مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۴۲۱ تا ۴۲۸

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

مهاجرت آلومینیوم از بسته بندی نیمه منعطف به درون غذاهای بسته بندی شده در طی مدت نگهداری

فرشته احمدی[۱]، نوشین راستکاری[۲]، پریسا صدیق آرا[۱]، غلامرضا جاهد خانیکی[۱،*]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲- مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۰۱
تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۷/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۳۰
تاریخ انتشار: ۹۶/۰۹/۲۱

واژگان کلیدی: آلومینیوم، نشت، بسته بندی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
ghjahedkh@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: آلومینیوم عنصری نوروتوکسیک است که احتمالا در بروز بیماری آلزایمر نقش دارد. استفاده از بسته بندی نیمه منعطف در سال‌های اخیر افزایش یافته است. در این نوع بسته بندی لایه اصلی آلومینیوم است. هدف از این مطالعه تعیین غلظت آلومینیوم در غذاهای بسته بندی شده در بسته‌های نیمه منعطف آلومینیومی در طی مدت نگهداری است.

روش بررسی: ۳۶ نمونه از انواع غذاهای بسته بندی شده در ظرف نیمه منعطف (جوجه کباب، خوراک مرغ، خورش قیمه) در چهار مقطع زمانی شامل روزهای ۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ پس از تولید آنالیز شدند. تعیین غلظت Al در نمونه‌ها به کمک دستگاه ICP پس از هضم مرطوب نمونه‌ها انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون واریانس دو طرفه (Two-way analysis of variance) با در نظر گرفتن متغیر مدت نگهداری و نوع غذا صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اثر مدت نگهداری بر افزایش محتوای Al غذاها از نظر آماری معنی‌دار است $p<0/001$. پس از ۱۸۰ روز نگهداری غذاها بیشترین غلظت Al مربوط به غذای جوجه کباب (۳/۲۷±۰/۹۳ ppm) و کمترین غلظت Al مربوط به خورش قیمه (۱/۰۴±۰/۱۶ ppm) بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد نگهداری غذا در بسته‌های غذایی نیمه منعطف بر پایه Al می‌تواند منجر به افزایش محتوای Al غذا به مقدار معنی‌داری بشود.

نتیجه‌گیری: براساس میزان جذب قابل تحمل روزانه ۱ mg/kg وزن بدن اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی مواجهه با Al در اثر مصرف غذاهای آماده نگهداری شده به مدت شش ماه در بسته‌های نیمه منعطف آلومینیومی دوز پایینی از Al را به رژیم غذایی افراد اضافه می‌کند.

Please cite this article as: Ahmadi F, Rastkari N, Sadighara P, Jahed Khaniki Gh. Aluminum migration from semi-rigid packaging into foods during storage. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(3):421-28.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]

مقدمه

آلومینیوم (Al) یک عنصر با قابلیت سمی برای سیستم عصبی است (۱) و ارتبـاط آن با بروز بیماری آلزایمر به اثبات رسیده اسـت (۲). ارتباط عنصر Al با بیماری‌هـای متعددی از قبیل کـم خونی ناشی از کمبود هموگلوبین گزارش شده و همچنین تاثیـر آن در ناهنجاری متعـددی در بیمـاران دیالیزی از قبیل انسفالوپاتی و پوکی استخوان گزارش شده است (۳). غذا منبع اصلـی ورود Al به بدن است (٤). کمیته مشترک افزودنی‌های غـذا در همکاری با کارشناسان سازمـان جهانی خوار و بار و سازمـان جهانی بهداشت در مورد Al میزان جذب موقت قابل تحمل هفتگی ۷mg/kg از وزن بدن را تعیین کرده‌اند (۵).

