

What is required to establish an efficient functional barrier ?

Using recycled fibres is often considered a sustainable and environment friendly approach. But, recycled paperboard does not satisfy the basic safety requirements for food packaging. Most of the time it contains too much mineral oil [Biedermann & Grob 2010; Gaudreault et al. 2013]. Moreover, several other chemical substances that were not conceived for food contact could be identified. Photoinitiators easily migrate into the packed food. They are used in the formulation of UV-cured inks with the objective of shortening the drying time; they are not involved in the polymerization process though and, therefore, rapidly liberated from the packaging material. Numerous photoinitiators have been detected in food that was packaged in paper and board [Van Den Hauwe et al. 2014, 2016]. In 2009 benzophenone and 4-methylbenzophenone caused Europe-wide concern after Germany had reported they were found in breakfast cereals. EFSA [2009] concluded that for adults the estimated exposure to the chemicals in contaminated cereals was unlikely to be a health hazard but that this could not be ruled out for children. Recycled paperboard was also found to release unacceptable amounts of diisobutyl phthalate [Brauer & Funke 2008]; its main sources are adhesives used in the paper and board packaging objects. And, moreover, Fiselier et al. [2010] detected di(2-ethyl-hexyl) maleate (DEHM) in multifold printed cardboard boxes used for food packaging. Although insufficient toxicological data were available, it was simply assumed that DEHM would be efficiently hydrolysed to innocuous products.

Using sophisticated comprehensive chromatographic techniques, Biedermann & Grob [2013] identified >250 substances likely to be of sufficient volatility for migration into dry food. Such high numbers make any safety assurance of recycled paperboard for food packaging unrealistic [Biedermann-Brem et al. 2016]. There are far too many migrating substances! Furthermore, a comparison of recycled paperboard samples from different manufacturers showed substantial variation in concentrations as well as in numbers of migrants.

And, since there is virtually no control on the substances present in recycled materials, one can ever expect new substances. This is against the principals of the Commission Regulation EC No 2023/2006 on good manufacturing practice for food contact materials and objects though.

So far, the question how to assure the legally required safety of recycled paper food contact materials remains unanswered. No doubt, a barrier completely blocking migration might seem desirable. Nevertheless, for economic, and ecological reasons slightly less efficient barriers could be acceptable as well. But food contamination should be restricted to the lowest possible level. Hence, concentrations of evaluated substances should never exceed their legal limits or the limits derived by toxicological evaluation. On the other hand, the concentrations of non-evaluated substances must be kept below a threshold value.

Moreover, the packaging producers need rules on the required barrier efficiency in order to find the optimal method for manufacturing packagings that ensure maximal shelf lives of the packed (food) products. And, the customers appreciate packagings satisfying legal requirements of safety. Such specifications should either be implemented by regulation or agreed upon by stakeholders. In 2012 the Austrian Ministry of Health published e.g. the recommendation that foods packed in recycled paperboard should be protected by a functional barrier. On the other hand, the German project on a mineral oil regulation suggested the use of a functional barrier. This concerned only 1 contaminant, however, and is not conclusive for other contaminants.

The major obstacle against a legally binding regulation for barriers is the lack of agreed specifications [Biedermann-Brem et al. 2016]. These authors suggest to set a benchmark. A benchmark is more flexible than a regulation. Once accepted by producers, their customers and the authorities, it compares well to a regulation, but anyone can argue on why it does not apply or requires modifications of a given application. Moreover, benchmarks can be more easily superseded by better ones.

Measure twice, cut once. No significant decision can be made without planning and careful preparation. Not taking sufficient time to thoroughly prepare what we're doing will cost us time or money, and ruin valuable and costly material.

Are we capable of making scientifically sound decisions in the best interest to support recycling of paper and board and rule out any danger for public health? Internal bags incorporating a barrier layer are a promising solution. Biedermann-Brem et al. [2016] propose a specification and testing method. It offers the possibility to decide whether the inner bag is or is not sufficiently efficient to limit migration of evaluated and non-evaluated substances up to the level, at which there is no longer a threat to the public health. Their criterion is based on the analysis of constituents in recycled paperboard, which are sufficiently volatile to migrate into dry food at ambient temperature. With less than 1 % of the substances in recycled paperboard migrating, the concentrations of non-evaluated migrants should not exceed the threshold value of 0.01 mg kg⁻¹ in food and the concentrations of evaluated substances should remain below the limits applicable to them.

