای اندازه‌گیری سرب، کادمیوم، آهن و روی مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه‌های سوسیس و کالباس (از نوع گوشت قرمز) به طور تصادفی از 10 منطقه شهر تهران (شمال: منطقه 2 و 3، جنوب: منطقه 16 و 18، شرق: منطقه 4 و 8، غرب: منطقه 9 و 10 و مرکز: منطقه 6 و 11) جمع آوری شدند که شامل 12 برند مختلف بودند. لازم به توضیح می‌باشد که از هر فرآورده به طور تصادفی 3 بار نمونه برداری شد و تمام آزمون‌ها با 2 بار تکرار انجام گرفت (در واقع برای هر آزمون میانگین 6 عدد گرفته شد). بطور کلی 195 نمونه از 10 منطقه شهر تهران جمع آوری و تا انجام آزمایش در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آماده‌سازی نمونه: روش هضم مرطوب با مخلوط اسید نیتریک و آب اکسیژنه به عنوان مناسب‌ترین روش آماده‌سازی این فرآورده‌ها انتخاب شد (19, 20). بدین‌صورت که 5 گرم نمونه را در یک بشر 150 mL وزن کرده و 50 mL مخلوط اسید نیتریک 65% و آب اکسیژنه 35% (1 حجم اسید و 1 حجم H_2O_2) به آرامی اضافه شد. بر روی بشر شیشه ساعت گذاشته و به مدت 48 ساعت در دمای محیط قرار گرفت. بعد از گذشت این زمان بشر را روی صفحه فلزی داغ (Hot Plate مدلKarl Kolb-H43 ساخت آلمان) حرارت داده تا زمانی که محلول شفاف شد (حدوداً 5 mL از محلول باقی می‌ماند). پس از سرد شدن، محلول به بالن ژوژه 25 mL منتقل و با آب دیونیزه به حجم رسید. محلول به یک لوله سرپوش دار منتقل شد و در حمام بخار 60°C به مدت 30 دقیقه قرار گرفت. در نهایت محلول توسط کاغذ صافی واتمن شماره 40 صاف گردید.

دستگاه‌ها: برای اندازه‌گیری سرب و کادمیوم از دستگاه جذب اتمی مدل Varian- AA20 ساخت آمریکا با کوره گرافیتی (GFAAS) مدل Varian-GTA.96 ساخت آمریکا استفاده شد (21). نمونه آماده‌سازی شده با یک دستگاه تزریق کننده نمونه (بطور اتوماتیک) همراه با مقداری مدیفایر (آمونیوم دی هیدروژن فسفات) به دستگاه تزریق شد (22). مقدار آهن و روی نیز با جذب اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری شدند (23). شرایط آنالیز دستگاه برای هر فلز در جدول 1 آمده است. لازم به توضیح است که قبل از اندازه‌گیری این فلزات، میزان بازیافتی یا ریکاوری (Recovery) برای هر فلز با افزودن غلظت مشخصی از ماده استاندارد آن فلز به نمونه تعیین شد که در جدول 2 نشان داده شده است.

جدول 1. شرایط آنالیز دستگاه جذب اتمی برای اندازه گیری آهن، روی، سرب و کادمیوم در فرآورده های گوشتی

شرایط دستگاه برای جذب اتمی شعله ای				
فلز	استیلن (L/min)	هوا (L/min)	طول موج (nm)	Slit width (nm)
آهن	1/5	17	248/8	0/2
روی	1/5	17	213/9	1
شرایط دستگاه برای جذب اتمی کوره گرافیتی برای سرب و کادمیوم				
حجم تزریقی	20 (µL)			
مدیفایر	5 (µL)			
طول موج برای سرب	283/3 (nm)			
طول موج برای کادمیوم	228/8 (nm)			
Slit width	0/5 (nm)			
مرحله	دما (درجه سانتیگراد)		جریان آرگون (میلی لیتر بر دقیقه)	
Dry stage	85		300	
Dry stage	95		300	
Dry stage	120		300	
Ash stage	400		300	
Ash stage	400		300	
Gas stop	400		0	
Atomize stage	2100		0	
Atomize stage	2100		0	
Tube clean	2200		300	

جدول 2 . مقادیر بازیافت (Recovery) محاسبه شده سرب، کادمیوم، آهن و روی در فرآورده‌های گوشتی

فلز	مقدار فلز در نمونه	مقادیر اضافه شده فلز به نمونه (ppb)	میزان بازیافت (%)
سرب	5/9 (ppb)	20	82/8
		80	83
کادمیوم	0/8 (ppb)	20	80
		80	82/8
آهن	10 (ppm)	500	94
		1000	96
روی	8 (ppm)	500	90
		1000	92

روش‌های آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های کمی با بهره‌گیری از آمار توصیفی و به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شدند. برای مقایسه 6 نوع فرآورده با یکدیگر از نظر 4 فلز سرب، کادمیوم، آهن و روی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) به همراه آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد. سطح احتمال قابل پذیرش برای مقایسه‌ها 5% ($p\leq0.05$) در نظر گرفته شد و آنالیز آماری توسط نرم افزار آماری SPSS نسخه 14 انجام گرفت.

