

SCI CELL

ODBORNÝ MAGAZÍN
WWW.SCICELL.ORG

2026

ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell





OBSAH TOXICKÝCH LÁTOK V OBALOVÝCH MATERIÁLOCH A ICH MOŽNÁ MIGRÁCIA DO POTRAVÍN

Publikované 5. augusta 2020

Zdroj: piaxabay.org

Zemanová Jiřina

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva

Jednou zo základných podmienok života je príjem potravy prostredníctvom kvalitných potravín. Kvalita potravín spočíva v prvom rade v samotnej technológii ich výroby a v obalovej technike, ktorá je veľmi úzko spätá s výrobou potravín.

Plastové obaly sú v súčasnosti najpoužívannejšie pri výrobe potravín. Plnia funkcie pri ochrane potravín pred fyzikálnymi, chemickými a mikrobiologickými kontaminantmi. Napriek tomu je nutné dodať, že obaly by nemali chrániť zdravie ľudí len pred týmito faktormi, ale by nás mali chrániť aj pred nimi samotnými, pretože plastové obaly obsahujú veľa látok, ktoré môžu byť toxické a teda nebezpečné pre zdravie. Nebezpečenstvo toxických látok spočíva hlavne v ovplyvňovaní imunitného a hormonálneho systému. Čo sa týka obalov z kovu a papiera, tieto sú po plastoch takisto veľmi využívané. U kovov môže dochádzať k prestupom látok, a tak môžu ovplyvňovať chuť nápojov. Papier ako obalový prostriedok predstavuje pri nevhodnom skladovaní riziko zvlhnutia a priestor pre mikrobiálnu kontamináciu skladovaných potravín. Prechádzanie látok alebo vylúhovanie sa označuje ako migrácia. Je to obojsmerný proces pri ktorom látky prechádzajú z obalu do potraviny a späť. Charakter potraviny ovplyvňuje migráciu a do potraviny prechádzajú hlavne nízkomolekulárne látky, obzvlášť zvyšky monomérov a prídavných látok. Žiadúce je aby k migrácii dochádzalo v čo najnižšej miere. Z hygienicko-toxikologického hľadiska je dôležité množstvo a charakter uvoľňujúcich sa látok z obalu do potraviny. V zásade rozlišujeme celkovú a špecifickú migráciu. Celková migrácia predstavuje prechod všetkých zložiek z obalu do potraviny a špecifická migrácia znamená prechod jednej prípadne niekoľko určitých látok do potraviny. Možným zdravotným rizikám z obalov zabráňuje vo všetkých vyspelých krajinách systém kontroly obalových materiálov, predpisy a limity týkajúce sa migrujúcich látok.

Drevo

Drevo patrí k najstarším obalovým prostriedkom, odpradáva malo široké využitie v živote človeka.

Dnes patrí k menej využívaným prostriedkom, je nahradzované inými zdrojmi. Drevo sa skladá z celulózy (40 - 50 %), hemicelulózy (20 - 30 %), lignínu (20 - 30 %) a menší podiel tvoria terpénové látky, tuky, vosky, pektíny, triesloviny, steroly, anorganické látky. Obaly z dreva nie sú vo všeobecnosti vhodné pre priamy styk s potravinou. Pokiaľ sa drevo dostatočne povrchovo neošetrí dochádza tu k vylúhovaniu látok ako sú rôzne triesloviny, živice, ktoré sa dostávajú do náplní. Ide hlavne o tukové potraviny a nápoje. Preto hlavná ochrana dreva spočíva v povrchovej úprave vylúhovaním vo vodnom roztoku uhličitanu sodného a kyseliny siričitej a takisto sa používa povrchová vrstva na báze polymérnych látok.

Na výrobu materiálov a predmetov z dreva možno používať drevo z netoxických drevín bez kazov, zvyškov kôry a výronu živíc s hladkým nepopraskaným povrchom a bez známok poškodenia škodcami a plesňami. Pokiaľ je drevo zdravé a bez kazov či plesní, tak prechod látok, ktoré sa v dreve bežne nachádzajú má vplyv hlavne na senzoryckú stránku kvality.