We have quite a variety of polymers with barrier efficiencies that exceed the proposed specifications at our disposal; examples are polyethylene terephthalate, polyamide, polylactate, polystyrene or cellophane. There are also weaker barrier materials, which are probably of commercial interest for at least a limited range of applications, e.g. those based on biaxially oriented polypropylene (BOPP). Well optimised BOPP may be sufficient as such for storage during up to several months. Coating with acrylate, polyvinylidene chloride or polyvinyl alcohol may extend the storage period to beyond a year.

Biedermann-Brem et al. [2016] set a benchmark for the specification of barrier efficiency of internal bags in packaging of recycled paperboard, a threshold value for recycled paperboard. Their aim was to make the use of recycled paperboard for food packaging safe and acceptable with regard to all impurities. Manufacturers should consider this a useful tool for the optimization of their product in terms of performance and cost.

The Belgian Packaging Institute (IBE-BVI) participates in the VIS-Traject “OPTIBARRIER”, cofinanced by IWT (Agency for Innovation by Science and Technology). This research project focuses on three parts: barriers to gases, barriers to light and functional barriers. In this last part IBE-BVI provides her expertise regarding migration analysis.

More information about this project: <http://www.pack4food.be/en/project/optibarrier>

References

Biedermann & Grob [2010]. Is recycled newspaper suitable for food contact materials? Technical grade mineral oils from printing inks, *European Food Research and Technology* 230,785 – 796

Biedermann & Grob [2013]. Assurance of safety of recycled paperboard for food packaging through comprehensive analysis of potential migrants is unrealistic. *Journal of Chromatogr A* 1293, 107 – 119

Biedermann-Brem et al. [2016]. Required barrier efficiency of internal bags against the migration from recycled paperboard packaging into food: a benchmark, *Food Additives and Contaminants Part A* 33, 4, 725 - 740

Brauer & Funke [2008]. Bestimmung von Kontaminanten. Papier aus recycelten Fasern und verpackte Lebensmittel, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 104, 330 – 335

EFSA [2009]. Toxicological evaluation of benzophenone, *The EFSA Journal* 1104, 1 - 30

Fiselier et al. [2010]. Migration of di(2-ethylhexyl) maleate from cardboard boxes into foods, *European Food Research and Technology* 230, 619 – 626

Gaudreault et al. [2013]. Overview of practical and theoretical aspects of mineral oil contaminants in mill process and paperboard, *15th Fundamental Research Symposium*, Cambridge, 909 – 925

Van Den Hauwe et al. [2014]. Evaluation of the migration of 15 photo-initiators from cardboard packaging into Tenax(®) using ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS), *Food Additives and Contaminants Part A* 31, 4, 767 - 775

Van Den Hauwe et al. [2016]. Migration of 17 Photoinitiators from Printing Inks and Cardboard into Packaged Food – Results of a Belgian Market Survey, *Packaging Technology and Science* 29, 2, 121 – 131

Wat is er nodig voor een efficiënte functionele barrière ?

Vezels recycleren wordt meestal beschouwd als een duurzame en milieuvriendelijke aanpak. Maar, gerecycleerd karton voldoet niet altijd aan de essentiële veiligheidsvereisten voor voedingsverpakkingen. Bijna altijd bevat het te veel minerale olie [Biedermann & Grob 2010; Gaudreault et al. 2013]. Daarenboven werden er heel wat andere chemische stoffen geïdentificeerd, die niet werden ontworpen voor contact met levensmiddelen. Fotoinitiatoren migreren gemakkelijk naar de verpakte voeding. Zij worden gebruikt in UV-inkten met de bedoeling de droogtijd in te korten; zij zijn evenwel niet betrokken bij het polymerisatieproces en daarom komen ze gemakkelijk vrij uit het verpakkingsmateriaal. Meerdere fotoinitiatoren werden aangetoond in voeding, die verpakt was in papier en karton [Van Den Hauwe et al. 2014, 2016]. In 2009 veroorzaakten benzofenon en 4-methylbenzofenon opschudding in heel Europa, toen Duitsland berichtte dat ze waren aangetoond in ontbijtgranen. EFSA [2009] concludeerde dat de blootstelling aan de chemische stoffen uit de gecontamineerde granen geen gevaar opleverde voor de gezondheid van volwassenen. Maar dit kon niet worden uitgesloten voor kinderen. Gerecycleerd papier scheen ook onaanvaardbaar hoge hoeveelheden diisobutylftalaat af te geven [Brauer & Funke 2008]. De belangrijkste bronnen hiervoor zijn de lijmen van de papieren en kartonnen verpakkingsvoorwerpen. En daar komt nog bij dat Fiselier et al. [2010] di(2-ethyl-hexyl)maleaat (DEHM) aantreffen in heel wat bedrukte, kartonnen dozen voor voedingsverpakking. Ofschoon er te weinig toxicologische gegevens beschikbaar waren, werd er eenvoudigweg van uitgegaan dat DEHM op efficiënte manier wordt gehydrolyseerd tot onschadelijke producten.