بسته بندی در صنعت غذا به علـت دارا بودن ویژگی‌هایی از قبیل وزن کم، رسانایی حرارتی بالا و ظاهر جذاب بسیار مورد توجـه اسـت. از آلومینیوم در صنعت بسـته بندی به دو شکل استفـاده می‌شـود: شکل ساده و معمولی کـه کاربرد اصلی آن فویـل آشپزخانـه و لفافه است و شکل تغییـر یافته در صنعت بسته بندی عمدتا از شکل تغییر یافته آلومینیوم استفاده می‌شود. در این فرم‌ها روی لایه آلومینیومی با یک یا چند لایه کاغذی یا پلاستیکـی یا لاک پوشانده می‌شود و بسته‌بندی به‌صورت چند لایه است (٦). استفاده از بسته بندی‌های چند لایه نیمه منعطف کـه دارای لایـه اصلی Al است روز بـه روز در حال افزایش است (۷). افزایش گرایش به غذاهای با کیفیت بالاتر و سالم‌تر و بـا عمر نگهداری طولانی‌تر موجب افزایش توجه به موضوع تداخلات بین مواد بسته بندی و غذا شده است (۸). تداخلات بسته بندی غذا را می‌تـوان به‌عنوان واکنش‌هایی بین غذا، ماده بسـته بندی و محیط تعریف نمود (۹). در مطالعات انجام شده در ارتبـاط با نشت Al از مواد در تماس با غذا، میزان نشت به عواملـی از قبیل نوع غذا، روش پخت، مواد تشکیل‌دهنده غذا، pH غـذا، مدت تمـاس یا پخت و وجود برخـی افزودنی‌ها، وابسته است (۱۰). نتایـج مطالعه بررسی میزان مهاجرت ویژه عنصر مذکـور از بسته‌های نیمه منعطـف آلومینیومی به درون خوراک مرغ ایرانی و شبه غذاها و مقایسه آنها با هم نشان داده کـه نوع غذا عامل مهمی در تعیین میزان مهاجرت است (۱۱).

با توجه به افزایش روز افزون استفاده از بسته بندی‌های دارای لایه آلومینیومی، تعیین غلظت Al در غذاهای بسته بندی شده ضـروری به نظر می‌رسـد. هدف از این مطالعـه بررسی تاثیر مـدت نگهداری بر نشت Al از بسـته بندی‌های نیمه منعطف آلومینیومی به درون سه نوع غذای آماده ایرانی است.

مواد و روش‌ها

جمع آوری نمونه‌ها

نمونه‌ها که در مجموع ۳٦ بسته بود شامل سه نوع غذای آماده و در بسته‌هـای نیمه منعطف کنسرو شده بود که از سه خط تولید یـک شرکت تولیدکننده غذاهای آمـاده به‌طور تصادفی برداشته شد. سه نوع غذای انتخابی شامل: جوجه کباب (قطعات گوشت مـرغ کباب شده، عصاره لیمو، ادویـه و روغن) و خورش قیمه (شامـل قطعات گوشت گوساله، سیـب زمینی، لپه، رب گوجه، ادویه و روغن) و خوراک مرغ (مرغ، قارچ، سیب زمینی، مخلوط سبزیجـات، رب گوجـه، ادویه و روغن) بودنـد. ۳٦ نمونه در روزهـای ۰، ٦۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ پـس از تولید آنالیز شدند. در هر کـدام از این مقاطع زمانی بـه تعداد ۹ بسته غذایی که شامل سه تکرار از هر غذا بود برای آنالیز برداشته شد. نمونه‌های روز صفر بلافاصله پس از بسته بندی جهـت آنالیز به آزمایشگاه فرستاده شدند سایر نمونه‌ها تا زمان آنالیز در دمای اتاق نگهداری شدند. ظروف حاوی غذا در ایـن پژوهش از نوع ظروف آلومینیومی نیمه منعطف بود که لایه‌های آن از خارج به داخل به این ترتیب است: چـاپ، لاک کـوره‌ای، ورق آلومینیومـی، چسباننده‌ها، لایه پلی پروپیلـن، روان کننده‌ها. ضخامت لایـه پلی پروپیلن ۳۰-۵۰ µm و ضخامت لایه آلومینیومی حدود ۹۰- ۱۲۰ µm بود. اسید نیتریک ٦۵ درصد و آب اکسیژنه ۳۵ درصد از شرکت مرک تهیه شد.

