

我国调味品食品接触材料膳食暴露评估 基础参数市场调查研究

刘思洁*, 姜楠, 石矛, 马杰, 王慧

[吉林省疾病预防控制中心(吉林省公共卫生研究院), 长春 130062]

摘要: **目的** 建立我国调味品食品接触材料膳食暴露评估基础参数。**方法** 采用接触面积法对调味品食品接触材料进行研究, 根据调查食品接触材料的相关数据信息获得接触面积法中食品接触材料与单位质量食品的接触面积参数。**结果** 共调查分析 800 份调味品, 获取相关数据 25600 个, 食品接触材料与单位质量或单位体积食品的接触面积(S/V)最大值为 $322.67 \text{ dm}^2/\text{kg}$, 最小值为 $1.63 \text{ dm}^2/\text{kg}$ 。本次调查中调味品 S/V 有 86.9% 的数据高于 $6 \text{ dm}^2/\text{kg}$ 。**结论** 基于调味品市场调查构建的调味品食品接触材料基础参数为我国调味品食品接触材料安全性评估工作提供数据支持。

关键词: 食品接触材料; 调味品; 基础参数; 市场调查

Study on market investigation of exposure assessment basic parameters of food contact materials for condiments in China

LIU Si-Jie*, JIANG Nan, SHI Mao, MA Jie, WANG Hui

[Jilin Provincial Center for Disease Control and Prevention (Jilin Provincial Institute of Public Health), Changchun 130062, China]

ABSTRACT: Objective To establish the exposure assessment basic parameters of contact materials for condiments in China. **Methods** The contact area method was used to study the contact materials of condiments in this study. This method based on the contact area values, ratio of contact areas and unit mass, which were obtained from the investigation of the food contact materials. **Results** Through investigation and analysis, 800 kinds of condiments were obtained, and 25600 related datas were obtained, basically covering condiments of similar materials on the market. Maximum of contact area between food contact materials and food per unit mass or volume (S/V) was $322.67 \text{ dm}^2/\text{kg}$, minimum of S/V was $1.63 \text{ dm}^2/\text{kg}$. The S/V value of 86.9% was higher than $6 \text{ dm}^2/\text{kg}$. **Conclusion** The basic parameters of condiments contact materials based on the market survey can provide data support for the safety assessment of condiments contact materials in China.

KEY WORDS: food contact materials; condiments; basic parameters; market investigation

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC1603206)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China (2018YFC1603206)

*通信作者: 刘思洁, 博士, 主任技师, 主要研究方向为食品安全检测与风险评估。E-mail: 0928lsj@163.com

*Corresponding author: LIU Si-Jie, Ph.D, Chief Technician, Jilin Provincial Center for Disease Control and Prevention (Jilin Provincial Institute of Public Health), Changchun 130062, China. E-mail: 0928lsj@163.com

0 引言

食品接触材料作为食物链中的一个重要角色,世界各国都十分重视其质量安全问题,并且通过建立和完善相应的法规、制定相关的质量安全标准和开发检测技术等措施,来保障食品接触材料的质量安全,进而确保食品安全^[1-3]。GB 4806.1—2016《食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求》明确了食品接触材料及制品标准的管理范畴,首次提出了食品接触材料(food contact materials, FCM)及制品的定义:食品接触材料及制品是指在正常使用条件下,各种已经或预期可能与食品或食品添加剂接触、或其成分可能转移到食品中的材料和制品,包括食品生产、加工、包装、运输、贮存、销售和使用过程中用于食品的包装材料、容器、工具和设备,及可能直接或间接接触食品的油墨、粘合剂、润滑油等。不包括洗涤剂、消毒剂和公共输水设施。