با توجه به مقدار مصرف فرآورده‌های گوشتی در شهر تهران، میزان دریافت سرب، کادمیوم، روی و آهن (به طور روزانه، هفتگی) مطابق با فرمول‌های زیر بدست آمد (24):

میزان فلزات سنگین دریافتی روزانه = میزان فلزات سنگین در هر غذا x میانگین غذای دریافتی (گرم/فرد/روز)

میزان فلزات سنگین دریافتی هفتگی= میزان فلزات سنگین دریافتی روزانه x 7 روز

• یافته‌ها

میزان فلزات سرب و کادمیوم و آهن و روی در انواع فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در 10 منطقه تهران به تفکیک محصول در جداول 3 و 4 آمده است. لازم به توضیح است به علت گستردگی و متغیّر بودن مارک‌های مورد بررسی از بیان آنها در جداول خودداری شده است. در بررسی‌های انجام شده روی فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در شمال شهر تهران، منطقه 2 بیشترین فلز سنگین یافت شده سرب بود که بیشترین میزان سرب مربوط به سوسیس آلمانی و کمترین میزان سرب مربوط به سوسیس کوکتل به ترتیب با میانگین ppb 2/64 ±48/00 و 3/60 ±24/00 بود و میزان کادمیوم در مقایسه با سایر فلزات مطالعه شده کمتر بود و بیشترین میزان کادمیوم مربوط به کالباس لیونر و کمترین مربوط به سوسیس کوکتل به ترتیب با میانگین ppb 0/25 ±5/23 و 0/25 ±2/53 بود. در فرآورده‌های عرضه شده در شمال شهر تهران منطقه 3 نیز بیشترین میزان فلز سنگین سرب و کمترین آن کادمیوم بود که بیشترین میزان سرب با میانگین ppb 2/08 ±71/66 مربوط به سوسیس آلمانی بود و کمترین با میانگین ppb 0/76 ±34/83 مربوط به کالباس ژامبون بود.

جدول 3. مقادیر سرب و کادمیوم در فرآورده های گوشتی عرضه شده در شهر تهران

منطقه فرآورده	2	3	4	6	8	9	10	11	16	18	میانگین
					سرب (ppb)						
سوسیس آلمانی	48/00±2/64	71/66±2/08	75/26±1/12	158/66±7/76	38/30±2/95	81/66±1/52	40/66±0/76	77/13±2/51	50/50±1/32	47/73±2/53	66/35[a] ±33/08
سوسیس کوکتل	24/00±3/60	42/66±4/04	43/33±4/22	35/46±0/89	40/36±1/97	41/66±1/52	38/33±0/76	52/00±3/00	47/23±1/12	38/56±2/31	42/24[b] ±10/53
هات داگ	46/33±4/93	41/66±3/21	43/86±1/60	88/66±4/04	60/33±1/52	64/16±0/76	34/33±1/52	58/00±5/00	50/66±7/63	29/66±4/50	49/51[ab] ±17/81
کالباس لیونر	25/66±5/13	36/50±1/50	38/76±0/25	87/83±4/25	40/33±1/52	-	36/00±0/52	26/06±2/00	47/60±1/27	33/93±2/94	41/40[ab] ±18/68
کالباس خشک	31/00±7/21	42/66±2/08	42/16±0/65	30/93±1/72	45/23±0/87	45/26±1/10	41/00±1/00	35/26±1/10	40/00±1/73	40/00±1/5	39/80[b] ±5/26
کالباس ژامبون	44/66±4/50	34/83±0/76	55/26±3/40	65/33±4/16	42/80±3/38	67/60±0/52	36/00±1/10	25/56±1/40	80/00±2/00	62/10±2/00	51/50[ab] ±16/77
					کادمیوم (ppb)						
سوسیس آلمانی	4/90±0/10	6/46±0/45	7/56±0/40	6/33±0/61	4/50±0/25	6/73±0/20	8/56±0/30	3/93±0/57	3/8±0/20	5/26±0/68	5/96[a] ±1/51
سوسیس کوکتل	2/53±0/25	7/83±0/57	8/96±0/50	7/33±0/55	8/13±0/75	9/43±0/40	6/53±0/25	3/23±0/25	4/76±0/55	6/26±1/22	6/64[a] ±2/31
هات داگ	2/23±0/20	2/60±0/26	2/33±0/15	11/23±1/06	11/16±0/30	13/50±0/50	2/23±0/20	5/76±0/25	4/26±0/68	5/16±0/65	5/71[a] ±4/23
کالباس لیونر	5/23±0/25	7/63±0/15	4/86±0/40	7/20±0/36	4/93±0/40	-	6/70±0/20	5/20±0/30	4/00±0/20	4/23±0/30	5/53[a] ±1/30
کالباس خشک	4/86±0/35	6/80±0/34	3/23±0/75	2/90±0/36	7/96±0/15	5/23±0/25	3/96±0/50	3/56±0/40	4/40±0/45	4/00±0/20	7/96[a] ±1/60
کالباس ژامبون	3/50±0/30	5/20±0/20	5/73±0/30	5/76±0/25	5/40±0/50	6/46±0/45	2/53±0/15	3/23±0/87	4/53±0/50	5/76±0/25	4/9[a] ±1/24

