2nd National Food Safety Specialists Congress
Tehran-November 2013

۴ و ۵ آذر ماه ۱۳۹۲- تهران

ایمنی غذا و توسعه پایدار

دومین کنگره ملی پژوهشگران ایمنی غذا

گواهینامه

بدینوسیله گواهی می شود جناب آقای احمد احتیاطی

در دومین کنگره ملی پژوهشگران ایمنی غذا که در تاریخ ۴ و ۵ آذر ماه برگزار گردید حضور داشته و مقاله خود را تحت عنوان مروری بر ترکیبات ضد سلامتی و عوامل موثر بر مهاجرت در بسته بندی های

بر پایه کاغذ به صورت پوستر ارائه نموده است.

ریاست شورای سیاست گذاری و مشورتی
دکتر مجید حاجی فرجی

ریاست کمیته علمی کنگره
دکتر کیتی کریم

ریاست راهبردی
دکتر انعام شکری

دبیر کنگره
دکتر مسعود رسولی

به نام خدا

دومین کنگره ملی پژوهشگران ایمنی غذا

2nd National Food Safety Specialists Congress

Tehran-November 2013

تهران : ۴و۵ آذر ۱۳۹۲

با همکاری نهاد ریاست جمهوری اسلامی ایران

مروری بر ترکیبات ضد سلامتی و عوامل موثر بر مهاجرت در بسته بندی های بر پایه کاغذ

نویسنده مسئول: احمد احتیاطی

(دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد)

mahvid@live.com

سایرنویسندگان:

ناصر صداقت(عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد)

کد مقاله: ۱۰۸۵۹۹۵۱۳۲۴۰۲

خلاصه-بسته‌بندی نیاز ضروری برای اطمینان از حفظ ایمنی و کیفیت مواد غذایی بوده و محافظت از کالا طی تمام مراحل زنجیره تولید تا مصرف، به طور اساسی وابسته به بسته‌بندی است. در حال حاضر مواد بسته بندی کاغذ و مقوا برای بسته‌بندی طیف گسترده ای از مواد غذایی بکار می‌رود. مواد غذایی خشک به طور مستقیم با کاغذ در تماس هستند و در مورد مواد غذایی مایع نیز از بسته بندی‌های چند لایه که حداقل یک لایه کاغذ دارد استفاده می‌شود . جهت محافظت از محیط زیست، کاغذ و مقوا به مقدار زیادی از کاغذ بازیافتی تهیه می‌شود.. ایمنی از مباحث مهم در علم بسته‌بندی مواد غذایی است. ایمنی عموماً شامل پدیده ورود ترکیبات ضد سلامتی از بسته‌بندی به ماده غذایی تحت عنوان مهاجرت و در نتیجه ، تهدید سلامتی انسان است. مواد بسته بندی کاغذ و مقوا عموما از جانب مصرف کننده به واسطه اینکه منشاء طبیعی دارند ایمن تصور می‌شود، اما خطرات شیمیایی ترکیباتی که امکان مهاجرت دارند مانند افزودنی هایی که به طور آگاهانه طی تولید کاغذ استفاده می‌شود یا به طور ناخواسته ناشی از مصرف کاغذ بازیافتی در بسته بندی حضور دارد، بایستی مورد توجه قرار گیرد. با

توجه به اهمیت این مسئله و در این راستا، مقاله حاضر مروری بر معرفی ترکیبات شاخص آلودگی در مواد بسته بندی کاغذ و مقوا که ظرفیت مهاجرت به مواد غذایی را دارند می باشد. در ادامه بحث نیز عوامل موثر بر شدت و کیفیت مهاجرت ترکیبات مضر از بسته بندی به ماده غذایی بررسی شده است.

کلمات کلیدی: ایمنی، بسته بندی، کاغذ، کاغذ بازیافتی، مهاجرت.