目前,由于我国的食品接触材料风险评估的基础数据还很少,还不足以满足进行完善的系统风险评估的要求,因此,我国食品接触材料相关一些标准中的部分指标限量数据都是参照欧盟的要求及限制或借鉴欧美等发达国家的相关法规。由于每个国家人群食物消费习惯、膳食组成、食品接触材料的材质、膳食暴露风险等方面都存在着很大的不同,国外的数据并不适合我国的国情,因此我国亟需开展全面系统的调查,制定符合我国实际情况的限量指标要求,构建符合我国居民实际消费的食品接触材料数据库,建立风险评估参数,才能提高食品接触材料标准的科学性和合理性。

我国食品接触材料相关研究与管理现状相比国外发达国家起步较晚,缺乏相应基础数据,迫切需要开展相关的风险评估研究工作,首先通过开展食品接触材料产品调查和数据采集工作,构建完善的膳食暴露评估基础数据库。我国目前开展的暴露评估主要是参考欧盟传统的膳食暴露评估方法^[4-5]。这种方法的缺点是不使用食品接触材料对应接触食品的分类和我国实际食品接触材料的使用量等基础数据,不能准确评估我国的食品接触材料风险,因此需要建立适合于我国实际食品消费水平的食品接触材料膳食暴露评估方法以及所需的基础参数^[6-7]。我国现已基本完成了饮料、饮料酒、坚果籽类的食品接触材料膳食暴露评估基础参数数据库,仍需收集其他食品类别的相关参数^[8-11],来构建完整的食品接触材料膳食暴露评估基础参数数据库^[12-17]。根据对各个国家食品接触材料暴露评估方法的调查,食品接触材料暴露评估方法共分传统方法^[18]、双因子法^[19]和接触面积法^[20]3种。调味品是指在饮食、烹饪和食品加工中广泛应用的,用于改善食物的味道并具有去腥、除膻、解腻、增香、增鲜等作用的产品,能增加菜肴的色、香、味,促进食欲,有益于人体健康。调味品作为食品在人们的日常生活中消费量很大,是我们每餐饮食中必不可少的食品,其接触材料的安

全性非常值得关注,目前我国还没有关于调味品食品接触材料膳食暴露评估基础参数的调查,因此本研究拟建立调味品食品接触材料的膳食暴露评估基础参数数据库,以期为我国食品接触材料安全性评估提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究采取市场采样方法进行数据收集。市场采样针对选定的调味品,在多家大型综合超市和天猫、京东等网络电商平台进行采样,并结合考虑地域和品牌,确保采集的样品能够覆盖我国居民日常消费的主要调味品的类型。为了得到某种食品接触材料单位质量食品的接触面积,需要对相关材质、面积等方面数据进行检测,建立食品接触材料基础数据库,为此设计了相关调查表,填写与食品直接接触层材料的相关信息,内容包括某种食品的食品接触材料的面积、食品接触材料的材质类型等15种信息数据共计32个数据参数。

1.2 方法

本研究选择接触面积法对食品接触材料进行研究,接触面积法主要通过每日膳食暴露于某种食品接触材料的面积(接触面积)与迁移量相乘得到食品接触材料中某种物质的暴露量。接触面积法对食品接触材料暴露评估方法需要获得3个参数:人群食物消费量、食品接触材料与单位质量食品的接触面积和物质迁移量。本研究主要是获得食品接触材料与单位质量或单位体积食品的接触面积(S/V)。在这3个参数中,接触面积的数据是缺失的,为此我们首先是对调味品进行分类,再通过测量和计算得到相应调味品食品接触材料的接触面积和接触食品质量,二者相除得到 S/V 。使用直接测量法和3D扫描仪对样品的表面积进行测量获得食品接触材料的面积,利用红外光谱仪对食品接触材料的材质类型进行确认。

2 结果与分析

2.1 调味品分类及接触材料类型

本研究共采集了800份调味品样品,获取相关数据25600个,基本覆盖市面上不同类型材质的调味品。参照GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》和食品接触材料性质,本研究将调味品分为盐及代盐制品、鲜味剂和助鲜剂、香辛料类、复合调味料、酱及酱制品、食醋、酱油、食糖类、其他调味品共9大类,在800份调味品样品中,复合调味料占比最多,占调味品总样品份数的27.0%(216/800),其次为其他调味品和酱及酱制品,分别占26.0%(208/800)和13.6%(109/800)。调味品不同类别采样占比情况见图1。