سنجش فلـز Al در نمونه‌ها به کمـک دستگاه ICP-OES مـدل ۷۳۰ VARIAN انجـام گرفـت. جهـت آماده‌سازی دستگـاه ICP برای آنالیز نمونه‌هـا پس از انجام تنظیم دستگاه و اپتیمـم کـردن آن از رقیق‌سازی محلول استـوک، ۵ محلول استاندارد کاری تهیه شد که حاوی غلظت‌های ppm ۱۰-۰ از

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]

فلز Al بودند. سپس این غلظت‌ها به دستگاه داده شد و منحنی کالیبراسیون رسم گردید. ضریب همبستگی منحنی کالیبراسیون ۰/۹۹ به‌دست آمد. منحنی کالیبراسیون ٦ نقطه‌ای در محدوده‌ای از غلظت انتخاب شد که با غلظت‌های مورد انتظار برای نمونه‌های مورد بررسی همخوانی داشته باشد. LOD دستگاه ppb ۰/۱ و LOQ دستگاه ppb ۰/۳۳ به‌دست آمد.

هضم اسیدی نمونه‌ها به روش هضم مرطوب

روش‌های مختلفی برای هضم نمونه‌ها وجود دارد در این پژوهش از روش هضم مرطوب استفاده شد (۱۲). از آنجایی‌که پژوهش‌های جدید نشان داده که هضم اسیدی با استفاده از مخلوط اسید نیتریک و آب اکسیژنه نتیجه بهتری نسبت به استفاده از اسید نیتریک همراه با اسید سولفوریک یا اسید کلریدریک در انجام کامل هضم در طی مدت کوتاه هضم اسیدی دارد در این پژوهش از مخلوط اسید نیتریک و آب اکسیژنه ۱:۳ استفاده شد. غذاهای محتوی بسته‌ها هموژن شدند در ادامه هضم g ۱ از مخلوط هموژن بدست آمده به کمک mL ١٦ مخلوط اسید نیتریک با آب اکسیژنه و نگهداری در شرایط حرارتی ^{0}C ۱۳۰ به مدت h ٤ بر روی هیتر انجام شد. پس از تبخیر نسبی محلول مجددا مخلوط آب اکسیژنه/اسید نیتریک اضافه شد. پس از هضم کامل نمونه یک مایع شفاف به‌دست آمد. پس از خنک شدن mL ٥ آب مقطر دیونیزه به نمونه افزوده شد. مایع شفاف به‌دست آمده از کاغذ صافی واتمن گذرانده شد و در نهایت با آب دیونیزه به حجم mL ۱۰ رسانده شد. برای تهیه نمونه شاهد همه فرایندهای لازم برای آنالیز بدون حضور نمونه در محلول انجام شد. غلظت Al در محلول نهایی به‌وسیله دستگاه ICP تعیین و غلظت‌ها بر حسب mg/kg یا ppm بیان شده است.

در این پژوهش که نوعی مطالعه توصیفی مقطعی است تجزیه و تحلیل آماری با کمک نرم افزار SPSS23 و به کارگیری آزمون واریانس دوطرفه(Two way analysis of variance) با در نظر گرفتن دو عامل زمان و نوع غذا انجام شد و معنی‌داری اختلاف میانگین‌ها در سه سطح بررسی شد.

یافته‌ها

در این مطالعه سه نوع ماده غذایی شامل قیمه، خوراک مرغ و جوجه کباب از نظر میزان نشت Al از بسته بندی به درون غذا در چهار فاصله زمانی مورد بررسی قرار گرفته است. در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار غلظت آلومنیوم به تفکیک زمان و نوع ماده غذایی ارائه شده است.