* در بخش میانگین، در هر ستون حروف a و b تفاوت معنی دار بین فرآورده های مختلف را نشان می دهد (α = 0/05)

جدول 4. مقادیر آهن و روی در فرآورده های گوشتی عرضه شده در شهر تهران

منطقه فرآورده	2	3	4	6	8	9	10	11	16	18	میانگین
آهن(ppm)											
سوسیس آلمانی	16/33±1/52	20/33±0/57	22/23±0/75	17/50±0/43	16/60±0/40	11/76±0/36	16/46±0/45	16/23±1/12	20±1/00	16±1/00	17/2[a] ±2/67
سوسیس کوکتل	20/33±1/04	17/00±1/00	18/83±0/35	16/00±0/20	14/60±0/75	18/30±0/50	12/43±0/40	15/23±1/12	19/40±0/79	19/76±0/68	18/05[a] ±4/36
هات داگ	13/60±0/52	16/50±0/50	18/70±0/26	15/66±0/61	15/23±1/50	12/50±0/87	17/56±0/49	15/13±0/98	17/76±1/12	19/43±0/81	15/67[a] ±2/74
کالباس لیونر	17/10±0/26	19/26±0/64	17/93±0/70	17/26±1/10	15/10±0/75	-	15/23±0/25	12/23±0/92	19/00±1/00	18/90±0/36	16/89[a] ±2/31
کالباس خشک	16/46±1/45	25/93±0/11	17/76±0/75	16/56±0/81	16/00±0/26	19/70±0/68	16/83±0/76	18/16±0/37	16/53±0/50	18/53±0/50	25/93[a] ±2/93
کالباس ژامبون	11/83±1/60	12/83±0/76	16/76±1/50	16/60±0/65	17/16±0/35	12/50±0/81	14/06±0/11	14/60±0/52	18/93±0/81	13/76±0/87	14/45[a] ±2/35
روی (ppm)											
سوسیس آلمانی	7/36±0/45	13/43±0/40	13/16±1/10	13/50±0/43	11/83±0/35	8/26±0/25	7/03±0/56	10/43±0/92	9/83±0/76	7/9±0/3	10/04[a] ±2/44
سوسیس کوکتل	13/63±1/02	17/66±1/15	17/70±0/88	8/43±0/58	11/90±0/65	16/93±1/40	7/76±0/25	12/73±0/70	11/16±1/05	14/83±0/76	12/91[ab] ±3/47
هات داگ	12/66±1/52	14/33±1/52	14/40±1/11	10/80±0/20	11/53±0/61	12/76±0/25	21/93±0/81	12/26±0/25	12/66±1/52	12/26±0/64	13/36[ab] ±3/03
کالباس لیونر	17/56±0/20	14/43±0/81	14/60±0/65	11/66±0/56	12/36±0/90	-	9/46±0/25	12/50±0/50	8/26±0/64	11/00±1/00	12/42[ab] ±2/82
کالباس خشک	16/60±0/52	14/50±0/50	14/20±0/43	14/16±0/47	10/33±0/57	20/33±0/57	13/03±0/15	13/16±0/47	11/83±1/04	15/53±0/47	20/33[b] ±2/74
کالباس ژامبون	14/76±0/25	18/60±0/52	18/06±1/30	11/70±0/30	13/50±2/09	26/66±1/52	19/26±0/64	18/96±0/64	12/90±0/36	24/50±1/80	18/84[b] ±4/76

* در بخش میانگین، در هر ستون حروف a و b تفاوت معنی دار بین فرآورده های مختلف را نشان می دهد (α = 0/05)

در بررسی‌های انجام شده در جنوب شهر تهران مناطق 16 و 18 مانند مناطق 2 و 3 بیشترین فلز سنگین سرب و کمترین آن کادمیوم بود به صورتی که در منطقه 16 و 18 کالباس ژامبون به ترتیب با میانگین ppb 80/00±2/00 و 62/10±2/00 بیشترین میزان سرب را به خود اختصاص داده‌اند.