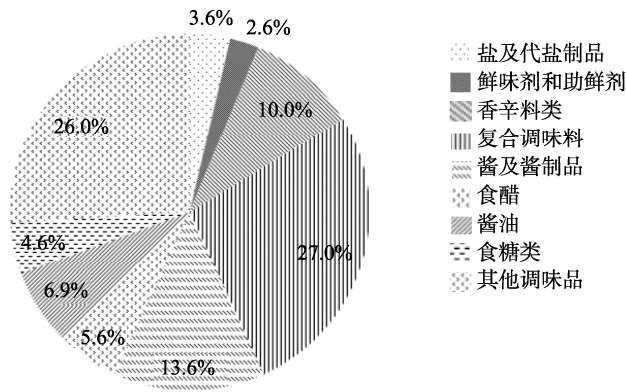


图 1 调味品不同类别采样占比情况
Fig.1 Percentage of condiments with different materials in contact with food

此次采集的样品食品接触材料以主体来统计, 主要涉及高密度聚乙烯(high density polyethylene, HDPE)、低密度聚乙烯(low density polyethylene, LDPE)、聚乙烯(polyethylene, PE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate, PET)、聚丙烯(polypropylene, PP)、聚酰胺(polyamide, PA)、玻璃、布、金属、陶瓷、纸等 11 种材质。调味品所用食品接触材料最多的为 PE 材质(49.48%), 其次为玻璃(22.47%)和 PP 材质(12.84%), 对不同类别调味品的分析发现, 酱及酱制品、酱油、其他调味品和食醋主要接触材料均为玻璃, 具体情况见图 2。

2.2 不同类型调味品、不同接触材料的 S/V 分析

大部分类别的调味品中使用 PE 材质最多, 其次是玻璃材质。按照不同类型调味品、不同接触材料进行分类,

分别计算 S/V, 计算结果详见表 1。从表 1 中可知, 不同类型调味品、不同接触材料的 S/V 差别较大。S/V 均值最小的为 LDPE 材质盛放的复合调味料, 为 4.12 dm²/kg, S/V 均值最大的为 PE 材质盛放的香辛料, S/V 为 63.56 dm²/kg。大部分类型调味料的平均 S/V 均大于 6 dm²/kg。每个调味品小类中大部分 PE 材质的 S/V 均值最大, 其次为玻璃材质。同时对各类调味品中接触材料材质 S/V 值的 P₅ 值、中位值、P₉₅ 值进行了比较分析, 结果表明盐及盐制品、鲜味剂和助鲜剂、香辛料类和食糖类别的调味品 S/V 值的 P₅ 值均大于 6 dm²/kg, 而所有类别的调味品 S/V 值的中位值均大于 6 dm²/kg, 且不同类别调味品 S/V 值的中位值差别还是较大的, 提示我们在做食品接触材料迁移量实验的时候, 结合具体的食品接触材料分类给出该评估参数是比较科学的。

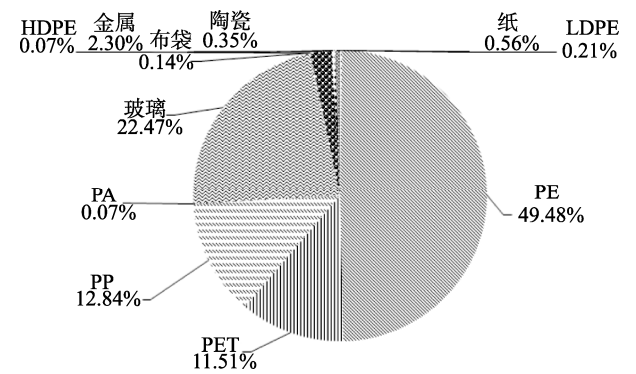


图 2 调味品所涉及的食物接触材料占比情况
Fig.2 Percentage of condiments with different materials in contact with food