۱- مقدمه

بسته‌بندی یک نیاز ضروری برای اطمینان کافی از حفظ ایمنی و کیفیت مواد غذایی است. امروزه بسته‌بندی در حجم زیادی از محصولات وجود دارد و محافظت از کالا طی تمام مراحل زنجیره تولید تا مصرف، به طور اساسی وابسته به بسته‌بندی است. علم بسته‌بندی مواد غذایی به طور پیوسته در حال توسعه است تا نیاز ها و مشکلات را بر طرف کند و به طور عمده این پیشرفت و توسعه را مرتبط با پیشرفت‌های نوین در عرصه مواد بسته‌بندی غذا است [۱]. گروهی مهم از مواد بسته‌بندی که از گذشته تا حال در بسته‌بندی مواد غذایی کاربرد داشته و دارد و جزء مواد بسته‌بندی پایه محسوب می‌شود، بسته بندی‌های بر پایه کاغذ یا فیبرهای سلولزی است. بسته بندی های کاغذ و مقوایی که به طور مستقیم در تماس با مواد غذایی هستند مشخص هستند. این محصولات شامل کاغذ های مورد استفاده در صنایع پخت و شیرینی، فیلتر های تصفیه، بسته های شکر، خشکبار و غلات، پوشش کره و محصولات منجمد مانند همبرگر می‌باشد. بسته بندی کاغذی به دلیل اینکه نسبت به پلاستیک ها در برابر افزایش دما مقاوم است و تغییر شکل نمی‌دهد برای بسته بندی مواد غذایی که حرارت دهی مجدد، مشابه آون های معمول یا مایکروویو، انجام می‌شود مناسب است[۲]. بخش زیادی از کاغذهایی که برای بسته‌بندی مواد غذایی بکار می‌رود به وسیله یک لایه مانع پوشش داده می‌شود که این پوشش‌ها در بسته‌بندی محصولات مایع مانند شیر و نوشیدنی‌ها کاربرد دارد. در این موارد، ماده غذایی در تماس مستقیم با کاغذ نیست و در تماس مستقیم با پلاستیک یا فویل آلومینیومی است که در لایه داخلی به عنوان مانع عمل می‌کند[۳].

ایمنی از مباحث مهم در علم بسته‌بندی مواد غذایی است. ایمنی عموماً شامل پدیده ورود ترکیبات ضد سلامتی از بسته‌بندی به ماده غذایی تحت عنوان مهاجرت و در نتیجه ، تهدید سلامتی انسان است. بسته‌بندی نباید سلامتی انسان را به مخاطره اندازد یا محصولی را که بسته‌بندی شده است معیوب سازد. مواد بسته بندی کاغذ و مقوا عموما از جانب مصرف کننده به واسطه اینکه منشاء طبیعی دارند ایمن تصور می‌شود ، اما خطرات شیمیایی ترکیباتی که امکان مهاجرت دارند مانند افزودنی هایی که به طور آگاهانه طی تولید کاغذ استفاده می‌شود یا به طور ناخواسته ناشی از مصرف کاغذ بازیافتی در بسته بندی حضور دارد، بایستی مورد توجه قرار گیرد[۳].

با وجود وسعت مطالعات در رابطه یا بحث مهاجرت از مواد پلاستیکی، مطالعات کمی در رابطه با مهاجرت از کاغذ و مقوا انجام شده است. البته در سال‌های اخیر مهاجرت ترکیبات آلوده کننده از کاغذ، مقوا و کاغذ های اصلاح شده و مواد بسته‌بندی کاغذ- پلاستیک مورد توجه قرار گرفته است [۴-۶]. همچنین مهاجرت ترکیبات از کاغذ با عبور از پوشش پلیمری به ماده غذایی، موضوعی است که علاقه‌مندی در مورد آن افزایش یافته و جنبه مهمی از ایمنی در بسته بندی های بر پایه کاغذ تلقی می‌شود[۲, ۷].

۲- ایمنی بسته بندی های بر پایه کاغذ های بازیافتی

مسئله ایمنی به ویژه در بسته بندی‌های کاغذی تهیه شده از الیاف‌های سلولزی بازیافتی بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرد. جهت محافظت از محیط زیست، کاغذ و مقوا به مقدار زیادی از کاغذ بازیافتی تهیه می‌شود. بسته بندی های تهیه شده از این نوع الیاف بیشتر در تماس با محصولات خشک مانند آرد، برنج، غلات، شکر و نمک استفاده می‌شود [۸]. کاغذهای بازیافتی همیشه حاوی انواع مختلف آلودگی مانند جوهر های چاپ، چسب‌ها، ترکیبات ضد کف، ترکیبات سفید کننده فلورسنت، ترکیبات عمل آورنده، آفت کش‌ها و سورفکتانت‌ها است. این ترکیبات ممکن است به طور آگاهانه برای بهبود کیفیت کاغذ اولیه یا طی بازیافت به فرایند اضافه شده باشد. مطالعاتی در زمینه سم شناسی و جهش زایی روی کاغذ های بازیافتی منتشر

