

包装材料安全检测专题

木质食品接触材料中有害物质的分析

孙成, 匡华, 徐丽广, 马伟, 刘丽强, 吴晓玲, 朱建平, 胥传来

(江南大学, 无锡 214122)

摘要: **目的** 分析木质食品接触材料本身所含有的有害物质及其迁移。**方法** 根据国内外研究结果的有关资料,对木质食品接触材料中存在的重金属、胶粘剂、烟熏剂、多环芳烃、防腐杀菌剂、漂白剂及着色剂等有害化学物质的来源、毒性分析、其迁移到食品和环境中的可能性及对人体的危害作综合论述。**结果** 木质食品接触材料应用广泛,由于原料及加工过程中的有害化学物质可能迁移到食品中,容易引发食品安全问题。**结论** 食品接触材料是导致食品安全问题重要因素之一,通过研究分析木质食品接触材料本身所含有的有害物质及其迁移,为相关木材包装企业的质量控制和科研工作者提供参考。

关键词: 木质食品接触材料; 有害物质; 安全; 迁移

中图分类号: TB484.2; TS207 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)01-0001-05

Analysis of Contaminants in Wooden Food Contacting Materials

SUN Cheng, KUANG Hua, XU Li-guang, MA Wei, LIU Li-qiang,

WU Xiao-ling, ZHU Jian-ping, XU Chuan-lai

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: To study the contaminants in wooden food contacting materials and their migration into food. The main contaminants in wooden food contacting materials were reviewed in view of their origin, characteristics, toxicity, the possibility of migration into food and environment, and harmfulness to human. These chemical substances include heavy metals, adhesives, fumigants, polycyclic aromatic hydrocarbons, fungicides, bleaching agents and stains. Wooden food contacting materials are widely used, but the harmful chemicals in raw materials and generated during processing may migrate into food, easily leading to food safety issues. Food contacting materials is one of the important factors leading to food safety issues. This study provides useful reference for quality-control technicians and scientific researchers in wood packaging material industry through study and analysis of the contaminants in wooded food contacting materials and their migration.

KEY WORDS: wooden food contacting materials; contaminants; safety; migration

随着人们对身体健康和环境保护的要求越来越严格,绿色包装也越来越深入人心。木质材料是一种生物质包装材料,生态安全,具有高强重比、强抗机械损伤能力、缓冲性能好、取材来源广泛、易于运输、回收性能好等优势,一直是机电设备与工业产品不可或缺的主要运输包装容器^[1-2]。据统计数据显

示,美国作为全球最大的包装消费国,包装材料与容器消费总额超过2400亿美元,木包装消费额约占3%;日本的消费总额达到了560亿美元,木材包装消耗额占6%;德国作为西欧最大和全球第三大包装消费国,其消费总额为550亿美元,木材包装消费额约占3%^[3]。由于木质材料同时具有强吸湿性及易腐、

收稿日期: 2014-10-08

基金项目: “十二五”科技计划项目(2012AA06A303, 2012BAD29B05)

作者简介: 孙成(1990—),女,湖北应城人,江南大学硕士生,主攻食品安全检测。

通讯作者: 胥传来(1965—),男,江南大学教授、博导,主要研究方向为食品安全与检验检疫安全。

易受虫蛀等缺点,给人们和生态环境带来一些安全隐患。在木质包装材料生产过程及后续加工过程中会添加一些化学物质,如防腐剂、胶黏剂、烟熏剂、漂白剂、着色剂等,而木质材料作为食品直接接触的包装材料,这些有毒有害物质有可能会迁移到食品中,给食品安全带来威胁。为了避免由于包装材料中的有毒有害污染物迁移到食品中而引发食品安全问题,欧盟委员会、欧盟成员国及美国食品与药品监督局陆续颁布了一系列与食品接触材料与制品安全性的法令。美国农业部动植物检疫局和美国国土安全部于2006年6月29日联合宣布,从2006年7月5日起所用木质包装在进入美国前必须按照IPPC《国际植物保护公约》的ISPM 15《国际贸易中木质包装材料管理准则》进行除害处理且加施标识,不能携带木材方面的有害生物。我国参照ISPM 15的标准,于2005年制定了《出境货物木包装检疫处理管理办法》^[4-5]。欧盟关于化学品注册、评估、授权和限制管理的REACH法规,对木材及木制品中的重金属、五氯苯酚、杂酚油等做出了相应规定^[6]。我国在木质食品接触材料方面的法规很少,且检疫要求与欧美国家还有很大差距,因此对木质食品接触材料中的有毒有害物质进行分析很有必要。