表 1 不同类型调味品、不同接触材料的 S/V
Table 1 Contact surface area/volume ratio of different FCM in contact with different types of condiments

调味品类别	接触材料	样品份数	S/V(dm ² /kg)					均值
			最小值	P ₅	中位值	P ₉₅	最大值	
盐及盐制品	PE	23	7.65	7.67	11.20	18.03	21.10	11.91
	PET	1	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76
	玻璃	1	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18
	金属	3	6.23	6.34	7.34	7.61	7.64	7.07
	纸	1	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94
小计		29	4.94	6.44	10.39	17.40	21.10	10.9
鲜味剂和助鲜剂	PE	21	6.68	7.34	11.82	19.84	20.00	12.63
	PE	34	3.64	7.94	59.44	223.71	322.67	63.56
香辛料类	PET	17	4.41	4.60	33.06	55.23	66.29	27.46
	PP	1	62.28	62.28	62.28	62.28	62.28	62.28
	玻璃	28	8.19	8.19	11.08	16.82	18.38	11.74
	小计	80	3.64	7.77	16.91	105.28	322.67	37.73

表1(续)

调味品类别	接触材料	样品份数	S/V/(dm ² /kg)					均值	
			最小值	P_5	中位值	P_{95}	最大值		
复合调味料	LDPE	1	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	
	PE	110	2.50	4.53	16.34	53.14	143.04	21.71	
	PET	22	2.73	2.87	7.48	20.65	20.92	8.70	
	PP	3	6.16	6.33	7.82	7.99	8.01	7.33	
	玻璃	72	3.48	4.21	8.40	12.99	14.21	8.55	
	布袋	1	48.67	48.67	48.67	48.67	48.67	48.67	
	金属	7	6.29	6.51	10.72	14.95	16.09	10.36	
	小计	216	2.5	4.15	9.69	45.11	143.04	15.47	
	PE	25	1.82	4.23	23.52	45.27	133.60	26.05	
酱及酱制品	PET	24	1.63	2.29	5.47	8.60	13.71	5.95	
	PP	5	3.54	3.86	5.17	7.10	9.16	6.11	
	玻璃	50	5.79	6.82	9.10	12.65	13.65	9.21	
	金属	4	3.64	3.78	4.68	5.12	5.18	4.55	
	陶瓷	1	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	
	小计	109	1.63	3.58	8.59	30.34	133.60	12.04	
	LDPE	1	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	
食醋	PE	9	5.18	5.25	6.81	53.64	57.40	16.94	
	PET	7	5.22	5.43	7.88	11.29	12.63	7.96	
	玻璃	28	4.28	7.72	9.01	16.10	194.37	16.01	
	小计	45	4.28	5.19	8.89	42.03	194.37	14.69	
	PE	8	2.85	3.08	7.86	11.68	11.68	7.80	
酱油	PET	18	3.52	3.53	5.33	8.41	14.63	6.14	
	玻璃	29	3.24	6.42	8.39	13.19	13.74	8.57	
	小计	55	2.85	3.52	7.83	12.85	14.63	7.66	
食糖类	PA	1	32.87	32.87	32.87	32.87	32.87	32.87	
	PE	21	4.39	9.86	14.91	43.92	74.16	19.22	
	PET	4	7.17	7.27	8.11	12.55	13.29	9.17	
	PP	6	13.37	13.61	15.84	36.71	42.78	20.11	
	玻璃	1	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	
	纸	4	8.31	8.31	9.10	83.76	96.80	30.83	
	小计	37	4.39	6.94	14.36	49.97	96.80	19.55	
	HDPE	1	5.36	5.36	5.36	5.36	5.36	5.36	
	PE	56	3.45	4.31	17.93	31.89	216.67	21.35	
	PET	16	2.87	3.22	5.67	10.42	14.17	6.16	
其他调味品	PP	11	6.10	7.11	10.15	11.91	13.34	9.52	
	玻璃	110	5.95	6.35	9.31	15.34	23.50	9.90	
	金属	10	4.30	4.81	7.17	7.86	7.86	6.64	
	陶瓷	4	5.61	5.62	6.28	7.94	8.13	6.57	
	小计	208	2.87	5.21	9.51	25.50	216.67	12.43	
	合计	/	800	1.63	4.38	9.65	43.14	322.67	15.81