Met behulp van geavanceerde, uitgebreide chromatografische technieken identificeerden Biedermann & Grob [2013] >250 substanties met een voldoende vluchtigheid om te kunnen migreren naar droge voeding. Zulke hoge aantallen maken elke garantie op veiligheid van het gerecycleerd karton voor voedingsverpakkingen onrealistisch [Biedermann-Brem et al. 2016]. Er zijn gewoonweg veel te veel migrerende stoffen! Bovendien bracht een vergelijking van gerecycleerd karton van verschillende leveranciers substantiële variaties in de concentraties en aantallen van migrerende stoffen aan het licht.

En, vermits er vrijwel geen controle is op de substanties van gerecycleerde materialen, kan men er steeds nieuwe verwachten. Dit strookt nochtans niet met de principes van de Verordening No 2023/2006 van de Commissie betreffende goede fabricagemethoden voor materialen en voorwerpen bestemd om met levensmiddelen in contact te komen.

Tot zo ver is er geen antwoord op de vraag hoe de wettelijk verplichte veiligheid van gerecycleerd papier voor voedingscontact te garanderen. Het lijkt geen twijfel dat een barrière, die de migratie volledig afblokt, te verkiezen is. Nochtans kunnen omwille van economische, en ecologische redenen minder efficiënte barrières ook aanvaardbaar zijn. Verontreiniging van de voeding moet alleszins beperkt worden tot een zo laag mogelijk niveau. De concentraties van de

reeds geëvalueerde substanties mogen de wettelijke grenzen ervan ofwel de grenzen, die gebaseerd zijn op een toxicologische beoordeling, niet overschrijden. Anderzijds moeten niet-geëvalueerde substanties onder een bepaalde drempelwaarde gehouden worden.

Bovendien heeft de verpakingsproducent behoefte aan regels betreffende de vereiste barrière-efficiëntie om de meest geschikte methode te vinden voor de productie van verpakkingen, die een maximale levensduur van de verpakte (voedings-)producten garanderen. Daar komt bij dat de consumenten houden van verpakkingen die aan de wettelijke voorschriften voldoen. Die specificaties moeten ofwel geïmplementeerd worden bij verordening ofwel worden afgesproken door de stakeholders. In 2012 publiceerde het Oostenrijks Ministerie van Gezondheid, bijvoorbeeld, de aanbeveling om voeding verpakt in gerecycleerd karton te beschermen met een functionele barrière. En anderzijds suggereerde het Duitse project omtrent minerale olie ook het gebruik van een functionele barrière. Maar dit betrof slechts één enkele contaminant en is niet bindend voor andere contaminanten.

Het grootste bezwaar tegen een wettelijk bindende verordening is het ontbreken van afgesproken specificaties [Biedermann-Brem et al. 2016]. Deze auteurs stellen een referentiewaarde (benchmark) voor. Dat is veel soepeler dan een verordening. Eenmaal aanvaard door producenten, gebruikers en overheden is het even goed als een verordening, maar iedereen heeft de mogelijkheid te argumenteren dat het niet van toepassing kan zijn of voor bepaalde toepassingen moet verbeterd worden. Daarenboven kunnen referentiewaarden eenvoudiger worden vervangen door betere.

Bezint eer ge begint. Men kan geen beslissing nemen zonder planning en grondige voorbereiding; te weinig tijd nemen om grondig voor te bereiden wat er moet gebeuren zal tijd en geld kosten, en het zou waardevolle en dure goederen kunnen om zeep helpen.