جهت آزمون اهداف ارائه شده مبنی بر بررسی اثر زمان در افزایش میزان نشت Al از روش تحلیل واریانس دوطرفه استفاده شد که در این روش علاوه بر اثر زمان مقایسه میزان مهاجرت از بسته بندی نیمه منعطف آلومینیومی به درون سه نوع خوراک نیز انجام می‌شود و اثر متقابل زمان و نوع خوراکی مورد بررسی قرار گرفته است. جدول ۲ نتایج مربوط به جدول تحلیل واریانس دو طرفه فوق را ارائه کرده است. براساس نتایج بدست آمده، اثر متقابل زمان و نوع خوراکی معنی‌دار نیست p=۰/۳۱.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار میزان مهاجرت آلومینیوم (سه تکرار) به تفکیک زمان نمونه‌گیری و نوع ماده غذایی بر حسب mg/kg (میانگین±انحراف معیار)

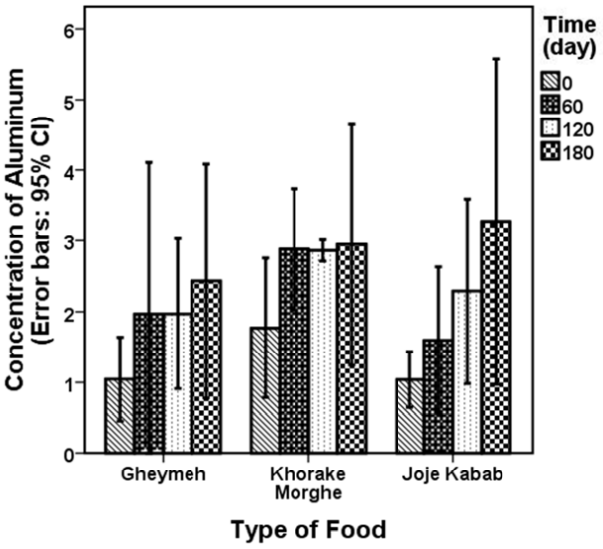
زمان مواجهه (روز)	قیمه	خوراک مرغ	جوجه کباب	Al(mg/kg) کل
۰	۱/۰۵±۰/۲۴	۱/۷۷±۰/۴۰	۱/۰۴±۰/۱۶	۱/۲۹±۰/۴۴
۶۰	۱/۹۷±۰/۸۶	۲/۸۸±۰/۳۵	۱/۶۰±۰/۴۲	۲/۱۵±۰/۷۶
۱۲۰	۱/۹۷±۰/۴۳	۲/۸۶±۰/۰۶	۲/۲۹±۰/۵۳	۲/۳۷±۰/۵۲
۱۸۰	۲/۴۳±۰/۶۷	۲/۹۵±۰/۶۹	۳/۲۷±۰/۹۲	۲/۸۸±۰/۷۶
میانگین تمامی نمونه‌ها	۱/۸۵±۰/۷۳	۲/۶۱±۰/۶۳	۲/۰۵±۱/۰۰	۲/۱۷±۰/۸۴

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]

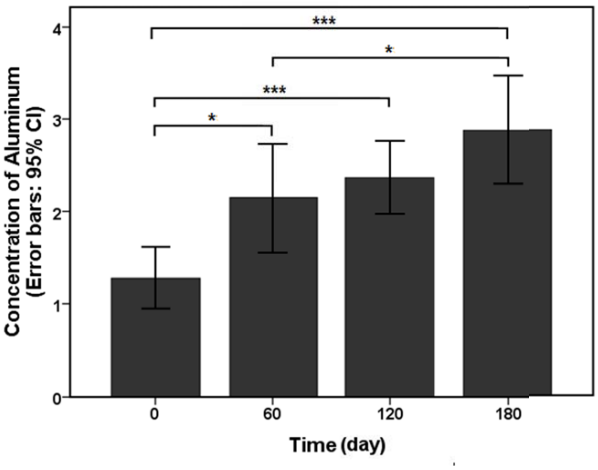
جدول ۲- تحلیل واریانس دوطرفه با اثرات زمان و نوع غذا بر روی غلظت آلومنیوم