در فرآورده‌های گوشتی جمع‌آوری شده از غرب شهر تهران مناطق 9 و 10 بیشترین فلز سنگین سرب بود. در منطقه 9 بیشترین میزان سرب در سوسیس آلمانی با میانگین ppb 81/66±1/52 و در منطقه 10 مربوط به کالباس خشک با میانگینppb 41/00±1/00 بود. در کل فرآورده‌های گوشتی مورد مطالعه در این پژوهش بیشترین میزان کادمیوم با میانگینppb 13/50±0/50مربوط به هات‌داگ عرضه شده در منطقه 9 بود.

در فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در شرق تهران مناطق 4 و 8 بیشترین میزان فلز سنگین جداسازی شده مربوط به سرب موجود در سوسیس بود (مشابه منطقه 2 شهر تهران).

بررسی‌های انجام شده بر روی فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در مرکز شهر تهران مناطق 6 و 11 نشان داد که بالاترین میزان سرب در منطقه مربوط به سوسیس آلمانی با میانگین ppb 158/66±7/76 و پس از آن هات‌داگ با میانگین ppb 88/66±4/04 بود. در منطقه 11 هم بیشترین آلودگی به سرب مربوط به سوسیس آلمانی بود. مقادیر متوسط سرب، کادمیوم، آهن و روی در 6 فرآورده گوشتی عرضه شده در 10 منطقه شهر تهران به ترتیب در جداول 3 و4 بیان شده است. به طور کلی مقدار سرب در سوسیس آلمانی از سایر فرآورده‌ها بیشتر بود، اما بطور معنی دار از سوسیس کوکتل و کالباس خشک بیشتر بود (به ترتیب P=0/03 ، P=0/02).

بین فرآورده‌های گوشتی مورد آزمایش از لحاظ مقادیر آهن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مقدار روی در سوسیس آلمانی بطور معنی داری کمتر از کالباس ژامبون و کالباس خشک بود (به ترتیب P=0/03، P=0/00). بطور کلی مقدار روی در کالباس ژامبون و کالباس خشک از سایر فرآورده‌ها بیشتر بود و بیشترین میزان روی مربوط به کالباس ژامبون منطقه 9 با میانگین 26/66±1/52 و کمترین آن مربوط به سوسیس آلمانی منطقه 10 با میانگین ppm 7/03±0/56 بود. تفاوت معنی داری در مورد میزان آهن در فرآورده های مورد بررسی وجود نداشت و بیشترین میزان آهن اندازه‌گیری شده مربوط به کالباس خشک جمع‌آوری شده از منطقه 3 با میانگین ppm 25/93±0/11 بود و کمترین میزان آهن مربوط به سوسیس آلمانی منطقه 3 با میانگین11/76±0/36بود.

با توجه به میزان مصرف فرآورده‌های گوشتی در شهر تهران (27/7 گرم در روز) و میانگین کل مقدار فلزات سنگین سرب، کادمیوم موجود در این نوع فرآوردها، مقدار دریافت هفتگی برای این نوع فلزات سنگین محاسبه شد. نتایج نشان داد که مقدار دریافت هفتگی محاسبه شده در مقایسه با مقادیر توصیه شده کمتر است (جدول 5).

جدول 5 . سهم سوسیس و کالباس در دریافت سرب و کادمیوم در هفته به طور موقت (PTWI) با توجه به مصرف روزانه (27/6 گرم در روز)

فلز سمی	میانگین کل (ppb)	حد استاندارد (ppb)	دریافت روزانه (میکروگرم)	دریافت هفتگی (میکروگرم در هفته)	مقدار قابل تحمل (PTWI) برای یک فرد 60 کیلوگرمی (میکروگرم در هفته)	درصد PTWI
سرب	48/78	500	1/32	9/24	1500	0/62
کادمیوم	5/6	50	0/15	1/05	420	0/25