木质包装材料接触食品时,其中的重金属、胶黏剂、烟熏剂、多环芳烃、防腐剂、漂白剂及着色剂等有害化学物质均可能会迁移到食品中。文中根据国内外研究结果,对上述有害化学物质的来源、毒性分析、其迁移到食品中的可能性及对人体的危害作以下论述。

1 重金属

在木制品生产过程中,铅、铬、镉、汞、砷等重金属作为稳定剂、着色剂、阻燃剂等添加到其中,这些重金属可能发生迁移,与食品接触时会对人体造成危害,因为人体无法通过正常代谢从体内排出重金属,从而导致其聚集而中毒。或者这些包装在回收和自然降解过程中,其中的重金属渗入环境,在水体、土壤中富集,会破坏生态系统,进而威胁人类安全,所以检测与限制这些重金属刻不容缓。德国Uhde等^[7]研究了不同家具中13种重金属总量的样品处理及测定方法。龙玲等^[8]用微波消解-原子吸收光谱法测定了人造板中铅、铬、镉的含量。张剑等^[9]研究了微波消解-石墨炉原子吸收法测定家具中铅的含量。李一农等^[10]采用原

子荧光光谱法测定了防腐处理后木材中砷的含量。这都为研究木质食品接触材料中的重金属含量提供了技术支持,但是目前还没有检测木质食品接触材料中重金属的相关研究报道。

2 胶粘剂

在我国木材工业中,胶粘剂应用广泛,主要用于人造板和木制品生产两大领域。目前应用最多的胶粘剂是以甲醛为原料的“三醛”胶,即脲醛树脂、酚醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂,占总木材胶粘剂产量的90%^[11]。随着人们环保意识的增强和相关法规的健全,甲醛问题已得到有效控制,但PF游离物、游离醋酸乙烯及有机挥发物(VOC)均未引起重视^[13]。EN 13986/2004,BS EN 312/2003及BS EN 636/2003等标准均规定了木制品中甲醛释放量的检测方法和限量标准。初检测类型的检测方法标准EN 717-1要求,在空气中释放量小于0.124 mg/m³(对于成形产品,初始检测也可以采用EN 120或EN 717-2检测或外部检测进行内部质量控制)。工厂质量控制的检测方法根据EN 717-2要求限量≤3.5 mg/(m²·h),烘干后或生产后3天内≤5 mg/(m²·h)。甲醛释放量的检测方法根据ENV 717-1,E1级甲醛释放限量要求小于0.124 mg/m³^[6]。由于甲醛的迁移,这些木质材料中有大量的游离态甲醛,极易被食品吸收,甲醛超标会对人体皮肤黏膜产生刺激,给环境和人体安全带来威胁^[12]。为了协调生态环境和避免食品安全问题,木材胶粘剂应积极拓展新的资源途径,积极开发绿色胶合材料,改进传统的制造工艺,提高胶粘剂性能,并且在胶粘剂设计及制造中大力推广新技术,以适应各项工农业的要求及木材工业的可持续发展。

3 烟熏剂

烟熏剂常用于木材、木制品及木质包装材料等的除害处理,我国向外出口木质材料等产品时都需在出口前进行杀虫处理,其中溴甲烷因为其具有高效、广谱、穿透性强、快速等优点,被广泛应用于熏蒸木材、木制品及木质包装材料等^[14-17]。王少彬等^[18]研究了溴甲烷熏蒸杀虫处理技术。王跃进等^[19]研究了木质包装材料对溴甲烷和硫酰氟的吸附作用,其中溴甲烷的吸附效果较好。由于溴甲烷不仅破坏臭氧层,且可经呼吸道、皮肤及消化道进入人体,干扰细胞代谢,造成人

体神经系统、肺、肾、肝及心血管系统的损伤,而且溴甲烷易挥发,极易被食品吸收,用于食品接触材料将会给人体健康带来危害,因此顾杰等^[20]研究溴甲烷在进口木材有害生物检疫处理中的减量与替代技术很有必要。