Zijn we in staat de wetenschappelijk correcte beslissingen te nemen om enerzijdes de recyclage van papier en karton te steunen en anderzijds elk gevaar voor de volksgezondheid uit te sluiten? Inwendige zakken met een barrière-laag gebruiken is beloftevol. Biedermann-Brem et al. [2016] stellen een specificatie- en testmethode voor. Die biedt de mogelijkheid om te beslissen of de inwendige zak al dan niet voldoende efficiënt is om migratie van zowel geëvalueerde als niet-geëvalueerde substanties te beperken tot op het niveau, waarop er geen bedreiging meer is voor de volksgezondheid. Hun maatstaf is gebaseerd op een analyse van de stoffen die voldoende vluchtig zijn om te kunnen migreren naar droge voeding. Wanneer er minder dan 1 % van de stoffen van het gerecycleerd karton migreert, dient de concentratie van de niet-geëvalueerde stoffen lager te zijn dan de drempelwaarde van 0.01 mg kg^{-1} in de voeding. De migratie van de reeds eerder geëvalueerde stoffen moet onder de toepasselijke grenswaarde blijven.

We beschikken over heel wat polymeren waarvan de barrière-efficiëntie ruim hoger is dan de voorgestelde specificaties; voorbeelden zijn polyethyleentereftalaat, polyamide, polylactaat, polystyreen of cellofaan. Maar er zijn ook zwakkere barrière-materialen, die allicht commercieel interessant zijn voor een beperkt aantal toepassingen, b.v. deze met biaxiaal georiënteerd polypropyleen (BOPP). Goed geoptimaliseerd BOPP kan op zich voldoende zijn voor een

bewaring gedurende meerdere maanden. Een bijkomende afdeklag van acrylaat, polyvinylideenchloride of polyvinylalcohol kan de bewaarperiode verlengen tot meer dan een jaar.

Biedermann-Brem et al. [2016] hebben een criterium bepaald voor inwendige zakken in verpakkingen uit gerecycleerd karton, een drempelwaarde voor gerecycleerd karton als het ware. Het was hun bedoeling het gebruik van gerecycleerd karton voor voedingsverpakkingen veilig en aanvaardbaar te maken en dit voor alle onzuiverheden. Producenten kunnen dit beschouwen als een nuttig instrument voor de optimalisatie van hun producten, zowel wat performantie als wat kosten betreft.

Het Belgisch Verpakkingsinstituut (IBE-BVI) neemt deel aan het VIS-Traject “OPTIBARRIER”, gefinancierd door het IWT (Agentschap voor Innovatie door Wetenschap en Technologie). Dit onderzoeksproject richt zich op drie luiken, te weten de gasbarrières, de lichtbarrières en de functionele barrières. Het is in dit laatste luik dat IBE-BVI haar expertise ter beschikking stelt met betrekking tot de analyses van migratie.

Meer weten over dit project : <http://www.pack4food.be/project/optibarrier>

Referenties

Biedermann & Grob [2010]. Is recycled newspaper suitable for food contact materials? Technical grade mineral oils from printing inks, *European Food Research and Technology* 230,785 – 796

Biedermann & Grob [2013]. Assurance of safety of recycled paperboard for food packaging through comprehensive analysis of potential migrants is unrealistic. *Journal of Chromatogr A* 1293, 107 – 119

Biedermann-Brem et al. [2016]. Required barrier efficiency of internal bags against the migration from recycled paperboard packaging into food: a benchmark, *Food Additives and Contaminants Part A* 33, 4, 725 - 740

Brauer & Funke [2008]. Bestimmung von Kontaminanten. Papier aus recycelten Fasern und verpackte Lebensmittel, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 104, 330 – 335

EFSA [2009]. Toxicological evaluation of benzophenone, *The EFSA Journal* 1104, 1 - 30

Fiselier et al. [2010]. Migration of di(2-ethylhexyl) maleate from cardboard boxes into foods, *European Food Research and Technology* 230, 619 – 626

Gaudreault et al. [2013]. Overview of practical and theoretical aspects of mineral oil contaminants in mill process and paperboard, *15th Fundamental Research Symposium*, Cambridge, 909 – 925

Van Den Hauwe et al. [2014]. Evaluation of the migration of 15 photo-initiators from cardboard packaging into Tenax(®) using ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS), *Food Additives and Contaminants Part A* 31, 4, 767 – 775

Van Den Hauwe et al. [2016]. Migration of 17 Photoinitiators from Printing Inks and Cardboard into Packaged Food – Results of a Belgian Market Survey, *Packaging Technology and Science* 29, 2, 121 – 131

Que peut-on exiger pour une barrière fonctionnelle efficace ?