شده است [۹-۱۰]. از آن جا که مهاجرت ترکیبات مضر از کاغذ یا مقوا به ماده غذایی پدیده ای اثبات شده است، آلودگی‌های باقی مانده در کاغذهای بازیافتی جهت بسته‌بندی می‌تواند برای سلامت عمومی یک تهدید باشد[۱۱]. استفاده از موانع کارا[۵] (پوشش‌هایی که روی کاغذ اعمال می‌شود و بین ماده غذایی و لایه کاغذ قرار می‌گیرد) روشی است که می‌تواند در بسته‌بندی به منظور محافظت ماده غذایی در برابر مهاجرت ترکیبات آلوده کننده از کاغذ های بازیافتی بکار گرفته شود. ارزیابی نمونه های بسته‌بندی مواد غذایی که تنها دارای فیبر های اصلی کاغذ بودند نشان داد که غلظت مواد شیمیایی که ظرفیت مهاجرت به مواد غذایی را دارند در مقایسه با نمونه‌هایی که از کاغذ بازیافتی تولید شده بود قابل توجه و معنی دار نیست [۹]. این مطلب نشان می‌دهد که باید توجه ویژه ای به مهاجرت ترکیبات در کاغذ بازیافتی داشت. بعضی از مطالعات اخیر در مورد کاغذ ها و مقوای بازیافتی حضور فتالات‌ها و نفتالن‌ها را نشان داده است [۸, ۱۲]. فتالات‌ها، بنزوفنون و دی ایزو پروپیل نفتالن‌ها به عنوان فراوان‌ترین آلوده کننده‌ها در طیف وسیعی از نمونه های کاغذ مورد آزمایش شناخته شده‌اند [۱۳]. همچنین ترکیب Bisphenol A از کاغذ های بازیافتی استخراج شده است [۹, ۱۴]. حضور ترکیبات ضد سلامتی در مقواها این نیاز را به وجود آورده است که مقدار این ترکیبات در کاغذ و مهاجرت این ترکیبات به مواد غذایی مورد نظارت قرار گیرد.. ازاکی و همکاران [۱۵] ترکیبات شیمیایی مضر در ۲۸ نمونه کاغذ اولیه و کاغذ بازیافتی را استخراج و میزان کشندگی این ترکیبات را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد ۷۵ درصد کاغذ های بازیافتی محتوی کتون میکلر، ۶۷ درصد محتوی 4,4'-bis dimethylamino benzophenone ، ۳۳ درصد محتوی 4-(dimethylamino)benzophenone و ۶۷ درصد محتوی Bisphenol A است، اگرچه ترکیب اخیر در کاغذ های اولیه نیز شناسایی شد ولی غلظت آن نسبت به کاغذ های بازیافتی ده برابر کمتر بود.

۳- ترکیبات مهاجر از مواد بسته‌بندی کاغذ و مقوا

در بحث مهاجرت از بسته بندی های کاغذ و مقوا، ترکیبات آلوده کننده ای که نگرانی در مورد خطرات سلامتی آن‌ها وجود دارد شامل فلزات سنگین، ترکیبات رنگ زا، آمین‌های آروماتیک اولیه[۶] ، هیدروکربن‌های پلی آروماتیک[۷]، فتالات‌ها، بنزوفنون[۸] ها (و بخشی از مشتقات آن) و Bisphenol A می‌باشد. بعضی از این ترکیبات تنها در الیاف بازیافتی شناسایی شده است و ظرفیت بالایی در مهاجرت به مواد غذایی دارند. Bisphenol A ترکیبی است که سبب فعالیت های استروژن در بدن انسان شده و به میزان زیادی از فاضلاب کارخانجات بازیافت کاغذ شناسایی شده است [۱۵]. بیشتر ترکیبات مهاجر که در کاغذ و مقوا شناسایی شده است در اصل مربوط به جوهر چاپ و چسب مورد استفاده در تولید بسته‌بندی نهایی است. سطحی که چاپ روی آن انجام می‌شود عموماً در تماس با ماده غذایی نیست اما مهاجرت ترکیبات مضر به مواد غذایی ممکن است در غیاب یک مانع مناسب بین ماده غذایی و سطح چاپی صورت گیرد. همچنین ممکن است جوهر چاپ به واسطه بازیافت کاغذ در تماس با ماده غذایی قرار گیرد. خطرات آلودگی مواد غذایی از ترکیبات جوهر چاپ مرتبط با دو ساز و کار است. انتقال از مواد بسته‌بندی و پدیده Set-Off به این معنی که اجزای جوهر چاپ از سطح چاپ شده به سطح دیگر، طی فرایند تولید، ذخیره سازی و استفاده و در تماس با ماده غذایی است منتقل می‌شود [۳]. منبع دیگر آلودگی، افزودنی‌ها است که در طی فرایند های تبدیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، یا افزودنی‌هایی که به طور اختصاصی برای ساخت کاغذ بکار می‌روند. برای مثال؛ ترکیبات دی ایزوپروپیل نفتالن[۹]ها به طور وسیعی در صنعت کاغذ برای تولید کاغذ های کپی بدون کربن کاربرد دارد. در ادامه گروه های مهم ترکیبات مهاجر در بسته بندی های بر پایه کاغذ بررسی می‌شود.