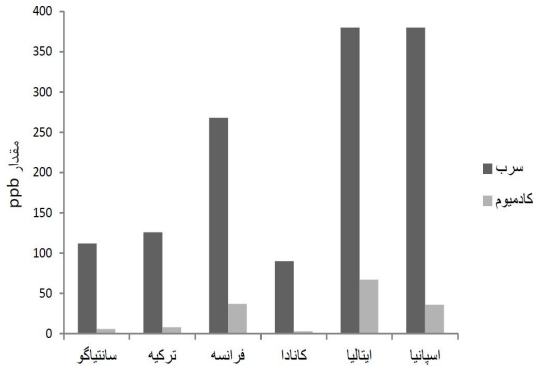
• بحث

مقدار سرب و کادمیوم در فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در شهر تهران: میانگین کل مقدار سرب در فرآورده‌های گوشتی مورد ارزیابی، ppb 48/78±9/93 بود که این مقدار از حد مجاز سرب در فرآورده‌های گوشتی عمل آمده (مطابق با استاندارد کدکس ppb 500) بسیار کمتر است (جدول 3). در بین سوسیس‌ها، بیشترین مقدار سرب مربوط به سوسیس آلمانی جمع‌آوری شده از منطقه 6 (158/66±7/76ppb) و کمترین مقدار در سوسیس کوکتل منطقه 2 (ppb 3/60 ± 24/00) مشاهده گردید. در بین کالباس‌های مورد ارزیابی، کالباس لیونر منطقه 6 (87/83±4/25ppb) بیشترین مقدار و کالباس لیونر منطقه 2 کمترین مقدار سرب (ppb 25/66±5/13) را داشتند. لازم به توضیح است که مقدار سرب در هیچ کدام از نمونه‌های مورد ارزیابی از حد مجاز سرب بیشتر نبود. بطور کلی مقدار سرب در سوسیس‌های آلمانی بطور معنی داری از سایر فرآورده‌های مورد بررسی بیشتر بود. کمیته‌های علمی بین‌المللی مثل JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)، JMPR (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticides Residues)، اتحادیه اروپا و آژانس‌های نظارتی ملی برای دریافت قابل قبول یا قابل تحمل فلزات سنگین و همچنین باقیمانده سموم آفات توسط انسان مقادیر مشخصی را تعیین کردند. دریافت قابل تحمل روزانه TDI (Tolerable Daily Intake) و دریافت قابل تحمل هفتگی TWI (Tolerable Weekly Intake) مقادیر دریافت بی خطر این مواد سمی را تعیین می‌کنند. کمیته مشترک FAO و WHOدر افزودنی‌های غذایی (JECFA) اعلام کرد که برای ارزیابی دریافت فلزات سمی مثل سرب و کادمیوم در انسان، بایستی از PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) یا دریافت هفتگی قابل تحمل بطور موقت استفاده کرد که این به دلیل خاصیت تجمعی این مواد در بدن انسان است (25). PTWI برای سرب در انسان 25 میکروگرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هفته (معادل با 3/6 میکروگرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز) و برای کادمیوم 7 میکروگرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هفته (معادل با 1 میکروگرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز) می‌باشد. در واقع مقدار قابل تحمل سرب و کادمیوم در هفته به طور موقت برای یک فرد 60 کیلوگرمی به ترتیب 1500 و 420 میکروگرم است (20). با توجه به مصرف فرآورده‌های گوشتی در شهر تهران (27/7 گرم در روز) و میانگین کل مقدار سرب (ppb 48/78)، مقدار دریافت سرب از طریق این فرآورده‌ها 1/35 میکروگرم در روز یا 9/45 میکروگرم در هفته محاسبه شد (جدول 5). این مقدار نسبت به مقدار قابل تحمل هفتگی (PTWI) برای فرد 60 کیلوگرمی که 1500 میکروگرم در هفته می‌شود (25 میکروگرم/کیلوگرم وزن/هفته)، بسیار کمتر است. با این حال این فرآورده‌ها تقریباً 0/63 درصد کل PTWI سرب (برای فرد 60 کیلوگرمی) را تأمین می کنند.

مطابق با استاندارد کدکس، مقدار مجاز کادمیوم در فرآورده‌های گوشتی عمل آمده ppb 50 می باشد که در این تحقیق مقدار این فلز سمی در فرآورده‌های مورد بررسی کمتر از این عدد بود. میانگین کل مقدار کادمیوم در نمونه‌های مورد بررسی ppb 5/6 بود. بین سوسیس و کالباس ها از لحاظ مقدار کادمیوم نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد. با توجه به مصرف فرآورده‌های گوشتی در شهر تهران و میانگین کل مقدار کادمیوم، مقدار دریافت کادمیوم از طریق این فرآورده‌ها 0/16 میکروگرم در روز یا 1/12 میکروگرم در هفته محاسبه شد (جدول 5). همانند سرب، این مقدار نسبت به مقدار قابل تحمل هفتگی (PTWI) کادمیوم (420 میکروگرم / هفته برای فرد 60 کیلوگرمی یا 7 میکروگرم/کیلوگرم وزن/هفته) بسیار کمتر است. با محاسبات انجام گرفته می توان نتیجه گرفت که میزان کادمیوم در فرآورده‌های مورد بررسی معادل 0/26 درصد PTWI کادمیوم (برای فرد 60 کیلوگرمی) است.