Le recyclage de fibres est généralement considéré comme une approche durable et écologique. Mais, le carton recyclé ne satisfaisait pas aux conditions de sécurité essentielles pour emballages alimentaires. Il contient presque toujours trop d'huile minérale [Biedermann & Grob 2010; Gaudreault et al. 2013]. En outre, beaucoup d'autres substances chimiques, non conçues pour entrer en contact avec les aliments, ont été identifiées. Les photoinitiateurs migrent facilement vers les aliments emballés. Ils sont utilisés dans les encres UV avec l'intention de raccourcir le temps de séchage; toutefois, ils ne sont pas impliqués dans le processus de polymérisation et, donc, facilement libérées par le matériau d'emballage. Plusieurs photoinitiateurs ont été démontrées dans des aliments, emballés dans du papier ou carton [Van Den Hauwe et al. 2014, 2016]. En 2009 le benzophénone et le 4-méthylbenzophénone ont causé une commotion dans toute l'Europe, quand l'Allemagne a affirmé les avoir trouvés dans les céréales. L'EFSA [2009] a conclu que l'exposition aux produits chimiques provenant des céréales contaminées ne posait aucun danger pour la santé des adultes. Mais cela ne saurait être exclu pour les enfants. Le papier recyclé semble également délivrer des quantités inacceptables de diisobutylphthalate [Brauer & Funke 2008]. Les principales sources pour cela sont les colles utilisées dans les emballages en papier et carton. Et en outre, Fiselier et al. [2010] ont retrouvés le di(2-éthylhexyl)maléate (DEHM) dans un grand nombre de boîtes en carton imprimé, destinées à entrer en contact avec des aliments. Comme on ne dispose que de peu de données toxicologiques, on a simplement supposé que le DEHM était hydrolysé de façon efficace en produits inoffensifs.

Grâce à des techniques chromatographiques avancées Biedermann & Grob [2013] ont identifié plus de 250 substances à volatilité suffisante pour pouvoir migrer vers les aliments secs. Toute assurance de la sécurité alimentaire du carton recyclé devient irréaliste à cause de ce nombre élevé [Biedermann-Brem et al., 2016]. Il y a tout simplement beaucoup trop de substances qui migrent! En outre, une comparaison des cartons recyclés de différents fournisseurs a révélé d'importantes variations dans le nombre et les concentrations de migrants.

Et, comme on n'a pratiquement pas de contrôle sur les substances présentes dans les matériaux recyclés, on peut toujours s'attendre à de nouvelles substances. Cependant, ceci ne correspond pas aux principes du règlement N° 2023/2006 de la Commission sur les bonnes pratiques de fabrication des matériaux et objets, destinés à entrer en contact avec les aliments.

Jusqu'à présent il n'y a pas de réponse à la question comment garantir légalement la sécurité du papier recyclé destiné au contact alimentaire. Sans nul doute une barrière, qui bloque

complètement la migration, est à préférer. Mais, pour des raisons économiques et écologiques des barrières moins efficaces sont également acceptables. La contamination des denrées doit dans tous les cas être limitée au niveau le plus bas possible. Les concentrations des substances déjà évaluées ne peuvent pas dépasser les limites légales ou les limites, dérivées d'une évaluation toxicologique. En revanche, les teneurs en substances non évaluées ne peuvent en aucun cas dépasser une certaine valeur seuil.

Par ailleurs, le fabricant d'emballages a besoin de règles relatives à l'efficacité de la barrière nécessaire afin de trouver la méthode la plus appropriée pour la production d'emballages qui garantissent une durée de vie maximale aux produits alimentaires emballés. Les consommateurs également apprécient un emballage conforme aux exigences légales. Ces spécifications doivent être mises en oeuvre par le biais d'un règlement ou convenues par les parties prenantes. En 2012, le Ministère autrichien de la santé publique a, par exemple, recommandé de protéger les aliments emballés en carton recyclé avec une barrière fonctionnelle. Et, d'autre part, le projet allemand concernant l'huile minérale a également suggéré l'utilisation d'une barrière fonctionnelle. Mais ceci ne concernait qu'un seul contaminant et n'est pas obligatoire pour les autres.

La principale objection à un règlement juridiquement contraignant est l'absence de spécifications convenues [Biedermann-Brem et al. 2016]. Ces auteurs proposent une valeur de référence. C'est bien plus souple qu'un règlement. Une fois acceptée par les producteurs, les utilisateurs et les gouvernements, elle vaut bien un règlement. Tout le monde a la possibilité d'argumenter pourquoi elle n'est pas d'application dans certain cas ou pourquoi elle doit être améliorée dans d'autres. En outre, les valeurs de référence sont faciles à remplacer par des valeurs meilleures.