Drevený obalový materiál (Zdroj: [Pixabay.com](https://pixabay.com))

Papier, kartón a lepenka

Napriek tomu, že má papier všeobecne dobré mechanické vlastnosti, niektoré z nich obmedzujú jeho použitie. Patria sem: vysoká priepustnosť pre vodu a vodné pary, priepustnosť pre plyny, aromatické látky, tuky a oleje a nízka odolnosť proti vláknitým mikroskopickým hubám, ktoré môžu byť zdrojom poškodenia balenej potraviny a spôsobiť riziko konzumentovi. Podmienky pre použitie papiera a lepenky pre kontakt s potravinami sa pohybujú od krátkodobých obalov (menej ako 1 deň) pri teplotách od 5 °C do 150 °C, napr. rôzne balené sendviče, lepenkové obaly na pizzu či iné rýchle občerstvenie, po dlhodobé obaly pri teplotách -20 °C až 40 °C, napr. mrazené jedlo alebo čokoláda. Použitie papierenských výrobkov závisí takisto na type použitého papiera. Rozoznávame rôzne druhy

papiera - z fóliového materiálu: nepremastiteľný papier, imitácia nepremastiteľného papiera, sulfátový papier, sulfitový papier, vrstvené papierové materiály, baliaci papier a papierové tašky, vrecká, nápojové krabice, vlnitá lepenka atď.

S pomedzi veľkého počtu druhov papiera predstavuje najväčšie riziko papier na báze recyklovaných vlákien. Existuje tu veľké množstvo látok, ktoré tu môže migrovať, napr. polychlóvané bifenyly či polycyklické aromatické uhľovodíky, ktoré boli preukázané v potravinách. Podľa štúdie, ktorá sa zaoberala vybranými vzorkami papiera a lepenky bola nájdená práve v recyklovaných druhoch papiera širšia paleta chemických látok vrátane michlerovho ketónu - derivát benzofenónu a mnohých ďalších. Vo všeobecnosti však treba povedať, že látky, ktoré sa testom potvrdili v súvislosti s aktuálnou koncentráciou z extraktov sú príliš nízke nato aby mohli vyvolať genotoxicitu u ľudí.

Stekajúce látky prítomné v papieri, ktoré môžu penetrovať i do potravín s nízkou aktivitou vody, je to napr. sulfán pochádzajúci zo sulfátového spôsobu odbúravania lignínu alebo chlórované fenoly (2,4-dichlórfenol, 2,4,6-trichlórfenol, 2,3,4,6-tetrachlórfenol), ktoré vznikajú pri bielení papieroviny a korkových zátok.



Papierový obalový materiál (Zdroj: [Pixabay.com](https://pixabay.com))

Pokiaľ je do základných surovín pridávaný papier pochádzajúci zo zberu, existuje tu reálne nebezpečenstvo kontaminácie potravín takisto ťažkými kovmi, esterami kyseliny ftalovej, látkami zvyšujúcimi jas papiera a pod. Ak je obal z papiera vystavený vyšším teplotám, môžu v ňom vznikáť degradačné produkty celulózy reakciami neenzymatického hnednutia. Najvýznamnejším produktom tejto reakcie je 5-hydroxymetylfurán-2-karbaldehyd, ktorý môže nepriaznivo ovplyvniť arómu balenej

potraviny. K tomuto procesu môže najčastejšie dôjsť ohrievaním potraviny v obale. Podmienky migrácie všeobecne závisia na dobe kontaktu obalového materiálu s danou potravinou, na teplote a na zložení baleného obsahu. Migračné testy nie sú nutné u materiálov, ktoré sú určené na kontakt s potravinou len na krátku dobu.