4 多环芳烃

多环芳烃(PAHs)是煤、石油、木材、烟草、有机高分子化合物等有机物在不完全燃烧时产生的挥发性碳氢化合物,是重要的环境和食品污染物。国际癌症研究中心(1976年)列出94种对实验动物致癌的化合物,其中15种属于多环芳烃。由于苯并[α]芘是第1个被发现的环境化学致癌物,而且致癌性很强,故常以苯并[α]芘作为多环芳的代表,它占全部致癌性多环芳烃的1%~20%。食品接触材料作为与食品相关联的产品,其安全卫生问题已受到广泛关注,美国环保署、德国联邦的工作用技术设备与消费品委员会等均对食品接触材料中的PAHs有强制要求。木材在后续加工过程中的涂层可能造成木质食品材料受到PAHs的污染,与食品接触后可能会发生迁移,从而造成食品污染。林直宏等^[21]采用高效液相色谱法测定了食品包装材料中的多环芳烃,其中苯并芘的最低检测限为0.1 mg/kg。李英等^[22]采用自动固相微萃取-气相色谱-质谱法测定食品接触材料中多环芳烃(PAHs)的迁移量,因为目前样品前处理比较复杂,同时检测到的多环芳烃种类有限,且其灵敏度达不到要求,所以对于木质食品接触材料中多环芳烃还需进行进一步研究。

5 防腐杀菌剂

在木材加工过程中,为了防霉防虫蛀经常会添加一些化学防腐杀菌剂,主要为氯酚类(CPs)、异噻唑啉酮类、三唑类和3-碘代-2-丙炔基甲氨酸丁酯(IPBC)等。美国环保署和欧洲理事会都对这几种氯酚类防腐剂做出了严格的要求。五氯苯酚(PCP)作为一种木材防腐剂,欧盟已经严禁使用,但我国并没有对此作出明确规定,只是制定了相关检测方法,如SNT 2145—2008。五氯苯酚在几种CPs中应用最广,且毒性最强,具有致癌、致畸及致突变等特性。由于其特殊性,关于五氯苯酚的研究很多,付善良等^[23]采用加速溶剂萃取-GC-MS法检测食品接触材料——

纸、纸板、木材和木制品中6种氯酚类物质的残留,黄惠玲、方邢有等^[24-25]利用气相色谱法测定木材及木制品中五氯酚的残留量,牛增元等^[26]采用高效液相色谱法测定木材及其制品中的酚类防腐剂,曾利等^[27]对木材中五氯苯酚进行了定量测定,这些研究均为后续研究奠定了基础。相关研究已经证实,即使在包装材料中含有五氯苯酚,五氯苯酚也不会迁移到食品中(探测极限为10 μg/kg),更不会通过包装材料进入食品而对人体造成危害^[28-30]。另外,异噻唑啉酮类杀菌剂2-(硫氰基甲基硫代)-苯并噻唑(TCMTB)也广泛应用于木材工业中,它遇到硫代物或亚硫酸盐会分解成苯并噻唑,使其杀菌效果变差且毒性较大,美国环保署及欧盟委员会基本取消了其所在农业中的应用^[31]。最近几年,在对TCMTB防腐剂的研究中,毛树禄等^[32]采用高效液相色谱检测出了木材产品中TCMTB的含量,该方法的检出限为0.41 mg/kg; Tumirah 等^[31]采用紫外-可见光谱测定木制品中TCMTB的含量,检测范围为10~90 mg/kg。关于不同防腐剂的检测,详细数据见表1。此外,杨荣静等^[33]采用液相色谱-串联质谱法、孙忠松等^[34]采用气相色谱-离子阱质谱法,分别检测其他基质中异噻唑啉酮类防腐剂,为研究木质食品接触材料中防腐剂的检测奠定了基础。虽然目前可以定量测定很多种木材防腐剂,但对于同时检测同种样品中防腐剂的种类明显不足,且前处理过程复杂,其他检测方法依然有待研究。

表1 木材中不同防腐剂检测方法的比较
Tab.1 Comparison of different detection methods for fungicides

防腐剂种类	检测基质	检测方法	检测限/(mg·kg ⁻¹)
五氯苯酚	水果装运木箱	GC/MS	0.01
	葡萄酒瓶软木塞	GC/MS	0.01
	木材	GC	0.005
	木制品(胶合板)	HPLC	0.1
TCMTB	木筷、实木板、复合板	HPLC	0.41
	木材(甘巴豆)	UV-vis	1.0