در مطالعه انجام شده در سال 2016 در کشور مصر برای تعیین میزان باقی مانده سرب، کادمیوم، جیوه و قلع در محصولات گوشتی کنسرو شده موجود در بازار، 160 نمونه محصول گوشتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. 40 عدد مرغ کنسروی پخته شده، 40 عدد گوشت قرمز کنسروی پخته شده، 40 عدد کالباس فرانکفورتر کنسرو شده و 40 عدد گوشت گوساله نمک سود شده کنسروی که به صورت تصادفی از سوپرمارکت‌های مصر تهیه شده بودند با استفاده از اسپکتروسکوپی جذب اتمی مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج نشان داد که 83 % نمونه‌های مرغ کنسروی پخته شده حاوی میزان سرب بیشتر از حداکثر میزان توصیه شده در گوشت و فرآورده‌های گوشتی گاوی و طیور توسط کمیسیون اروپا (EC 2006) و استاندارد مصر (ES 2010) (حداکثر میزان مجاز سرب و کادمیوم تعیین شده توسط این استانداردها به ترتیب 0/10 و 0/05 mg در kg وزن مرطوب ماده غذایی می‌باشد) بوده است و همچنین مقدار کادمیوم در 58 % از نمونه‌های مرغ کنسروی بیشتر از حد مجاز بود (26). این مورد می تواند به علت کنسروی بودن محصولات، نوع فرآورده و آلودگی افزودنی‌های مورد استفاده باشد. همچنین Munoz و همکاران (2005) دریافت سرب و کادمیوم از طریق مواد غذایی در شهر سانتیاگو (شیلی) را مورد بررسی قرار دادند. مقدار سرب و کادمیوم در فرآورده‌های گوشتی به ترتیب ppb 112 و 6 گزارش شد. با توجه به مصرف این فرآورده‌ها در شهر سانتیاگو (36/6 گرم در روز) مقدار دریافت سرب و کادمیوم از طریق فرآورده‌های گوشتی به ترتیب 4/04 و 0/21 میکروگرم در روز (28/69 و 1/53 میکروگرم در هفته) محاسبه شد. سهم این فرآورده‌ها در دریافت سرب و کادمیوم در این شهر به ترتیب 1/91 و 0/36 درصد PTWI برای یک فرد 60 کیلوگرمی محاسبه شد (27). به طورکلی در مطالعه حاضر مقادیر سرب و کادمیوم از حد مجاز تعیین شده توسط کدکس (به ترتیب 500 و 50 ppb) تجاوز نکرده است. در نمودار 1 میانگین میزان سرب و کادمیوم در فرآورده های گوشتی در کشورهای مختلف با هم مقایسه شده است (31-28، 3)

با توجه به داده‌های به دست آمده از این مطالعه، سهم فرآورده‌های گوشتی در دریافت قابل تحمل سرب و کادمیوم (PTWI برای فرد 60 کیلوگرمی) به ترتیب 0/63 و 0/26 درصد می باشد که بسیار اندک است. اما نباید فراموش کرد که ممکن است سایر فرآورده‌های غذایی دارای این فلزات سمی باشند و این احتمال وجود دارد که با مصرف مجموع غذاها، مقدار دریافت سرب و کادمیوم از حد قابل تحمل بگذرد.



نمودار 1. مقدار میانگین سرب و کادمیوم در فرآورده‌های گوشتی (ppb) در کشورهای مختلف

مقدار آهن و روی در فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در شهر تهران: مقدار آهن در فرآورده‌های مورد بررسی در 10 منطقه تهران بین 11/76 ppm تا 25/93 تعیین شد. بیشترین مقدار مربوط به کالباس خشک و کمترین مقدار در سوسیس آلمانی مشاهده شد. با توجه به اینکه فرآورده‌های مورد نظر از درصد گوشت کم (40 درصد) تا زیاد (90 درصد) را در بر می‌گرفتند، انتظار می‌رفت که با افزایش مقدار گوشت در فرآورده‌ها، مقدار آهن نیز افزایش یابد که این مورد مشاهده نشد. استفاده از بافت‌های غیرمجاز و تفاوت در نوع گوشت بکار رفته در فرمولاسیون ممکن است دلایل اصلی این مورد باشد. بین فرآورده‌ها از نظر مقدار آهن تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میانگین کل مقدار آهن در فرآورده‌های مورد بررسی، 18/10 ppm محاسبه شد.

مقدار روی نیز بین 7/03 ppm تا 26/66 تعیین شد که کمترین مقدار مربوط به سوسیس آلمانی و بیشترین مقدار مربوط به کالباس ژامبون بود. به طور کلی کالباس خشک و ژامبون گوشت بطور معنی داری مقدار روی بیشتری نسبت به سوسیس آلمانی داشتند (جداول 3و4). میانگین کل مقدار روی در این فرآورده‌ها 14/65 ppm محاسبه شد.

آهن و روی از فلزات ضروری بدن انسان می‌باشند که در بسیاری از فعالیت‌های متابولیکی بدن نقش بسزایی دارند. مقدار مورد نیاز انسان برای دریافت آهن و روی به ترتیب 18- 10 و 11-8 میلی‌گرم در روز می‌باشد (27). فرآورده‌های گوشتی یکی از منابع مهم آهن و روی می‌باشد که مصرف آن می‌تواند مقداری از آهن و روی مورد نیاز بدن را تأمین کند. با توجه به میانگین آهن و روی و همچنین میانگین مصرف آنها