۳-۱- دی اکسین ها

---

۶ -Primary aromatic amines

۷ -Polyaromatic Hydrocarbons

۸ -Benzophenone

۹ -Diisopropylnaphthalen

دی اکسین نام کلی است که تعداد زیادی از ترکیبات polychlorinated dibenzo-p-dioxin و polychlorinated dibenzofuran را شامل می‌شود. این ترکیبات در ساخت بسته‌بندی کاغذی استفاده می‌گردد. اکثریت مطالعات نشان می‌دهد که دی اکسین ها ترکیباتی به شدت سمی هستند و سمی‌ترین ایزومر آن 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin است [۱۶]

۳-۲- بنزوفنون ها

بنزوفنون‌ها اساسا به عنوان چاشنی نوری در جوهرها و لاک‌هایی است که تحت فرایند پرتو فرابنفش قرار می‌گیرد. علاوه بر این بنزوفنون می‌تواند به خوبی به عنوان عامل مرطوب کننده برای رنگدانه بکار رود و سرعت جریان رنگ در دستگاه و محیط را بهبود بخشد. عموماً پنج تا ده درصد چاشنی نوری در جوهرها لحاظ می‌گردد [۱۷]. از آن جا که مقدار چاشنی کمی طی فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرد بنزوفنون از مواد چاپ جداسازی نمی‌گردد، و در نتیجه این مواد می‌توانند به واسطه ساختار متخلخل کارتن مهاجرت کنند. علاوه بر این، هنگامی که کارتن از کاغذ های بازیافتی دارای مواد چاپی ساخته شود، این ترکیبات در بسته‌بندی حضور خواهد داشت. غیر از بنزوفنون، ۴- متوکسی بنزوفنون[۱۰] نیز ممکن است در فرایند بسته‌بندی مورد استفاده قرار گیرد. مطالعات در مورد سمیت این ترکیب نشان می‌دهد که این ماده می‌تواند سرطان زا باشد زیرا به شدت روی هورمون‌ها تاثیر گذار است و روی ژن‌ها تاثیر منفی دارد [۱۸]. ترکیبی به نام کتون میکلر[۱۱] با نام علمی 4,4'-bis dimethylamino benzophenone مشکوک به سرطان زایی است. غلظت این ترکیبات که در بسته‌بندی‌های کاغذ و مقوا یافت شده است پایین بوده و مهاجرت این ترکیبات به مواد غذایی قابل تشخیص نیست، احتمالا غلظت کتون میکلر موجود در نمونه های بسته‌بندی مورد بررسی در حدی نیست که موجب تهدید سلامتی انسان گردد.

[۱۰] -4-methoxybenzophenone

[۱۱] Michler's ketone-

۳- نیتروزآمین ها

نیتروزآمین‌ها مواد سرطان زایی هستند که عموماً در محیط و غذا یافت می‌شوند و تشکیل این ترکیبات ممکن است در بدن انسان نیز صورت گیرد. نیتروزآمین‌ها در تعداد زیادی از غذاها و نوشیدنی‌ها یافت شده است. آمین‌های جذب شده در بدن می‌توانند منجر به تشکیل نیتروزآمین ها شود. یکی از منابع بالقوه آلودگی این ترکیب، طیف گسترده ای از مواد بسته‌بندی در تماس با غذا مانند کاغذها و بسته بندی‌های پوشش داده شده است. در این مواد، نرمال نیتروزمورفولین[۱۲] و مورفولین[۱۳] عوامل آلودگی هستند و به ماده غذایی در تماس با بسته‌بندی منتقل می‌گردند [۱۹].