6 漂白剂

木材漂白是一个用化学药剂使实木、单板、木片和木浆颜色变浅、色调均匀、污染消除的加工过程。由于木材、造纸及人造纤维业的发展,木材漂白备受

重视,木材漂白技术层出不穷。常用的木材漂白剂有氧化型漂白剂和还原型漂白剂,前者包括过氧化物类、氯化物类,后者包括含硫化合物、草酸、抗坏血酸、硼氢化钠等。近年来,三氯甲烷和二噁英等有毒、致癌物质相继在含氯漂白废液中被检测出,此外含硫漂白剂也会带来污染和安全隐患^[35]。目前更多的研究工作是关于木材漂白的应用性研究,至今还没有木质食品接触材料中漂白剂迁移到食品的相关研究报道,并且国家在这一方面的相关法规较少,因此制定有关法规限制漂白技术的应用很有必要。

7 着色剂

木制品的颜色影响它的价值,为了提高木制品的装饰性和价值,木材着色已被广泛采用。着色剂主要分颜料和染料2种,颜料按结构可分为有机颜料和无机颜料,染料是可用于大多数溶剂和被染色塑料的有机化合物,其优点为密度小、着色力高、透明度好,但其分子结构小,着色时易发生迁移^[36]。虽然至今还没有发现重大木材着色剂的污染问题,也没有木质食品接触材料中着色剂迁移到食品的报道,但是着色剂本身存在安全隐患,需要在这一领域展示研究。

8 结语

木质食品接触材料本身所含有的有害物质及其迁移是导致食品安全问题和环境问题的重要因素之一。目前,随着人们食品安全和环保意识的增强,食品接触材料的卫生安全问题越来越受到世界各国政府和消费者的重视,国内外分别制定了越来越全、越来越严格的限量标准,但在某些领域的相关研究仍很缺乏。为解决此问题,一方面我国相关企业应熟悉木质食品接触材料本身的标准要求,加强质量安全控制,保证食品安全;另一方面研究和管理部门应加强木质食品接触材料卫生安全领域的科研及标准制定工作,不断改善检测方法,补全相关领域的空缺,逐渐与欧美国家接轨,从而保证我国木材包装企业的持续健康发展。

参考文献:

[1] 李凯夫,陈小帆,彭万喜,等.生态安全木质包装材料的发展思路[J].木材加工机械,2007,17(5):29—32.

LI Kai-fu, CHEN Xiao-fan, PENG Wan-xi, et al. Development Tendency of Ecological Security Wooden Packaging Material[J]. Wood Processing Machinery, 2007, 17(5): 29—32.

[2] 张书彬,杨明伦.我国木包装材料的现状与发展[J].中国包装工业,2002,100(10):32.

ZHANG Shu-bin, YANG Ming-lun. Status Quo and Development of Chinese Wood Package Material[J]. China Package Industry, 2002, 100(10): 32.

[3] 张方文,于文吉.木质包装材料的发展现状和前景展望[J].包装工程,2007,28(2):27—30.

ZHANG Fang-wen, YU Wen-ji. Current Status and Development of Wood-based Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(2): 27—30.

[4] STRUTT A, TURNER J A, HAACK R A, et al. Evaluating the Impacts of an International Phytosanitary Standard for Wood Packaging Material: Global and United States Trade Implications[J]. Forest Policy and Economics, 2013, 27: 54—64.

[5] 殷玉生.美国进境木质包装法规[J].中国检验检疫,2006(9):41.

YIN Yu-sheng. American Package Regulations of Imported wood[J]. China Inspection and Quarantine, 2006(9): 41.

[6] 戴金兰,尹洪雷,李小晶,等.出口欧盟竹木制品技术法规要求[J].福建轻纺,2014(8):46—50.

DAI Jin-lan, YIN Hong-lei, LI Xiao-jing, et al. Technical Regulations of Wood Products Exporting to the EU[J]. Fujian Textile, 2014(8): 46—50.

[7] UHDE E, SALTHAMMER T, MARUTZKY R, et al. Heavy Metal Content of Wooden Furniture Coatings[J]. Toxicological & Environmental Chemistry. 1996, 53(1/4): 25.

[8] 龙玲,黄安民,孟迪,等.微波消解-原子吸收光谱法测定人造板饰面材料中铅镉铬[J].光谱学与光谱分析,2012,32(9):2572—2575.