Réfléchir avant d'agir. On ne peut prendre aucune décision sans faire des plans ou sans préparation minutieuse. Il faut prendre suffisamment de temps pour préparer correctement le travail à faire. Sinon ça va coûter du temps et de l'argent, et ça nous détruira du matériau précieux et cher.

Sommes-nous en mesure de prendre les décisions scientifiquement correctes pour, d'une part, appuyer le recyclage du papier et du carton et, d'autre part, exclure tout danger pour la santé publique? L'utilisation de poches intérieures avec une couche barrière est une solution prometteuse. Biedermann-Brem et al. [2016] proposent une méthode de spécification et d'essai, qui offre la possibilité de décider si le sac interne est oui ou non suffisamment efficace pour limiter la migration de substances évaluées et également de substances non évaluées jusqu'à un niveau sûr pour la santé publique. Leur critère repose sur une analyse des substances qui sont suffisamment volatiles pour pouvoir migrer vers les aliments secs. Lorsque moins de 1 % des substances du carton recyclé migre, la concentration des substances non évaluées doit être inférieure à la valeur seuil de 0.01 mg kg^{-1} dans les aliments. La migration des substances déjà évaluées ne peut pas dépasser la limite appropriée.

Nous disposons de beaucoup de polymères dont l'efficacité de la barrière est bien plus élevée que les spécifications proposées. On peut citer le téréphtalate de polyéthylène, le polyamide, le

polylactate, le polystyrène ou la cellophane. Mais il existe également des matériaux de barrière plus faibles, qui du point de vue commercial sont probablement intéressants pour un nombre limité d'applications, par exemple ceux avec le polypropylène biaxial (BOPP). Le BOPP bien optimisé peut être en tant que tel suffisant pour une conservation pendant plusieurs mois. Une couche supplémentaire d'acrylate, de chlorure de polyvinylidène ou d'alcool polyvinylique peut prolonger la durée de conservation à plus d'un an.

Biedermann-Brem et al. [2016] ont défini un critère pour des poches intérieures dans un emballage en carton recyclé, une valeur seuil pour le carton recyclé. Ils avaient l'intention de rendre l'utilisation de carton recyclé pour les emballages alimentaires sûre et acceptable et ce pour toutes les impuretés. Les producteurs peuvent considérer ceci comme un outil utile pour l'optimisation de leurs produits, aussi bien en termes de performances, qu'en termes de coûts.

L'Institut Belge de l'Emballage (IBE-BVI) participe au VIS-Trajet "OPTIBARRIER", cofinancé par l'IWT (Agence pour l'Innovation par la Science et la Technologie). Ce projet de recherche se concentre sur trois volets, à savoir les barrières au gaz, les barrières à la lumière et les barrières fonctionnelles. C'est dans ce dernier volet que l'IBE met à disposition son expertise dans le domaine de l'analyse de la migration.

En savoir plus sur le projet : <http://www.pack4food.be/en/project/optibarrier>

Références

Biedermann & Grob [2010]. Is recycled newspaper suitable for food contact materials? Technical grade mineral oils from printing inks, *European Food Research and Technology* 230,785 – 796

Biedermann & Grob [2013]. Assurance of safety of recycled paperboard for food packaging through comprehensive analysis of potential migrants is unrealistic. *Journal of Chromatogr A* 1293, 107 – 119

Biedermann-Brem et al. [2016]. Required barrier efficiency of internal bags against the migration from recycled paperboard packaging into food: a benchmark, *Food Additives and Contaminants Part A* 33, 4, 725 - 740

Brauer & Funke [2008]. Bestimmung von Kontaminanten. Papier aus recycelten Fasern und verpackte Lebensmittel, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 104, 330 – 335

EFSA [2009]. Toxicological evaluation of benzophenone, *The EFSA Journal* 1104, 1 - 30

Fiselier et al. [2010]. Migration of di(2-ethylhexyl) maleate from cardboard boxes into foods, *European Food Research and Technology* 230, 619 – 626

Gaudreault et al. [2013]. Overview of practical and theoretical aspects of mineral oil contaminants in mill process and paperboard, *15th Fundamental Research Symposium*, Cambridge, 909 – 925



Van Den Hauwe et al. [2014]. Evaluation of the migration of 15 photo-initiators from cardboard packaging into Tenax(®) using ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS), *Food Additives and Contaminants Part A* 31, 4, 767 – 775

Van Den Hauwe et al. [2016]. Migration of 17 Photoinitiators from Printing Inks and Cardboard into Packaged Food – Results of a Belgian Market Survey, *Packaging Technology and Science* 29, 2, 121 – 131