فاکتور	مجموع مربعات خطا	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	p
عرض از مبدا	۱۶۹/۹۱	۱/۰۰	۱۶۹/۹۱	۵۸۱/۸۸	<۰/۰۰۱
زمان	۱۱/۹۹	۳/۰۰	۴/۰۰	۱۳/۶۹	<۰/۰۰۱
غذا	۳/۷۴	۲/۰۰	۱/۸۷	۶/۴۰	۰/۰۱
اثر متقابل زمان و غذا	۲/۲۴	۶/۰۰	۰/۳۷	۱/۲۸	۰/۳۱
خطا	۷/۰۱	۲۴/۰۰	۰/۲۹		
کل	۱۹۴/۸۹	۳۶/۰۰			

(Adjusted R Squared =۰/۵۹۱) R Squared = ۰/۷۱۹



نمودار ۱- بررسی روند نشت Al به تفکیک نوع غذا و مدت نگهداری (۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰ روز)



نمودار ۲- بررسی روند تغییر غلظت Al در کل غذاها در طی مدت شش ماه (۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰ روز)

نمودار ۱ نتایج تحلیل واریانس دوطرفه زمان و نوع غذا را نشان می‌دهد در طول زمان‌های مورد بررسی، سه نوع خوراکی دارای روند تغییر غلظت آلومنیوم مشابهی با یکدیگر هستند. نتایج این آزمون نشان داد که اثر اصلی زمان بر میزان نشت Al معنی‌دار است p<۰/۰۰۱. همچنین در نمودار ۲ روند تغییرات سطح Al در کل غذاها در چهار مقطع زمانی بررسی شده است در این نمودار نوع غذا نادیده گرفته شده است و اختلاف میانگین‌ها در سطح ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱ مقایسه شده است.

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد مدت نگهداری نقش بسزایی در تعیین میزان نشت Al به درون غذاها دارد براساس نتایج این مطالعه با افزایش مدت نگهداری غلظت این عنصر در غذاها نیز به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش Vela و همکاران همخوانی دارد که در طی آن مشخص شد افزایش مدت نگهداری سبب افزایش میزان

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]

مهاجـرت Al به درون غذا می‌شـود. طبق نتایج تحقیق Vela میـزان افزایـش Al از روز ۰ تـا ۱۵۰ قابل ملاحظـه بود که نشان‌دهنده خوردگی قوطی‌ها توسط آب جو بود (۱۳).

در ایـن پژوهش ارتباط متقابل زمان و نـوع غذا معنی‌دار نبود و تفـاوت معنی‌داری بین غذاها از لحـاظ روند مهاجرت Al مشاهـده نشـد. از آنجایی‌که ایـن مطالعه بـر روی سه نوع از محصـولات یک شرکـت تجاری صورت گرفـت دستیابی به فرمولاسیـون دقیق غذاها برای نویسندگـان مقاله مقدور نبود. ساختار کمپلکس و پیچیده غذاها، انجام آزمایشات و همچنین آنالیز داده‌ها را با مشکل مواجه می‌کند از این‌رو اکثر تحقیقات انجام شده در این زمینه به جای غذا بر شبه غذاها انجام گرفته است کـه بسته به pH مـاده غذایی و دیگـر خصوصیات آن از چهـار ماده آب بـرای غذاهای آبکی بـا pH بالاتر از ٤/٥، محلول اسید استیک برای غذاهای اسیدی pH پایین‌تر از ٤/٥، اتانـول ۱۰ درصد برای محصولات الکلی و روغن زیتون برای غذاهـای چرب مورد استفاده قرار می‌گیرند (١٤). در پژوهشی که توسط Siyahmoshteh و همکاران صورت گرفت میزان مهاجرت ویژه Al از ظروف بسته بندی نیمه منعطف به درون خـوراک مرغ ایرانی و شبه غذاها و مقایسه آنها با هم نشان داد که نوع ماده در تماس با ظرف تاثیر بسزایی در میزان مهاجرت دارد کـه با نتایج مطالعه حاضر همخوانـی ندارد. نتایج مطالعه Siyahmoshteh و همکاران نشـان داد که مهاجرت Al از ظرف بسته‌بندی مورد استفاده برای خوراک مرغ، به شبه غذای اسید استیک در طول دوره نگهداری بیشترین مقدار بود؛ علت عدم همخوانی می‌تواند تفاوت در نوع محیط‌های غذایی مورد بررسی باشـد، که در مطالعه حاضـر آزمایشات برروی غذای کامل آماده مصرف و نه شبه غذا صورت گرفته است (۱۱).