Kov

Kovové obaly hrajú dôležitú úlohu v procese uchovania potravín. Konzervové potraviny sa stali dôležitou súčasťou ľudskej výživy v priebehu minulého storočia. Veľkú hodnotu majú takéto potraviny v tých častiach sveta, kde nemajú možnosti chladenia. Konzervové balenie potravín znamená bezpečné skladovanie potravín, spolu so znižovaním mikrobiálneho nebezpečenstva. Hliníkové zliatiny obsahujú prvky ako horčík, kremík, železo, mangán, meď a zinok. Niektoré z týchto prvkov sa našli v paradajkovom pretlaku, ktorý prijal kovy z plechových obalov. Hliník disponuje značnou chemickou odolnosťou, nízkou hmotnosťou a dobrou tvarovateľnosťou. Jeho nevýhodou je relatívne malá mechanická pevnosť a ekonomicky náročnejšia výroba, pri ktorej dochádza k značnej spotrebe energie. Nárast koncentrácie hliníka je významný i u nápojov skladovaných v hliníkových sudoch. Bolo skúmaných niekoľko limonád a pív, pričom limonády dosahovali oproti pivu omnoho vyššie koncentrácie hliníka. Koncentrácia v sudoch je takisto závislá od teploty skladovania, kvality vnútorného povrchu sudu a doby skladovania. Pre značné rozšírenie hliníka v prírode, nepredstavujú potraviny balené v hliníkových obaloch závažný zdroj tohto prvku, pretože v zažívacom ústrojenstve sa vstrebe asi len jedna tisícina privádzaného množstva potravou a nápojmi. Napriek tomu je hliník v záujme toxikológov. Podrobnejšie štúdie preukázali toxický vplyv vyšších koncentrácií hliníka na organizmy. U živočíchov sa jedná hlavne o vplyv na centrály nervový systém. Od roku 1976 sa venuje problematike hliníka značná pozornosť v súvislosti s výskytom Alzheimerovej choroby. Niektoré zdroje uvádzajú, že k diagnóze Alzheimerovej choroby prispievajú zvýšené koncentrácie týchto prvkov: hliník, bróm, kadmium, cézium, chlór, kremík a sodík. Dôkaz vzťahu medzi Alzheimerovou chorobou a dlhodobou intoxikáciou hliníkom je však zatiaľ len nepriamy, a preto je treba brať toto tvrdenie s určitou obozretnosťou.



Hliníkový obalový materiál (Zdroj: [Pixabay.com](https://www.pixabay.com))

Ďalším kovom využívaným k obalovaniu potravín je oceľ. Oceľový plech je najzásadnejším materiálom pre výrobu konzervových plechoviek. Výroba oceľového plechu ovplyvňuje kvalitu výsledných plechoviek, ich odolnosť voči korózii a tvarovateľnosť. Cín je dôležitým materiálom pre úpravu oceľových plechov. V minulosti sa z neho vyrábali plechovky, rôzne tuby a fólie – staniol. Dnes je cín celosvetovo v obmedzenom množstve kvôli zvyšujúcej sa cene. Ďalšou látkou, ktorú treba spomenúť je chróm používaný k pochrómovaniu plechov. Výhodou chrómovaných plechov je výborná príľnavosť lakov možnosť ich dobrého vypálenia a odolnosť proti čierneniu plechoviek vplyvom sulfánu. Plechovky z pochrómovaného plechu sa ako obal používajú pre mierne kyslé náplne, mäso, rybie konzervy a pre pivo. Z hygienického hľadiska sa sleduje toxicita chrómu. Toxický je len šesťmocný chróm, z povlakov sa však odlučuje chróm len v trojmocnej forme. Šesťmocný chróm (Cr (VI)), je spojený so zvýšením oxidačného stresu, ako aj DNA, lipidov a oxidácie bielkovín.

Plast

Plasty sa používajú vo všetkých odvetviach priemyslu. Podľa jedného časopisu je dnešná doba nazvaná „dobou plastových látok“ tak ako sa v predchádzajúcich obdobiach nazývala doba kamenná, bronzová, železná. Existuje veľa druhov plastov používaných ako obalové materiály potravín. Celofán sa vyrába z celulózy, na ktorú pôsobíme hydroxidom sodným. Celofán nie je termoplastický a dá sa bez úpravy spájať len lepením (želatína, chlorid zinočnatý, vaječný bielok). Aby celofán dosiahol určitý stupeň nepriepustnosti pre vodnú paru a aby bol zváratelný upravuje sa natieraním lakmi alebo plastmi. Polyetylén je principiálne najjednoduchší polymér nenasýteného uhľovodíka etylénu. Tvorí nespočetné množstvo druhov téglikov napr. pre jogurty, mliečne výrobky atď. Epoxidové živice sú v netvrdenom stave nepoužiteľné, po vytvrdení sa vyznačujú výbornou príľnavosťou ku kovom i ku sklu a výbornou chemickou odolnosťou. V obalovej technike sa používajú na lakovanie plechoviek. Fenolické živice vytvrdené sa vo forme lisovanej hmoty používajú ako viečka, skrutkové uzávery alebo ako laky. Plasty predstavujú najväčšie riziko ohrozenia ľudského zdravia, pretože sa tu môžu vyskytovať i nové chemikálie, ktoré nie sú dosiaľ preskúmané.