2.3 不同接触材质调味品的 S/V 分析

由于个别材质数量较少, 如布袋、纸、PA、LDPE 和 HDPE 等, 不具有统计学意义, 因此不计入统计分析。通过对不同接触材质调味品的 S/V 数据分析发现, 所有材质中 S/V 的最小值为 PET 包装的酱与酱制品, 仅为 1.63 dm²/kg, 最大值为 PE 包装的香辛料, 为 322.67 dm²/kg。S/V 均值最大的为纸, 其次为 PE 和 PP。具体结果见表 2。为了更好地与国家标准规定的 S/V 为 6 dm²/kg 进行比较, 本研究分别计算了 P₅、中位值和 P₉₅ 值。从表 2 中可见所列接触材料材质只有 P₅ 值基本小于欧盟和我国评估时所采用的 6 dm²/kg, 而均值、中位值和 P₉₅ 值都大于 6 dm²/kg, 提示我们在做风险评估时采用 6 dm²/kg 会有低估风险的可能。

2.4 调味品接触材料面积体积比 S/V 分布分析

调味品的 S/V 分布具体见图 3。本次调查中调味品 S/V 有 86.9% 的数据高于 6 dm²/kg。其中, 39.9% 介于 6~10 dm²/kg 之间, 45.9% 介于 10~100 dm²/kg 之间, 1.1% 介于 100~400 dm²/kg 之间。从图 3 中可知 S/V 分布基本呈正态

分布, 在 7~10 dm²/kg 之间的占比是最多的, 为 34%, 即所有类别的调味品的接触材料面积体积比 S/V 中三分之一都在此范围内, 同样提示我们在做风险评估时采用 6 dm²/kg 会有低估风险的可能。

表 2 不同接触材质接触面积体积比汇总(n=794)
Table 2 Contact surface area/volume ratio of different FCM (n=794)

接触材质	S/V/(dm ² /kg)					
	最小值	P ₅	中位值	P ₉₅	最大值	均值
PE	1.82	4.50	15.63	69.84	322.67	24.6
PET	1.63	3.31	7.14	36.97	66.29	10.18
PP	3.54	4.11	9.72	34.64	62.28	13.08
玻璃	3.24	6.19	9.07	13.85	194.37	10.05
金属	3.64	4.34	7.17	12.12	16.09	7.43
陶瓷	5.61	5.63	6.83	8.47	8.55	6.97
纸	4.94	5.62	8.31	79.42	96.80	25.65

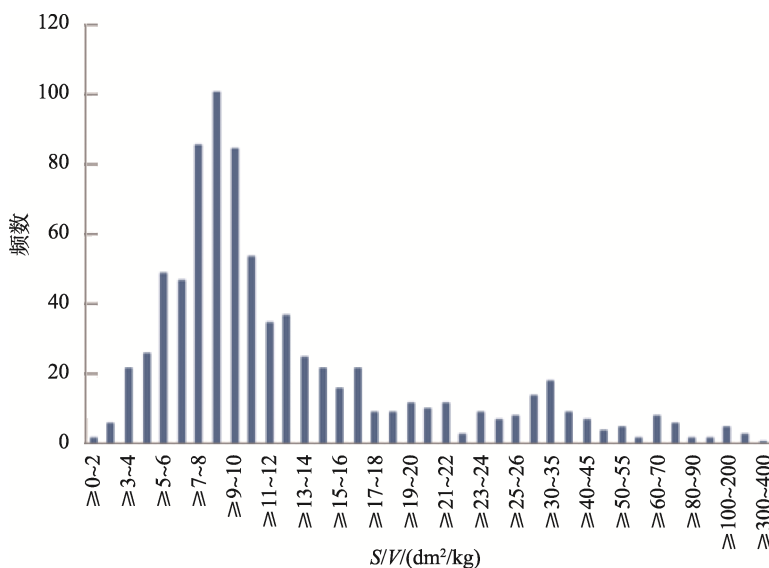


图 3 调味品 S/V 分布情况(n=800)