به‌طـور کلی فعـل و انفعالات مواد بسته بنـدی را به سه دسته عمده می‌تـوان طبقه بندی کرد: نفوذ، جـذب و مهاجرت. در هنگام جذب ترکیباتی نظیـر طعم‌دهنده‌ها، چربی‌ها، اسیدهای آلـی و پیگمان‌هـا از داخل مـاده غذایی وارد ساختـار پلیمر می‌شونـد کـه در نهایت منجر بـه کاهش شدت طعـم ایجاد شده و یک پروفایل طعمـی نامتعادل و آسیب دیدن ماده بسته بنـدی می‌شود. مهاجـرت عبارت است از انتقـال ترکیبات از سطح بسته بنـدی به واسطه واکنش‌هـای فیزیکی یا شیمیایی به محصـول بسته بندی شـده، لذا مهاجرت یـک پدیده یک طرفـه است و با فرایند جذب قویـا قابل مقایسه بوده و وجوه اشتراک زیـادی دارد (۱۵). نتایج مطالعه Siyahmoshteh و همکـاران نشان داد که به‌طور کلی بـا افزایش مدت نگهداری میزان مهاجـرت نیز افزایش می‌یابد. ترکیـب پیچیده و وجود انواع مختلـف مولکول‌ها در این سه نوع غـذا می‌تواند سبب افزایـش میزان مهاجـرت Al در طی مدت نگهـداری بشود. یکـی از این ترکیبات چربی و روغـن موجود در غذاها است. از آنجایی‌کـه پلی اولفین‌ها (پلـی اتیلن و پلی پروپیلن) شدیدا لیپوفیلیـک هستند لذا چربـی می‌تواند این لایه را در خود حل کنـد و ماده غذایـی در تماس مستقیم با لایـه آلومینیومی قرار گیـرد. از دیگـر ترکیبات موثر در این فراینـد ترکیبات عطر و طعمی هستند. خواص مکانیکی لایه درونی ظرف در اثر جذب ترکیبات عطـر و طعمی تحت تاثیر واقع می‌شود و از مقاومت آن کاستـه شده که دلیل اصلـی آن نرم‌کنندگی این ترکیبات بر روی لایـه پلاستیکی و ایجاد ساختـار غیر یکنواخت در پلیمر است. اختـلاف پتانسیل شیمیایی بوجود آمـده نیروی محرکه بـرای پدیـده مهاجرت خواهـد بـود (١٦، ١٧). نتایج مطالعه Jayashree و همکـاران نیز اثر نگهداری بـر افزایش میزان مهاجرت را نشان داد (۱۸). مطالعه Joshi و همکاران نیز نشان داد که با افزایـش مدت نگهداری به‌علت فرایند خوردگی Al میـزان مهاجرت Al به غذای درون بسته افزایش می‌یابد (۱۹). از این‌رو می‌توان گفت در صورتی‌که این بسته‌های غذایی مدت بیشتری نگهداری شوند محتوای Al در غذاها افزایش می‌یابد. مطالعـه Verissimo و همکاران در مورد میزان مهاجرت Al در قوطی‌هـای نوشیدنـی که از داخل با یـک پوشش پلیمری محافظ که مقاوم به نوشیدنی‌هـای اسیدی است پوشانده شده بودنـد نشان داد که لایه پلیمری سـد کاملی در برابر مهاجرت نبوده و افزایش محتوای آلومینیوم نوشیدنی مشاهده شد (۲۰). در طـی زمان مواد موجود در ظرف بر خواص مکانیکی ظرف اثـر گذاشته و سبب کاهش مقاومـت آن می‌گردند. وقتی ماده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]