۳-۴- روغن های معدنی

روغن های معدنی عموما به دو دسته روغن های معدنی هیدروکربن اشباع شده و روغن های معدنی هیدروکربن آروماتیک تقسیم بندی می‌شود . منبع اصلی این ترکیبات جوهر چاپی روزنامه است [۲۰]. به دلیل احتمال سرطان زا بودن، مقدار این ترکیبات در غذای انسان محدودیت قانونی دارد. موسسه فدرال ارزیابی ریسک در آلمان بیان کرده است روغن های معدنی بین ۱۰ تا ۱۶ کربنه فاقد روغن های آروماتیک، در بدن انسان تجمع نمی‌کند ولی حد ۱۲ میلی‌گرم برای هر فرد در روز تعیین شده است [۲۱]. اِوندر و همکاران [۲۲] بهترین روش برای جلوگیری از مهاجرت روغن های معدنی از کاغذ بازیافتی به مواد غذایی را استفاده از لایه پوششی یا مانع کارا می‌دانند و نتایج تحقیقات نشان داد پلی اتیلن ترفتالات جهت یافته با ۱۲ میکرومتر ضخامت و پلی آمید جهت یافته با ۱۵ میکرومتر ضخامت موانع موثری در برابر مهاجرت روغن های معدنی از کاغذ بازیافتی است. دیما و همکاران [۲۰] مهاجرت روغن های معدنی از ظروف یکبار مصرف را بررسی و با حد مجاز استاندارد اروپا مقایسه کردند. بر اساس این تحقیق در این ظروف بایستی از لایه پوشش برای کنترل مهاجرت استفاده کرد.

---

[۱۲] N-nitrosomorpholine-

[۱۳] -Morpholine

۵- فتالات ها

فتالات ها ترکیبات آلی هستند که به طور گسترده ای در طبیعت پخش شده است. زیرا این ترکیبات به عنوان پلاستیک کننده در فراورده های مختلفی مانند پلاستیک ها، جوهر ها، لاک ها و چسب ها کاربرد دارد، در نتیجه این ترکیبات در کاغذ های بازیافتی حضور دارد. بعضی از فتالات ها مانند di-2-ethylhexyl phthalate و dibutyl phthalate و diisobutyl phthalate برای فرایند تولید مثل سمی هستند و بنابراین در معرض این ترکیبات بودن نگران کننده است. مهاجرت فتالات ها از کاغذ های بازیافتی توسط محققین مختلف بررسی شده است [۹, ۲۳-۲۵]. چندین موسسه صنعتی تعهد کرده اند که از diisobutyl phthalate در تولید و فراوری کاغذ و مقوا استفاده نکنند [۱۹].

۳-۶- کلروفنول ها و کلرو آنیزول

کلروفنول ها به طور صنعتی برای تولید ترکیبات حد واسط ضد قارچی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها بکار می‌رود. آلودگی به کلروفنول ها و کلروآنیزول ها منجر به ایجاد لکه و بوی بد در غذا می‌گردد. این مواد ممکن است از بسته‌بندی حاوی کاغذ به غذا مهاجرت کنند [۱۹].

۴- عوامل موثر بر مهاجرت از کاغذ و مقوا

مهاجرت تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار دارد که بر شدت و سرعت آن تاثیر گذار است. مهم‌ترین این عوامل در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحقیقات مختلفی در بررسی اثر هم‌زمان چند عامل در مهاجرت ترکیبات از کاغذ به مواد غذایی انجام شده که به مواردی از این مطالعات اشاره می‌گردد.

۴-۱- طبیعت ماده غذایی

بیشتر مطالعات انجام شده درباره تاثیر طبیعت ماده غذایی روی بر هم کنش ماده غذایی و مواد بسته‌بندی، توانایی آن در حل کردن مواد قابل مهاجرت است. برای مثال نشان داده شده است که مواد غذایی که دارای مقدار زیادی چربی هستند مهاجرت بیشتری نیز در آن رخ داده است [۸]. بایدرمن [۲۱] اظهار داشت که تخلخل ماده غذایی نسبت به چربی عامل موثرتری بر مهاجرت است. برای مثال مشاهده شد مهاجرت روغن های معدنی هیدروکربن اشباع شده به آرد جو به طور واضحی بالاتر از بیسکویت های پرچرب بود. محققان دیگر نیز اثر تخلخل را بر افزایش شدت مهاجرت، معنی دار ارزیابی کردند [۱۲].

۴-۲- طبیعت مواد بسته‌بندی

مکانیسم انتقال جرم از مواد بر پایه فیبر کاغذ با آنچه در مورد پلاستیک ها اتفاق می افتد، متفاوت است. کاغذ و مقوا ناهمگن، دارای ساختاری باز و متخلخل است که شامل فیبر های سلولزی و هوا می باشد [۳]. ویژگی‌های طراحی فیزیکی بسته‌بندی تاثیر قابل توجهی روی شدت و مقدار مهاجرت دارد. برای مثال ثابت شده است که ضخامت به طور معنی داری روی شدت مهاجرت تاثیر گذار است و بسته بندی‌های نازک‌تر دارای شدت مهاجرت بالاتری هستند [۲۶]. تخلخل، مقدار فیبر سلولزی و منشاء کاغذ (فیبر اولیه یا بازیافتی بودن) از دیگر عوامل موثر بر شدت مهاجرت است[۳].