Fig.3 Distribution analysis on contact surface area/volume ratio of FCM in contact with condiments (n=800)

3 结论与讨论

本研究首次通过采集我国市售调味品, 对其食品接触材料的相关信息收集进行收集和材质进行检测, 在本研究采集的样品结果中, S/V 最大值是 322.67 dm²/kg, 为 PE 包装的香辛料类中某品牌香叶。S/V 最小值是 1.63 dm²/kg, 为 PET 包装的酱与酱制品中某品牌花生酱。目前 GB 31604.1—2015《食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移实验通则》中规定, 在进行迁移实验时, 当无法估算

S/V 时, 一般采用 6 dm²/kg。本次调查中有 86.9% 的 S/V 数据高于 6 dm²/kg, 其中 39.9% 介于 6~10 dm²/kg 之间, 1.1% 介于 100~400 dm²/kg 之间。以材质来说大多材质均值大于 6 dm²/kg。通过此次实际市场调查和多个食品类别的研究后发现我国市售调味品中 S/V 大部分实际数值远远大于 6 dm²/kg, 表明现行的我国规定的 S/V 估算数据 6 dm²/kg 存在低估风险的可能性, 由于不同类型调味品、不同接触材料的 S/V 差别很大, 因此建议将来对 GB 31604.1—2015 进行修订时, 可以采取分类列出该评估参数, 这样评估更具