LONG Ling, HUANG An-min, MENG Di, et al. Determination of Pb, Cd and Cr in Surface Decorating Materials of Woo-based Panels by Microwave Digestion-AAS[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2012, 32(9): 2572—2575.

[9] 张剑,卢志刚,李翔,等.微波消解-石墨炉原子吸收光谱法测定家具漆涂层中的铅含量[J].涂料工业,2009,39(2):68—69.

ZHANG Jian, LU Zhi-gang, LI Xiang, et al. Determination of Pb in Furniture Surface Decorating Materials of Wood-based Panels by Microwave Digestion[J]. Paint Industry, 2009, 39(2): 68—69.

[10] 李一农,李芳荣,蓝芳,等.进口美国防腐处理针叶木包装中砷的检测及对策[J].植物检疫,2006,19(6):341—343.

LI Yi-nong, LI Fang-rong, LAN Fang, et al. Determination and Countermeasures of Arsenic in US Imports of Softwood

- Embalmed Packaging[J]. Plant Quarantine, 2006, 19 (6) : 341—343.
- [11] 庞敏,吴自成,汤正道,等. 木材胶粘剂的现状和发展趋势[J]. 新材料新装饰,2013(9):223.
- PANG Min, WU Zi-cheng, TANG Zheng-dao, et al. Status quo and Development of Wood Adhesives[J]. New Materials and Decoration, 2013(9):223.
- [12] 彭珊珊,文飞. 食品包装风险分析及其防范[J]. 包装工程, 2006,27(3):222—225.
- PENG Shan-shan, WEN Fei. Risk Analysis and Its Prevention of Food Packaging[J]. Packaging Engineering, 2006, 27 (3):222—225.
- [13] 顾继友. 我国木材工业用胶黏剂与胶接技术现状和展望[J]. 木材工业,2006,20(2):66—68.
- GU Ji-you. Technology Status and Prospects of Adhesive in Chinese Wood Industry[J]. China Wood Industry, 2006, 20 (2):66—68.
- [14] 伍艳梅,黄荣凤,吕建雄,等. 木质包装检疫除害处理技术的研究进展[J]. 木材工业,2009,23(1):34—36.
- WU Yan-mei, HUANG Rong-feng, LYU Jian-xiong, et al. Introduction to Phytosanitary Treatment Technology for Wood Packaging Materials[J]. China Wood Industry, 2009, 23 (1) : 34—36.
- [15] 熊延坤,王春林. 木质包装物的检疫问题[J]. 中国植保导刊,2005,24(11):39—41.
- XIONG Yan-kun, WANG Chun-lin. Quarantine of Wood Packaging Material[J]. China Plant Protection, 2005, 24(11) : 39—41.
- [16] 张方文,于文吉,哈密提,等. 入境木质包装材料检疫除害处理现状与分析[J]. 包装工程,2007,28(10):21—24.
- ZHANG Fang-wen, YU Wen-ji, HA Mi-ti, et al. Current Status and Analysis of the Entry Quarantine Treatments of Wood Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10):21—24.
- [17] 陈文俊,王丽萍. 入境木质包装除害处理的现状分析与展望[J]. 上海蔬菜,2013(6):76—77.
- CHEN Wen-jun, WANG Li-ping. Analysis and Prospect of Immigration and Quarantine Treatment of Wood Packaging[J]. Shanghai Vegetable, 2013(6):76—77.
- [18] 王少彬,汪文建. 溴甲烷熏蒸杀虫处理技术的改进与应用[J]. 中国检验检疫,2002(6):16.