۴-۳- خصوصیات ماده مهاجر

ویژگی‌های ماده مهاجر دارای اثر معنی دار بر مهاجرت است. جیکلاس و همکاران [۲۷] بیان کردند موادی که به میزان زیادی فرار هستند، شدت و سرعت مهاجرت بالاتری را نشان می‌دهند. در صورتی که فراریت یک ماده کمتر از حد آستانه باشد در آن صورت در دمای محیط از بسته بندی ثانویه به ماده غذایی منتقل نخواهد شد. علاوه بر این، اجزای با وزن مولکولی بالاتر سطح مهاجرت کمتری در مقایسه با مواد با وزن مولکولی پایین دارد [۲۸]. تریانتا فیلو و همکاران [۲۹] ثابت کردند که ساختار ماده مهاجر بر شدت مهاجرت تاثیر گذار است. به طور ویژه اگر از دیدگاه مولکولی مهاجرت بررسی شود، این مسئله

شد [۲, ۱۲].

۴-۴- شرایط تماس بین ماده غذایی و بسته‌بندی

مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد شدت مهاجرت وابسته به نوع خاص تماس بین ماده غذایی و بسته‌بندی (تماس مستقیم و غیر مستقیم) است. هنگامی که تماس از نوع مستقیم باشد مهاجرت به طور معنی داری افزایش پیدا می‌کند. مطالعاتی در زمینه مهاجرت ترکیبات در شرایطی که بین ماده غذایی و مقوا تماس مستقیم باشد یا توسط یک لایه هوا جدا شده باشد توسط بوکانچی و همکاران [۱۲] انجام شد. این محققان مشاهده کردند که ترکیبات دی ایزوپروپیل نفتالن از کاغذ بسته‌بندی در هر دو حالت منتقل شده است. آلودگی در سطح تماس بین دو جزء و در فاز گاز منتقل می‌شود که در نهایت سبب آلودگی ماده غذایی شده است.

۴-۵- وجود لایه پوششی

وجود لایه پوششی روی کاغذ بر شدت مهاجرت از کاغذ و مقوا موثر است. شدت مهاجرت از لایه پوششی به عواملی مانند ضخامت لایه پوششی و حلالیت مواد مهاجر در لایه پوششی و در دمای معین بستگی دارد [۳۰]. کاغذهایی که با استفاده از اتیلن وینیل استات پوشش داده شده است و به عنوان بسته‌بندی اولیه ماده غذایی بکار برود مانعی برای مهاجرت مواد آلوده کننده مانند benzophenone و 2,4,6-trichloroanisole از بسته‌بندی ثانویه به ماده غذایی نخواهد بود[۲۷]. فیلم‌های پلی

معنی داری در مورد ترکیب غیر قطبی آنتراسن[۱۶] و متیل استئارات از روکش PE مشاهده نشد [۷, ۳۱]. همچنین نتایج یک تحقیق نشان می دهد که پلی‌پروپیلن مانع موثری در برابر انتشار این ترکیبات نیست ولی فیلم های چند لایه PP/EVOH/PP[۱۷] یا PET/SiOx/PE[۱۸] به میزان قابل توجهی از انتشار بنزوفنون ها جلوگیری می‌کند [۳۲]. لایه پوششی پلی اتیلن در آزمایش مهاجرت ترکیبات روغن های معدنی، فعال کننده‌های نوری و فتالات ها از کاغذ بازیافتی، هرچند سه برابر بیشتر از ماده غذایی روغن های معدنی را طی نگهداری جذب کرد، ممانعت کمی نشان داد در حالی که پلی پروپیلن جهت یافته به میزان زیادی از مهاجرت جلوگیری کرد؛ به طوری که پس از ۹ ماه نگهداری، ۳ درصد مهاجرت هیدروکربن‌های اشباع کاغذ به ماده غذایی رخ داد. همچنین مشاهده شد که پلی اتیلن ترفتالات مانع محکمی در برابر مهاجرت ترکیبات مضر از کاغذ است [۲۱].