در شهر تهران، می‌توان تخمین زد که این فرآورده‌ها تقریبا 2/7 تا 5 درصد نیاز روزانه آهن (0/5 میلی‌گرم در روز) و 3 تا 5 درصد نیاز روزانه روی (0/4 میلی گرم در روز) را تأمین می-کنند. این اعداد بر اساس میانگین مقدار مصرف این فرآورده‌ها (27/7 گرم در روز) برای مصرف کنندگان فرآورده‌های گوشتی در تهران می‌باشد. اما اگر مقدار مصرف این فرآورده‌ها در هر بار مصرف 100 گرم باشد، با توجه به میانگین مقدار آهن و روی در این فرآورده‌ها می‌توان گفت که 10 تا 18 درصد نیاز روزانه آهن و 13/27 تا 18/25 درصد نیاز روزانه روی تأمین می‌شود.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم در سوسیس و کالباس‌های جمع آوری شده از مناطق مختلف شهر تهران از حد مجاز توصیه شده توسط کدکس بسیار کمتر است. همچنین نتایج نشان داد که میزان سرب و کادمیوم دریافتی از این فرآورده‌ها در هفته بسیار کمتر از میزان PTWI توصیه شده می‌باشد. از آن جایی که این فلزات سنگین می‌توانند از سایر منابع غذایی مانند گوشت مرغ، ماهی، آب، نمک و غیره وارد بدن انسان شوند و با توجه به این که این فلزات سنگین خاصیت تجمعی در بدن دارند، لازم است میزان این فلزات سنگین در سایر منابع مستعد نیز مورد بررسی و میزان دریافت آن با PTWI توصیه شده مقایسه شود. البته محاسبه میزان دریافت فلزات سنگین از طریق مواد غذایی پرخطر، نیازمند به روز کردن اطلاعات الگوی مصرف مواد غذایی در ایران می‌باشد. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که این فرآورده‌ها می توانند سهم قابل توجهی در تأمین آهن و روی مورد نیاز بدن داشته باشند.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور به دلیل حمایت‌های مالی، صمیمانه قدردانی می‌شود.

References

1. Abou-Arab AAK. Heavy metal contents in Egyptian meat and the role of detergent washing on their levels. Food Chem Toxicol 2001;39(6):593–9.
2. Morgan JN. Effects of processing on heavy metal content of foods. Adv Exp Med Biol 1999;459:195–212.
3. Demirezen D, Uruç K. Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products. Meat sci 2006;74(2):255–60.
4. Niemi A, Venäläinen E-R, Hirvi T, Hirn J, Karppanen E. The lead, cadmium and mercury concentrations in muscle, liver and kidney from Finnish pigs and cattle during 1987--1988. : Eur Food Res Technol 1991;192(5):427–9.
5. Goyer RA, Clarkson TW. Toxic effects of metals. Casarett & Doull□s Toxicology The Basic Science of Poisons, Fifth Edition, Klaassen, CD [Ed] McGraw-Hill Health Professions Division, ISBN. 1996;71054766.
6. Deshpande SS. Toxic metals, radionuclides, and food packaging contaminants. Deshpande SS edit{ö}r Hand Book of Food Toxicology Marcel Dekker, Inc, New York, USA. 2002;783–810.
7. Fatemi H. food chemistry. third edit. Public Joint Stock Company; 2002. 456-457 p.
8. Pitot CH DP. Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. sixth eddi. New York: McGraw-Hill; 1996. 201 p.
9. Prasad AS. Zinc in human health: effect of zinc on immune cells. Mol Med 2008;14(5–6):353.
10. Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. Review on iron and its importance for human health. Journal of research in medical sciences. J Res Med Sci 2014;19(2):164.
11. Naseri A, Nasri A. technology of meat sausages production. first edit. Tehran: Academic Jihad; 2002. introduction.
12. Kalantari N, Ghaffarpour M. comprehensive study of household food consumption patterns and nutritional status of the country. Tehran; 2004.
13. Alcaide Castineira E, Gomez R, Gonzalez C, Fernandez-Salguero J. Study of mineral elements in meat products. Alimentaria (Espana). 1995;
14. Falandysz J. Manganese, copper, zinc, iron, cadmium, mercury and lead in muscle meat, liver and kidneys of poultry, rabbit and sheep slaughtered in the northern part of Poland, 1987. Food Addi Contami1991;8(1):71–83.
15. Özcan MM, Akbulut M. Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. Food Chem 2008;106(2):852–8.
16. Bulinski R, Bloniarz J. Studies on some trace elements in vegetable spices and their blends. Part III. Cadmium, lead, chromium, zinc, manganese, copper, nickel and iron content in Polish-made seasoning preparations. Bromatol Chem Toksykol 1996;29(3):229–36.
17. Roychowdhury T, Tokunaga H, Ando M. Survey of arsenic and other heavy metals in food composites and drinking water and estimation of dietary intake by the villagers from an arsenic-affected area of West Bengal, India. Sci Total Environ 2003;308(1):15–35.
18. Abdel-Rahman A-HY. Determination of trace metals in

cottonseed oil and hydrogenated cottonseed oil. Food chem 1984;13(2):161–3.