- WANG Shao-bin, WANG Wen-jian. Improvement and Application of Methyl Bromide Fumigation Treatment Technology [J]. China Inspection and Quarantine, 2002(6):16.
- [19] 王跃进,詹国平,王新,等. 木质包装材料对溴甲烷和硫酰氟吸附的初步研究[J]. 植物检疫,2004,18(1):1—4.
- WANG Yue-jin, ZHAN Guo-ping, WANG Xin, et al. Sorption of Methyl Bromide and Sulfuryl Fluoride by Wood Packaging Material[J]. Plant Quarantine, 2004, 18(1):1—4.
- [20] 顾杰,杨光,吴建波,等. 溴甲烷在进口木材有害生物检疫处置中的减量与替代技术研究应用[J]. 应用昆虫学报, 2013,50(1):276—282.
- GU Jie, YANG Guang, WU Jian-bo, et al. Reduction and Alternative Technologies Research of Methyl Bromide in Imported Timber for Quarantine Pests Disposal[J]. Journal of Applied Entomology, 2013, 50(1):276—282.
- [21] 林直宏,袁彦华,侯镜德,等. HPLC 测定油漆中的16种多环芳烃[J]. 中国测试,2012,38(4):44—46.
- LIN Zhi-hong, YUAN Yan-hua, HOU Jing-de, et al. Determination of 16 PAHs in Paint by HPLC[J]. Chinese Test, 2012, 38(4):44—46.
- [22] 李英,李成发,白爽,等. 自动固相微萃取-气相色谱-质谱法测定食品接触材料中多环芳烃(PAHs)的迁移量[J]. 质谱学报,2014,35(4):324—329.
- LI Ying, LI Cheng-fa, BAI Shuang, et al. Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Migrated from Food Contacting Materials by Automated Solid Phase Microextraction with GC/MS[J]. Journal of Chinese Mass Spectrometry Society, 2014, 35(4):324—329.
- [23] 付善良,丁利,肖家勇,等. 加速溶剂萃取-GC-MS法检测食品接触材料——纸,纸板,木材和木制品中的6种氯酚类物质残留[J]. 包装工程,2011,32(15):48—52.
- FU Shan-liang, DING Li, XIAO Jia-yong, et al. Determination of 6 Chlorophenols in Paper, Paperboard, Wood and Wood Products Used as Food Contact Materials by Accelerated Solvent Extraction and GC/MS[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(15):48—52.
- [24] 黄惠玲,何志贵,李渺,等. 木材及木制品中残留五氯酚的气相色谱测定法[J]. 分析化学,2007,35(9):1369—1372.
- HUANG Hui-ling, HE Zhi-gui, LI Miao, et al. Determination of Residual PCP in Wood and Wood Products by Gas Chromatography[J]. Analytical Chemistry, 2007, 35 (9) : 1369—1372.
- [25] 方邢有,张文,邵秋荣,等. 进出口木产品中五氯苯酚的气相色谱测定方法[J]. 分析试验室,2008,27(12):331—332.
- FANG Xing-you, ZHANG Wen, SHAO Qiu-rong, et al. Determination of Residual PCP in Import Wood Products by Gas Chromatography[J]. Analysis Laboratory, 2008, 27 (12) : 331—332.
- [26] 牛增元,包艳,叶曦雯,等. 高效液相色谱法测定木材及其制品中的酚类防腐剂[J]. 分析试验室,2009,28(6):57—60.
- NIU Zeng-yuan, BAO Yan, YE Xi-wen, et al. Determination of Phenolic Fungicide and Its Products by HPLC[J]. Analysis