科学性。本研究为今后食品接触材料相关的国家食品安全标准的修订提供了数据支持,为构建适合我国调味品食品接触材料食品安全风险评估模型提供了参考依据。

参考文献

- [1] 胡长鹰. 食品包装材料及其安全性研究动态[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(12): 3025-3026.
HU CY. Update on food packaging material and its safety [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(12): 3025-3026.
- [2] 陈浩, 张有林. 我国食品包装材料现状及其安全性分析[J]. 包装与食品机械, 2017, (6): 53-57.
CHEN H, ZHANG YL. The present situation and safety analysis of food packaging materials in China [J]. Pack Food Mach, 2017, (6): 53-57.
- [3] 胡雪, 张志伟, 梁建英, 等. 食品接触材料中几种有害物质限量标准和检测方法的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(13): 4158-4164.
HU X, ZHANG ZW, LIANG JY, *et al.* Research progress of limit standards and detection methods for several hazardous substances in food contact materials [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(13): 4158-4164.
- [4] 朱蕾, 樊永祥, 徐海滨, 等. 欧美和日本等国食品包装材料膳食暴露评估方法的比较分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(5): 479-484.
ZHU L, FAN YX, XU HB, *et al.* Comparison and analysis on dietary exposure assessment methods of food packaging materials in relevant countries [J]. Chin J Food Hyg, 2012, 24(5): 479-484.
- [5] EC (European Commission). Guidance of the Scientific Committee on food (SCF) for the presentation of an application for safety assessment of a substance to be used in food contact materials prior to its authorization [Z]. 2001.
- [6] 朱蕾, 樊永祥, 王竹天. 我国食品包装材料标准体系现状研究与问题分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(3): 279-283.
ZHU L, FAN YX, WANG ZT. Analyze on status and problems of the standards system of food packaging materials in China [J]. Chin J Food Hyg, 2012, 24(3): 279-283.
- [7] 商贵芹, 陈少鸿, 刘君峰. 国内外食品接触材料法规比较及于我国的借鉴[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(3): 1197-1202.
SHANG GQ, CHEN SH, LIU JF. Comparison of food contact materials regulations at home and abroad and the reference to our country [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(3): 1197-1202.
- [8] 朱蕾. 我国食品接触材料标准新体系构建[J]. 中国食品卫生杂志, 2017, 29(4): 385-392.
ZHU L. Establishment of new standard system on food contact materials in China [J]. Chin J Food Hyg, 2017, 29(4): 385-392.
- [9] 隋海霞, 刘兆平. 我国食品接触材料安全性评估体系构建[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(6): 551-557.
SUI HX, LIU ZP. Establishment of safety assessment system for food contact materials in China [J]. Chin J Food Hyg, 2018, 30(6): 551-557.
- [10] DIONISI G, OLDRING PKT. Estimates of per capita exposure to substances migrating from canned foods and beverages [J]. Food Add Cont, 2002, 19(9): 891-903.
- [11] 隋海霞, 王彝白纳, 李建文, 等. 我国饮料酒食品接触材料暴露评估参数构建研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(1): 71-74.
SUI HX, WANG YBN, LI JW, *et al.* Study on establishment of exposure assessment parameters food contact material for liquor in China [J]. Chin J Food Hyg, 2019, 31(1): 71-74.
- [12] 隋海霞, 刘兆平, 李凤琴. 不同国家和国际组织食品接触材料的风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(1): 36-40.
SUI HX, LIU ZP, LI FQ. Risk assessment on food contact materials in different countries and organizations [J]. Chin J Food Hyg, 2011, 23(1): 36-40.
- [13] 隋海霞, 商贵芹, 季玮玉, 等. 我国饮料酒接触面积/体积比数据库构建及其在风险评估中初步应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(4): 385-388.
SUI HX, SHANG GQ, JI WY, *et al.* Establishment of the contact surface area/volume ratio of food contact material in contact with liquor and its primary application in risk assessment [J]. Chin J Food Hyg, 2019, 31(4): 385-388.
- [14] 姜楠, 朱蕾, 张泓, 等. 我国坚果籽类食品接触材料膳食暴露评估基础参数市场调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2020, 32(5): 535-538.
JIANG N, ZHU L, ZHANG H, *et al.* Study on market investigation of exposure assessment basic parameters of contact materials for nut-seed food in China [J]. Chin J Food Hyg, 2020, 32(5): 535-538.
- [15] BENEVENTI E, TIETZ T, MERKEL S. Risk assessment of food contact materials [J]. EFSA J, 2020, 18(S1): e181109.
- [16] HU YJ, DU ZX, SUN XC, *et al.* Non-targeted analysis and risk assessment of non-volatile compounds in poly-amide food contact materials [J]. Food Chem, 2021, 30(345): 128625.
- [17] ASENSIO E, MONTANES L, NERIN C. Migration of volatile compounds from natural biomaterials and their safety evaluation as food contact materials [J]. Food Chem Toxicol, 2020, 142: 111457.
- [18] International Life Sciences Institute. Food consumption and packaging usage factors [R]. Brussels: ILSI, 1996: 4.
- [19] US Food and Drug Administration. Guidance for industry: Preparation of premarket submissions for food contact substances: chemistry recommendations. Washington DC [EB/OL]. [2012-03-28]. [http://www.fda.gov/Food/Guidance Compliance Regulatory Information/Guidance Documents/Food Ingredients and Packaging/ucm081818.htm](http://www.fda.gov/Food/Guidance%20Compliance/Regulatory%20Information/Guidance%20Documents/Food%20Ingredients%20and%20Packaging/ucm081818.htm) [2021-02-01].
- [20] Ralf Eisert, EU Exposure Matrix Project-Results. PIRA global food contact [R]. Frankfurt: PIRA International, 2011: 1-20.

(责任编辑: 于梦娇 张晓寒)

作者简介



刘思洁, 博士, 主任技师, 主要研究方向为食品安全检测与风险评估。
E-mail: 0928lsj@163.com