Plastový obalový materiál (Zdroj: chatelaine.com)

Ftaláty sa používajú ako zmäkčovadlá pri výrobe plastov. Viaceré štúdie preukázali citlivosť rozvíjajúceho sa mužského reprodukčného systému k niekoľkým ftalátom. Ftaláty môžu znížiť produkciu androgénov v semenníkoch. DEHP a dibutylftalát (DBP) môžu narušiť signalizáciu androgénov pri podávaní potrebnú pre rozvoj reprodukčných orgánov.

Záver

Drevo ako obalový prostriedok má dnes menšie využitie a je zväčša nahradzované inými zdrojmi ako je kov, plast a mnohé ďalšie. Drevo má isté výhody, ako napr. mechanická pevnosť, pružnosť, tlmenie vibrácií, dobré tepelno-izolačné vlastnosti atď., ale tieto výhody boli postupne potláčané nevýhodami, ktoré súvisia s nasiakavosťou dreva vodou a z toho plynúcimi zmenami, ako v objeme, tak aj v pevnosti a súdržnosti, taktiež sa môžu vytvoriť aj vhodné podmienky pre rozvoj mikroorganizmov. Aj preto využitie dreva v súčasnosti je menšie, pretože tu hrozí riziko mikrobiálnej kontaminácie, ale aj uvoľňovanie látok z dreva ako sú napr. živice. Nevýhodou je aj cena drevených obalov a už spomenutá trvanlivosť. Drevené obaly však nie sú zatracované, naopak v niektorých oblastiach ako vinohradníctvo a pri výrobe rôznych alkoholických nápojov sa stále využíva pre svoju schopnosť dodať takýmto nápojom špecifickú arómu a chuť.

Papier ako v súčasnosti veľmi využívaný obalový prostriedok má podobné nevýhody ako drevo – takisto tu hrozí riziko nasiakavosti vodou a vytvorenie podmienok pre mikroorganizmy, ale tu sa papier práve kvôli svojmu väčšiemu využitiu upravuje pridaním zmäkčovadiel, plnidiel (kaolín,

mastenec, sadrovec – zvyšujú priehľadnosť a jas papiera, ale i hladkosť povrchu a potlač), glejdiel (živicové mydlá, ktoré bránia nasiakavosti), farbív (anorganické pigmenty, napr. titanová bieloba), živice (pre zvýšenie odolnosti voči vode) a mnohými ďalšími. Takto upravený papier sa dá potom využívať na výrobu veľkého množstva obalov napr. na výrobu nápojových krabíc, kedy sa lepenka poťahuje vrstvou vosku alebo polyetylénu na vnútornej alebo i vonkajšej strane. V niektorých nápojových krabiciach môžeme nájsť aj vrstvu hliníkovej fólie. Táto vrstva je vynikajúcou bariérou voči permeantným plynom, ktoré vosk i polyetylén prepúšťa, teda prepúšťa len potrebné plyny. Ďalej môžeme spomenúť aj papierové tašky, ktoré sa používajú na balenie priamo na mieste predaja – na čerstvý chlieb, pečivo, ovocie, zeleninu.

Pri kovoch sa dá s veľkou pravdepodobnosťou povedať, že ich škodlivé účinky, ktoré sa v minulosti s niektorými kovmi spájali sa v súčasnosti darí úspešne minimalizovať, hlavne v potravinárstve. K nevýhodám patrí korózia spôsobovaná náplňami alebo vplyvom atmosférických podmienok, pričom možné ochranné opatrenia voči korózii sú lakovaním, pocínovaním. Pre potravinárske obaly sa používa predovšetkým hliník, cín, oceľ. Príprava jedla a skladovanie potravín v hliníkových obaloch môže zvýšiť obsah hliníka, predovšetkým v kyslých, slaných a alkalických potravinách. Bolo preukázané, že príprava kyslých potravín (konkrétne paradajok a rebarbory) na hliníkovej panvičke viedla k značnému zvýšeniu obsahu hliníka v pokrme, zatiaľ čo u ryže a zemiakov bolo pozorované len malé zvýšenie. Prospešné k redukcii prijímaných kovov môžu byť plechovky bez postranného spájania, z dvoch kusov alebo plechovky postranne zvarané. Najlepší na povrchovú úpravu plechoviek je cín. Aj keď podlieha len pôsobeniu silných minerálnych kyselín, rozpúšťa sa v kyseline chlorovodíkovej za prítomnosti aj malých množstiev oxidačných činidiel (H_2O_2 , HNO_3 ...). Rýchlo sa rozpúšťa takisto v silných alkalických roztokoch. Cín je za normálnych podmienok značne odolný voči korózii a zároveň prakticky zdravotne bezpečný.