19. Kumpulainen J, Paakki M, Tahvonen R. Characterization of ARC/CL wheat flour, pork meat and skim milk powder reference materials for contents of toxic elements. Fresenius'. J Anal Chem 1990;338(4):423–5.
20. ORGANIZATION WH, others. WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants (41st Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Geneva: World Health Organization, 1993. WHO Technical Report Series. (837).
21. Voegborlo RB, El-Methnani AM, Abedin MZ. Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. Food Chem 1999;67(4):341–5.
22. Ganjavi M, Ezzatpanah H, Givianrad MH, Shams A. Effect of canned tuna fish processing steps on lead and cadmium contents of Iranian tuna fish. Food chem 2010;118(3):525–8.
23. Rubio C, Hardisson A, Reguera JI, Revert C, Lafuente MA, Gonzalez-Iglesias T. Cadmium dietary intake in the Canary Islands, Spain. Enviro Res 2006;100(1):123–9.
24. Lee H-S, Cho Y-H, Park S-O, Kye S-H, Kim B-H, Hahm T-S, et al. Dietary exposure of the Korean population to arsenic, cadmium, lead and mercury. J Food Com Ana 2006;19:S31--S37.
25. Nasreddine L, Parent-Massin D. Food contamination by metals and pesticides in the European Union. Should we worry? Toxi letters 2002;127(1):29–41.
26. Khalafalla FA, Ali FHM, Hassan A-RHA, Basta SE. Residues of lead, cadmium, mercury and tin in canned meat products from Egypt: an emphasis on permissible limits and sources of contamination. Journal f{ü}r Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2016;11(2):137–43.
27. Muñoz O, Bastias JM, Araya M, Morales A, Orellana C, Rebolledo R, et al. Estimation of the dietary intake of cadmium, lead, mercury, and arsenic by the population of Santiago (Chile) using a Total Diet Study. Food Chem Toxi 2005;43(11):1647–55.
28. González-Weller D, Karlsson L, Caballero A, Hernández F, Gutiérrez A, González-Iglesias T, et al. Lead and cadmium in meat and meat products consumed by the population in Tenerife Island, Spain. Food add Contam 2006;23(8):757–63.
29. Dabeka RW, McKenzie AD. Total diet study of lead and cadmium in food composites: preliminary investigations. J AOAC Int (USA). 1992;
30. Cattaneo P, Balzaretti C. Livelli attuali di piombo e cadmio negli alimenti [in Italia]. Industrie Alimentari 1984.
31. Food NB. Institute of Medicine (2000): Dietary reference intakes: applications in dietary assessment. National Academy of Sciences, Washington, DC.

Determination of Lead, Cadmium, Iron and Zinc Contents in the Meat Products Supplied in Tehran

Abedi A [1], Zabihzadeh M [2], Hosseini H [3], Eskandari S [4,5], Ferdowsi R [6*]*

1- *PhD in Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

2- *MSc Student in Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

3- *Prof, Department of Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

4- **Corresponding author: Associate Prof, Food and Nutrition Policy and Planning Research Group, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: so.eskandari@sbmu.ac.ir*

5- *Associate Prof, Food and Drug Laboratory Research Center (FDLRC), Food and Drug Administration (FDA), Ministry of Health and Medical Education (MOH+ME), Tehran, Iran*

6- **Corresponding author: Assistant Prof, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: r.ferdosi@gmail.com*

Received 25 Jan, 2018 **Accepted 13 May, 2018**

Background and Objectives: Nowadays, consumption of meat products such as sausages has been increased. Studies have shown that meat products can contain heavy metals like lead and cadmium. Therefore, a measurement of toxic heavy metals in sausages is necessary. The purpose of this study was to measure the lead, cadmium, iron and zinc levels in sausages presented in the retail markets of Tehran.

Materials and Methods: Six types of sausages (German, Koktel, Hot dog, Lioner or Martadella, Dry and Ham) supplied in the chain stores and some of supermarkets in ten districts of Tehran were tested for determination of lead, cadmium, iron and zinc levels. The samples were prepared by wet digestion method and were analyzed by atomic absorption spectrophotometry.

Results: The lead content of the tested products was 48.78 ppb. The amount of lead in German sausage was significantly higher than in other products. The amount of cadmium in all samples was 5.6 ppb. The level of iron and zinc was 18.10 and 14.65 ppm, respectively. Zinc content in dry sausages and ham was higher than in other products.

Conclusion: The amount of lead and cadmium in all the tested products was lower than the limit specified by the Codex. Considering the amount of consumption of meat products in Tehran, the amount of lead and cadmium intake was 9.24 and 1.05 µg/week, respectively, which is much less than that recommended by JECFA.

Keywords: Lead, Cadmium, Iron, Zinc, Meat products, Atomic absorption, Heavy metals