شامـل نفوذکننده‌های آلی بسیار واکنشگـر نظیر طعم‌دهنده‌ها، مـواد عطر و طعمی و یـا مولکول‌های حلال است فرایند نفوذ پیچیده‌تـر از نفوذ گازهای سـاده است و ضریب انتشار ممکن است بصورت تابعی از غلظت نفوذکننده و زمان تغییر کند (۱۵، ۲۱). بنابرایـن هر چه تماس مواد و لایـه مربوطه افزایش یابد میزان ممانعت لایه پلاستیکی کمتر شده و آلومینیوم بیشتری در تماس با ماده درون ظرف قرار می‌گیرد. مطالعه حاضر با توجه به محدودیت منابع مالی و زمانی، بررسی‌ها در یک دوره شش ماهه نگهداری بسته‌ها صـورت گرفت در حالی‌که می‌توان در مدت طولانی‌تری بسته‌ها را پایش نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشـان داد نگهداری بسته‌های غذایی نیمه منعطـف آلومینیومی می‌تواند منجر به افزایش محتوای Al غذا بـه مقدار معنی‌داری بشود. براساس میـزان جذب قابل تحمل روزانه mg/kg ۱ وزن بدن اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانـی مواجهه با Al در اثر مصـرف غذاهای آماده نگهداری شـده به مدت شش ماه در بسته‌هـای نیمه منعطف آلومینیومی دوز پایینی از این عنصر را به رژیم غذایی افراد اضافه می‌کند.

تشکر و قدردانی

ایـن مقاله حاصل بخشی از پایـان نامه با عنوان "بررسی میزان مهاجـرت Al از بسته بندی نیمـه منعطف به درون تعدادی از غذاهای آماده در طی زمان نگهداری" در مقطع کارشناسی ارشد در سـال ۱۳۹۶ و کـد ۲۹۰/۱۱۷/ص/۹۵ اسـت که با حمایت دانشگاه علـوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شـده است. نویسندگان در پایـان از کلیه عزیزانی که در انجام این پژوهش همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Zatta P, Lucchini R, van Rensburg SJ, Taylor A. The role of metals in neurodegenerative processes: Aluminum, manganese, and zinc. Journal of Brain Research Bulletin. 2003;62(1):15-28.
2. Gura KM. Aluminum contamination in products used in parenteral nutrition: has anything changed? Journal of Nutrition. 2010;26(6):585-94.
3. Becaria A, Lahiri DK, Bondy SC, Chen D, Hamadeh A, Li H, et al. Aluminum and copper in drinking water enhance inflammatory or oxidative events specifically in the brain. Journal of Neuroimmunology. 2006; 62(1):15-28.
4. Soni MG, White SM, Flamm WG, Burdock GA. Safety evaluation of dietary Aluminum. Journal of Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2001;33(1):66-79.
5. World Health Organization (WHO). Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Geneva: WHO; 1989.
6. Massey R, Taylor D. Aluminium in Food and the Environment. UK: Royal Society of Chemistry; 1989.
7. Pennarun P, Ngono Y, Dole P, Feigenbaum A. Functional barriers in PET recycled bottles. Part II. Diffusion of pollutants during processing. Journal of Applied Polymer Science. 2004;92(5):2845–58.
8. Hotchkiss JH. Food and Packaging Interactions. USA: ACS Publications; 1988.
9. Hotchkiss JH. Food-packaging interactions influencing quality and safety. Journal of Food Additives and Contaminants. 1997;14(6-7):601-607.
10. Ranau R, Oehlenschläger J, Steinhart H. Aluminium content in edible parts of seafood. Journal of European Food Research and Technology. 2001;212(4):431-38.
11. Siyahmoshteh M, Nasirpour A, Keramat J. Study the migration of semi-rigid Aluminum base packaging to an Iranian stew (Khorak Morgh) after thermal processing and during storage. Journal of Food Science and Technology. 2016;50(13):95-101 (in Persian).
12. Altundag H, Tuzen M. Comparison of dry, wet and microwave digestion methods for the multi element determination in some dried fruit samples by ICP-OES. Journal of Food and Chemical Toxicology. 2011;49(11):2800-807.
13. Vela M, Toma R, Reiboldt W, Pierri A. Detection