S pomedzi už spomenutých najčastejšie využívaných obalových prostriedkov je v súčasnosti najpoužívanejším vo väčšine druhov priemyslov plast. Tu treba povedať, že dôvodom jeho veľkého využitia je jeho všestrannosť. Nízka cena plastov, dobrá manipulácia, spracovanie, ale aj relatívne dobré obalové vlastnosti pri skladovaní potravín sú dôvodmi jeho využívania. Dnes sa používa veľa druhov plastov, ktoré majú rôzne fyzikálno-chemické vlastnosti. Napríklad polystyrén, resp. polyvinylbenzén sa vyznačuje väčšou rozvetvenosťou molekúl, ich menšou pohyblivosťou a v dôsledku toho aj väčšou krehkosťou produktov. Jeho chemická odolnosť je veľmi dobrá, dosahuje vysoké hodnoty priepustnosti pre vodné pary a kyslík, ale nízke pre aromatické látky. Odolávajú dobre tukom a olejom. Obaly z polystyrénu sú vhodné na balenie mliečnych produktov, syrov, medu, masla, pečiva, cukrárenských výrobkov a pod. Vyrába sa vo viacerých upravených modifikáciách, z ktorých najpoužívanejšie sú húževnatý a penový polystyrén, oba na výrobu podložných misiek, penový aj ako fixačný a izolačný prostriedok do chladiarenských a mraziarenských prepravníkov a skladov. Polystyrén ako obal nie je určený na ohrievanie potravín, pretože nevydrží vyššie teploty. Nie je takisto vhodný pre balenie vysoko-tukových potravín, kvôli tendencii praskania, keď sú v kontakte s takýmito potravinami. Termosety – teplom tavitelné plasty, ale po roztavení sa nedajú taviť, sa dnes menej využívajú. V minulosti k nim patril aj bakelit používaný na výrobu telefónov, kľučiek a pod. Napriek veľkému využitiu plastov ich najväčšími rizikami je uvoľňovanie rôznych monomérených látok a rôzne experimentovanie s novými látkami pri ich výrobe. Preto je veľmi dôležité sústavné sledovanie a monitorovanie migrácie týchto látok lebo môžu predstavovať aj v budúcnosti vážne nebezpečenstvo pre spotrebiteľov.

Zoznam použitej literatúry

Abb, M., Heinrich, T., Sorkau, E., & Lorenz, W. (2009). Phthalates in house dust. *Environment International*, 35(6), 965-970.

Bornehag, C. G., Sundell, J., Weschler, C. J., Sigsgaard, T., Lundgren, B., Hasselgren, M., & Hägerhed-Engman, L. (2004). The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environmental health perspectives*, 112(14),

1393-1397.

Bornehag, C. G. (2005). Phthalates in indoor dust and their association with building characteristics, DBH-phase II. In *10th international conference on indoor air quality and climate, Beijing, China. September 4-9, 2005, Beijing, China.*

Bergh, C., Torgrip, R., Emenius, G., & Östman, C. (2011). Organophosphate and phthalate esters in air and settled dust—a multi-location indoor study. *Indoor air, 21*(1), 67-76.

Carlstedt, F., Jönsson, B. A. G., & Bornehag, C. G. (2013). PVC flooring is related to human uptake of phthalates in infants. *Indoor air, 23*(1), 32-39.

Deshpande, S. S. (2002). *Handbook of food toxicology*. CRC Press.

Dodson, R., Nishioka, M., Standley, L., Perovich, L., Brody, J., & Rudel, R. (2011). Chemical analysis of household and personal care products for endocrine disrupting compounds and other chemicals of emerging concern. *Epidemiology, 22*(1), S243-S244.