- and Technology, 2010, 35(2):255—258.
- [30] 杨映华,李祖明,华建坤,等. 石墨炉原子吸收法测定橡胶奶嘴铅含量[J]. 广州化工, 2011, 39(7):111—112.
YANG Ying-hua, LI Zu-ming, HUA Jian-kun, et al. Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry Determine Lead Content in Rubber Nipple[J]. Journal of Guangzhou Chemical Industry, 2011, 39(7):111—112.
- [31] 潘心红,谢进,于桂兰. 智能化自动测汞仪直接测定奶嘴中汞的含量[J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(3):679—680.
PAN Xin-hong, XIE Jin, YU Gui-lan. Intelligent Automatic Mercury Measurement Instrument Directly Measure Mercury Content in the Pacifier[J]. Chinese Journal of Health Inspection, 2010, 20(3):679—680.
- [32] HELLENG R., KUTSCHBACH K, SIMAT T J. Migration Behaviour of Silicone Moulds in Contact with Different Foodstuffs [J]. Food Additives and Contaminants, 2009, 27(3):396—405.
- [33] WONG J W, BEGLEY T H. Determination of Siloxanes in Silicone Products and Potential Migration to Milk, Formula and Liquid Simulants[J]. Food Additives and Contaminants, 2012, 29(8):1311—1321.
- +++++
- (上接第5页)
- Laboratory, 2009, 28(6):57—60.
- [27] 曾利,范友华,吴永辉,等. 木材中五氯苯酚的定量测定[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(5):157—159.
ZENG Li, FAN You-hua, WU Yong-hui, et al. Quantitative Determination of Pentachlorophenol in Wood[J]. Journal of Central South University of Forestry and Technology, 2010, 30(5):157—159.
- [28] 黄崇杏,王志伟,王双飞. 纸质食品包装材料中的残留污染物[J]. 包装工程, 2007, 28(7):12—15.
HUANG Chong-xing, WANG Zhi-wei, WANG Shuang-fei, et al. Residual Contaminants in Paper Food Packaging Materials [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(7):12—15.
- [29] ARVANITOYANNIS I S, BOSNEA L. Migration of Substances from Food Packaging Materials to Foods[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2004, 44(2):63—76.
- [30] BARLOW S M. Risk Assessment of Food-contact Materials: Past Experience and Future Challenges[J]. Food Additives and Contaminants, 2009, 26(12):1526—1533.
- [31] NASIR M A M, SALMIAH U, TUMIRAH K, et al. Determination of 2-thiocyanomethyl Thiobenzothiazole (TCMTB) in Treated Wood and Wood Preservative Using Ultraviolet - visible Spectrophotometer[J]. Wood Sci Technol, 2012, 46:1021—1031.
- [32] 毛树禄,黄伙水,赵黎华,等. 高效液相色谱法测定木材产品中2-(硫氰基甲基硫代)-苯并噻唑含量[J]. 理化检验:化学分册, 2013(11):1352—1354.
- [34] WAKUI C, MUTSUGA M. Migrants and Acrylonitrile from Disposable Gloves[J]. Journal of the Food Hygienics Society of Japan, 2001, 42:322—328.
- [35] MUTSUGA M, WAKUI C, KAWAMURA Y, et al. Isolation and Identification of Some Unknown Substances Indisposable Nitrile-butadiene Rubber Gloves Used for Food Handling[J]. Food Additives and Contaminants, 2002, 11(19):1097—1103.
- [36] FORREST M, HOLDING S, HOWELLS D. The Use of Two-dimensional GC-MS for the Identification and Quantification of Low Molecular Weight Compounds from High Performance Elastomers[J]. Polymer Testing, 2006(25):63—74.
- [37] FEIGENBAUM A. Safety and Quality of Food Contact Materials. Part 1: Evaluation of Analytical Strategies to Introduce Migration Testing into Good Manufacturing Practice[J]. Food Additives and Contaminants, 2002, 19(2):184—201.
- [38] GROB K. Comprehensive Analysis of Migrants from Food Packing Materials: a Challenge[J]. Food Additives and Contaminants, 2002, 19(Supp):185—191.
- +++++
- MAO Shu-lu, HUANG Huo-shui, ZHAO Li-hua, et al. Determination of 2-(Thiocyanomethylthio) Benothiazole in Wood Products by HPLC[J]. PTCA (Part: Chemical Analysis), 2013(11):1352—1354.
- [33] 杨荣静,卫碧文,于文佳,等. 液相色谱-串联质谱法检测玩具中的3种异噻唑啉酮类防腐剂[J]. 色谱, 2011, 29(6):513—516.
YANG Rong-jing, WEI Bi-wen, YU Wen-jia, et al. Determination of 3 Isothiazolinone Preservatives in Toys by LC-MS[J]. Chromatogram, 2011, 29(6):513—516.
- [34] 孙忠松,杜恒清,刘宝,等. 气相色谱-离子阱质谱法分析纸质食品包装材料中的甲基异噻唑啉酮杀菌防腐剂[J]. 分析测试学报, 2012, 31(s1):67—70.
SUN Zhong-song, DU Heng-qing, LIU Bao, et al. Determination of Methyl Isothiazolinone in Food Packaging Materials by Gas Chromatography Ion Trap Mass Spectrometry[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2012, 31(s1):67—70.
- [35] 彭万喜,朱同林,李凯夫,等. 木材漂白的研究现状与趋势[J]. 世界林业研究, 2005, 18(1):43—48.
PENG Wan-xi, ZHU Tong-lin, LI Kai-fu, et al. The Current Situation and Trends of the Research on Wood Bleaching[J]. World Forestry Research, 2005, 18(1):43—48.
- [36] 孙芳利,段新芳,冯得君. 木材染色的研究概况及发展趋势[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(3):96—98.
SUN Fang-li, DUAN Xin-fang, FENG De-jun. General Research and Tendency of Wood Dyeing[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2003, 18(3):96—98.