۴-۶- زمان و دما

---

[۱۴] -Dimethylphthalate

[۱۵] -Pentachlorophenol

[۱۶] -Anthracene

[۱۷] -Polypropylene/Ethylene Vinyl Alcohol/ Polypropylene

[۱۸] -Polyethylenetherephtalate/Silic Oxide/Polyethylene

به نام خدا

دومین کنگره ملی پژوهشگران ایمنی غذا

2nd National Food Safety Specialists Congress

Tehran-November 2013

تهران : ۴و۵ آذر ۱۳۹۲

با همکاری نهاد ریاست جمهوری اسلامی ایران

ایمنی بسته بندی و به عبارت دیگر عدم تاثیر منفی بسته بندی روی ماده غذایی بسته بندی شده از مباحث مهم در صنعت بسته بندی بوده و مواد بسته بندی کاغذ و مقوا نیز در این مبحث باید مورد توجه قرار گیرد به ویژه استفاده از کاغذ های بازیافتی به عنوان ماده پایه بسته بندی بایستی از جنبه ایمنی و مهاجرت ترکیبات ضد سلامتی مورد توجه جدی قرار گیرد. استفاده از ترکیبات مختلف همچون مواد چاپ، چسب ها، افزودنی های ساخت کاغذ و مقوا منابع اصلی آلودگی در بسته های برپایه کاغذ هستند. بر همین اساس در سال های اخیر تحقیقات در این زمینه افزایش یافته و دستگاه های دولتی نیز به دنبال ایجاد قوانین و استاندارد های جدید در این حوزه هستند. ایمنی در بسته بندی های کاغذ در محدوده تعیین ترکیبات مضر و غلظت آن، ظرفیت مهاجرت این ترکیبات به مواد غذایی و اثر شرایط محیطی بر آن، کنترل مهاجرت از طریق لایه های پوششی و بررسی اثر کفایت این پوشش ها در جلوگیری از مهاجرت دارای ظرفیت مطالعه و بررسی زیادی از جانب تولید کنندگان مواد بسته بندی و محصولات غذایی و مراکز تحقیقاتی است و نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه به منظور افزایش ایمنی مصرف کنندگان وجود دارد.

منابع

1) Brody, A.L., et al., Innovative food packaging solutions. Journal of Food Science, 2008. 73(8): p. R107-R116.
2) Song, Y.S., et al., Effectiveness of polypropylene film as a barrier to migration from recycled paperboard packaging to fatty and high-moisture food. Food Additives & Contaminants, 2003. 20(9): p. 875-883.
3) Poças, M.d.F., et al., Modelling migration from paper into a food simulant. Food Control, 2011. 22(2): p. 303-312.
4) Wang, Z.-W., X.-L. Huang, and C.-Y. Hu, A systematic study on the stability of UV ink photoinitiators in food simulants using GC. Packaging Technology and Science, 2009. 22(3): p. 151-159.
5) Biedermann, M., et al., Migration of Mineral Oil into Noodles from Recycled Fibres in the Paperboard Box and the Corrugated Board Transport Box as well as from Printing Inks: A Case Study. Packaging Technology and Science, 2011. 24(5): p. 281-290.
6) Pace, G.V. and T.G. Hartman, Migration studies of 3-chloro-1,2-propanediol (3-MCPD) in polyethylene extrusion-coated paperboard food packaging. Food Additives & Contaminants: Part A, 2010. 27(6): p. 884-891.
7) Choi, J.O., et al., Migration of surrogate contaminants in paper and paperboard into water through polyethylene coating layer. Food Additives & Contaminants, 2002. 19(12): p. 1200-1206.
8) Triantafyllou, V., K. Akrida-Demertzi, and P. Demertzis, A study on the migration of organic pollutants from recycled paperboard packaging materials to solid food matrices. Food Chemistry, 2007. 101(4): p. 1759-1768.
9) Binderup, M.L., et al., Toxicity testing and chemical analyses of recycled fibre-based paper for food contact. Food Additives & Contaminants, 2002. 19(sup1): p. 13-28.
10) Ozaki, A., et al., Safety assessment of paper and board food packaging: Chemical analysis and genotoxicity of possible contaminants in packaging. Food Additives & Contaminants, 2005. 22(10): p. 1053-1060.
11) Richter, T., T. Gude, and T. Simat, Migration of novel offset printing inks from cardboard packaging into food. Food Additives & Contaminants: Part A, 2009. 26(12): p. 1574-1580.
12) Boccacci Mariani, M., E. Chiacchierini, and C. Gesumundo, Potential migration of Diisopropyl naphthalenes from recycled paperboard packaging into dry foods. Food Additives & Contaminants, 1999. 16(5): p. 207-213.