Ereifej, K. I. (1997). The levels of cadmium, iron, tin, copper, zinc, nickel, lead and manganese in the tomato paste packed in glass jars, tin cans and sterilized pouches. *Potravinarske Vedy-UZPI (Czech Republic)*.

Helmroth, I. E. (2002). *Release of additives from packaging plastics*.

Koch, H. M., Lorber, M., Christensen, K. L., Pälme, C., Koslitz, S., & Brüning, T. (2013). Identifying sources of phthalate exposure with human biomonitoring: results of a 48 h fasting study with urine collection and personal activity patterns. *International journal of hygiene and environmental health, 216*(6), 672-681.

Langer, S., Weschler, C. J., Fischer, A., Bekö, G., Toftum, J., & Clausen, G. (2010). Phthalate and PAH concentrations in dust collected from Danish homes and daycare centers. *Atmospheric Environment, 44*(19), 2294-2301.

Macleod, D. J., Sharpe, R. M., Welsh, M., Fiskens, M., Scott, H. M., Hutchison, G. R., ... & Van Den Driesche, S. (2010). Androgen action in the masculinization programming window and development of male reproductive organs. *International journal of andrology, 33*(2), 279-287.

Maradonna, F., Nozzi, V., Dalla Valle, L., Traversi, I., Gioacchini, G., Benato, F., ... & Hardiman, G. (2014). A developmental hepatotoxicity study of dietary bisphenol A in *Sparus aurata* juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 166*, 1-13.

Oldring, P. K., & Nehring, U. (2007). *Packaging materials: Metal packaging for foodstuffs*. ILSI Europe.

Ottenio, D., Escabasse, J. Y., & Podd, B. (2004). *Packaging Materials Vol. 6, Paper and Board for Food Packaging Applications: Report Prepared Under the Responsibility Fo the ILSI Europe Packaging Material Task Force*. ILSI.

Ozaki, A., Yamaguchi, Y., Fujita, T., Kuroda, K., & Endo, G. (2004). Chemical analysis and genotoxicological safety assessment of paper and paperboard used for food packaging. *Food and Chemical Toxicology, 42*(8), 1323-1337.

Rudel, R. A., Gray, J. M., Engel, C. L., Rawsthorne, T. W., Dodson, R. E., Ackerman, J. M., ... & Brody, J. G. (2011). Food packaging and bisphenol A and bis (2-ethyhexyl) phthalate exposure: findings from a dietary intervention. *Environmental health perspectives, 119*(7), 914-920.

Rudel, R. A., Dodson, R. E., Perovich, L. J., Morello-Frosch, R., Camann, D. E., Zuniga, M. M., ... & Brody, J. G. (2010). Semivolatile endocrine-disrupting compounds in paired indoor and outdoor air in two northern California communities. *Environmental science & technology, 44*(17), 6583-6590.

Shi, W., Hu, X., Zhang, F., Hu, G., Hao, Y., Zhang, X., ... & Yu, H. (2012). Occurrence of thyroid hormone activities in drinking water from eastern China: contributions of phthalate esters.

Environmental science & technology, 46(3), 1811-1818.

Swan, S. H., Main, K. M., Liu, F., Stewart, S. L., Kruse, R. L., Calafat, A. M., ... & Teague, J. L. (2005). Decrease in anogenital distance among male infants with prenatal phthalate exposure. *Environmental health perspectives*, 113(8), 1056-1061.

Tice, P. (2003). *Packaging Materials: 4. Polyethylene for Food Packaging Applications*. ILSI.

Tsopmo, A., Gao, Q., & Baakdah, M. M. (2014). Reduction of hexavalent chromium by digested oat bran proteins. *Food chemistry*, 153, 171-176.

Van den Driesche, S., Scott, H. M., MacLeod, D. J., Fisker, M., Walker, M., & Sharpe, R. M. (2011). Relative importance of prenatal and postnatal androgen action in determining growth of the penis and anogenital distance in the rat before, during and after puberty. *International journal of andrology*, 34(6pt2), e578-e586.

Von Wright, A. (2007). Safety assessment of paper and board used in food packaging. *Chemical migration and food contact materials*, 333.

Wittassek, M., Koch, H. M., Angerer, J., & Brüning, T. (2011). Assessing exposure to phthalates—the human biomonitoring approach. *Molecular nutrition & food research*, 55(1), 7-31.