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]

of Aluminum residue in fresh and stored canned beer. Journal of Food Chemistry. 2003;62(1):15-28.
14. FAO. Council Directive 85/572/EEC laying down the list of simulants to be used for testing migration of constituents of plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Rome: Food and Agriculture Organization; 1985.
15. Ahvenainen R. Novel Food Packaging Techniques. Netherlands: Elsevier; 2003.
16. Arora D, Hansen A, Armagost M. Sorption of flavor compounds by low density polyethylene film. Journal of Food Science. 1991;56(5):1421-23.
17. van Willige RWG, Linssen JPH, Voragen AGJ. Influence of food matrix on absorption of flavour compounds by linear low-density polyethylene: proteins and carbohydrates. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2000;80(12): 1779-89.
18. Parkar J, Rakesh M. Leaching of elements from packaging material into canned foods marketed in India. Journal of Food Control. 2014;40(1):177-84.
19. Joshi S, Toma R, Medora N, O'Connor K. Detection of aluminium residue in sauces packaged in aluminium pouches. Food Chemistry Journal. 2003;83(3):383-86.
20. Veríssimo MI, Gomes MTS. Aluminium migration into beverages: Are dented cans safe? Science of the Total Environment. 2008;405(1-3):385-88.
21. Chang S-S. Migration of low molecular weight components from polymers: 1. Methodology and diffusion of straight-chain octadecane in polyolefins. Journal of Polymer. 1984;25(2):209-17.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Aluminum migration from semi-rigid packaging into foods during storage

F Ahmadi[1], N Rastkari[2], P Sadighara[1], Gh Jahed Khaniki[1,*]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 23 August 2017
Revised: 16 October 2017
Accepted: 22 October 2017
Published: 12 December 2017

Key words: Aluminum, Leaching, Packaging

***Corresponding Author:**
ghjahedkh@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: Aluminum (Al) is a neurotoxic agent and this element is being associated with Alzheimer disease. The use of semi-rigid packaging has been increased in recent years. In these packages, the main layer is aluminum. The purpose of this study was to determine the Al concentration in foods packaged in semi-rigid packaging in during storage time.

Materials and Methods: Al concentration of the samples (Joje kabab, khorake morgh, khoresh gheymeh, n=36) was determined at different storage times (0, 60, 120, and 180 days after packaging). Aluminum was determined by ICP-OES after wet digestion method of the samples. A two-way analysis of variance was used to analyze the results with respect to time and food factors.

Results: The effect of storage time on Al concentration was significant $p<0.001$. The samples that were stored longer had significantly higher aluminum concentrations. The highest concentration was determined in Joje kabab (3.27 ±0.93 ppm) and lowest Al content was determined in khoresh gheymeh (1.04 ± 0.16 ppm). The results showed that Al concentration of the foods packaged in semi-rigid packaging increased significantly during storage.

Conclusion: Considering the present state of knowledge and the suggested provisional tolerable daily intake of 1 mg/kg body weight per day of according to World Health Organization, Al leaching from semi-rigid packages may add low doses of Al into the diet.

Please cite this article as: Ahmadi F, Rastkari N, Sadighara P, Jahed Khaniki Gh. Aluminum migration from semi-rigid packaging into foods during storage. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(3):421-28.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-15]