13) Summerfield, W. and I. Cooper, Investigation of migration from paper and board into food-development of methods for rapid testing. Food Additives & Contaminants, 2001. 18(1): p. 77-88.
14) Vinggaard, A.M., et al., Identification and Quantification of Estrogenic Compounds in Recycled and Virgin Paper for Household Use As Determined by an in Vitro Yeast Estrogen Screen and Chemical Analysis. Chemical Research in Toxicology, 2000. 13(12): p. 1214-1222.
15) Ozaki, A., et al., Chemical analysis and genotoxicological safety assessment of paper and paperboard used for food packaging. Food and Chemical Toxicology, 2004. 42(8): p. 1323-1337.
16) Ackermann, P.W., et al., Status of the PCDD and PCDF contamination of commercial milk caused by milk cartons. Chemosphere, 2006. 63(4): p. 670-675.
17) Anderson, W.A.C. and L. Castle, Benzophenone in cartonboard packaging materials and the factors that influence its migration into food. Food Additives & Contaminants, 2003. 20(6): p. 607-618.
18) Muncke, J., Exposure to endocrine disrupting compounds via the food chain: Is packaging a relevant source? Science of The Total Environment, 2009. 407(16): p. 4549-4559.
19) Arvanitoyannis, I. and K. Kotsanopoulos, Migration Phenomenon in Food Packaging. Food–Package Interactions, Mechanisms, Types of Migrants, Testing and Relative Legislation—A Review. Food and Bioprocess Technology, 2013: p. 1-16.
20) Dima, G., A. Verzera, and K. Grob, Migration of mineral oil from party plates of recycled paperboard into foods: 1. Is recycled paperboard fit for the purpose? 2. Adequate testing procedure. Food Additives & Contaminants: Part A, 2011. 28(11): p. 1619-1628.
21) Biedermann, M., et al., Migration of mineral oil, photoinitiators and plasticisers from recycled paperboard into dry foods: a study under controlled conditions. Food Additives & Contaminants: Part A, 2013. 30(5): p. 885-898.
22) Ewender, J., R. Franz, and F. Welle, Permeation of Mineral Oil Components from Cardboard Packaging Materials through Polymer Films. Packaging Technology and Science, 2012: p. n/a-n/a.
23) Aurela, B., H. Kulmala, and L. Soderhjelm, Phthalates in paper and board packaging and their migration into Tenax and sugar. Food Additives & Contaminants, 1999. 16(12): p. 571-577.
24) Bononi, M. and F. Tateo, Identification of diisobutyl phthalate (DIBP) suspected as possible contaminant in recycled cellulose for take-away pizza boxes. Packaging Technology and Science, 2009. 22(1): p. 53-58.
25) Gärtner, S., et al., Analysis and Migration of Phthalates in Infant Food Packed in Recycled Paperboard. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009. 57(22): p. 10675-10681.

26) Nerín, C., E. Contín, and E. Asensio, Kinetic migration studies using Porapak as solid-food simulant to assess the safety of paper and board as food-packaging materials. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2007. 387(6): p. 2283-2288.
27) Jickells, S.M., et al., Migration of contaminants by gas phase transfer from carton board and corrugated board box secondary packaging into foods. Food Additives & Contaminants, 2005. 22(8): p. 768-782.
28) Zülch, A. and O. Piringer, Measurement and modelling of migration from paper and board into foodstuffs and dry food simulants. Food Additives & Contaminants: Part A, 2010. 27(9): p. 1306-1324.
29) Triantafyllou, V.I., K. Akrida-Demertzi, and P.G. Demertzis, Determination of partition behavior of organic surrogates between paperboard packaging materials and air. Journal of Chromatography A, 2005. 1077(1): p. 74-79.
30) Choi, J.O.K., et al., Migration of styrene monomer, dimers and trimers from polystyrene to food simulants. Food Additives & Contaminants, 2005. 22(7): p. 693-699.
31) Johns, S.M., et al., Studies on functional barriers to migration. 3. Migration of benzophenone and model ink components from cartonboard to food during frozen storage and microwave heating. Packaging Technology and Science, 2000. 13(3): p. 99-104.
32) Pastorelli, S., et al., Study of the migration of benzophenone from printed paperboard packages to cakes through different plastic films. European Food Research and Technology, 2008. 227(6): p. 1585-1590.
33) Poças, M.d.F. and T. Hogg, Exposure assessment of chemicals from packaging materials in foods: a review. Trends in Food Science & Technology, 2007. 18(4): p. 219-230.