

调查研究

我国市售茶叶包装接触面积/体积比调查研究

宋东^{1,2}, 柳怡², 商贵芹³, 季玮玉³, 刘慧², 杜英林², 杨道远¹, 隋海霞¹(1. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100022; 2. 山东省疾病预防控制中心, 山东 济南 250014;
3. 南京海关危险货物与包装检测中心, 江苏 常州 213022)

摘要:目的 了解我国茶叶包装材料的使用情况, 构建不同类别茶叶不同食品接触材料的接触面积/体积比(S/V)基础数据库。方法 采集市场销售的不同包装和类型的7大类茶叶, 通过直接测量法及应用3D表面积测量仪获得413份茶叶样品的接触面积, 结合不同类别茶叶产品的质量、规格等数据信息, 计算其 S/V 。结果 茶叶的接触材料均为单一材质, 不同类别茶叶接触材料的 S/V 的平均值为 $93.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$, 范围为 $3.5\sim 595.6 \text{ dm}^2/\text{kg}$ 。99.8% (412/413)的茶叶接触材料 $S/V \geq 6.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$, 87.2% (360/413)的 S/V 介于 $6.0\sim 200.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$ 之间。结论 我国大部分市售茶叶的 S/V 大于欧盟评估时采用的 $6.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$, 利用本次调查研究获得的参数将会降低食品接触材料风险评估中的不确定性。

关键词:食品接触材料; 茶叶; 接触表面积/体积比; 暴露评估

中图分类号: R155

文献标识码: A

文章编号: 1004-8456(2022)03-0421-05

DOI: 10.13590/j.cjfh.2022.03.005

Investigation on food contact surface area to volume ratios of food contact materials of tea in ChinaSONG Jian^{1,2}, LIU Yi², SHANG Guiqin³, JI Weiyu³, LIU Hui², DU Yinglin²,
YANG Daoyuan¹, SUI Haixia¹

(1. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China;

2. Shandong Center for Disease Control and Prevention, Shandong Ji'nan 250014, China; 3. Nanjing
Customs Testing Center for Dangerous Goods and Packaging, Jiangsu Changzhou 213022, China)

Abstract: Objective To study the use of packaging materials for tea in China and establish the database of surface area to volume ratios (S/V) of different food contact materials for different types of tea. **Methods** Seven categories and 413 tea samples with different packaging forms were purchased from markets and online stores. Food contact surface area of each sample was determined by direct measurement or *via* 3D surface area measuring instruments. The S/V was calculated based on the food contact surface area and the quality or specification data of the tea products. **Results** All the contact materials for tea were made of a single material, and the mean S/V was $93.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$, ranging from 3.5 to $595.6 \text{ dm}^2/\text{kg}$. 99.8% (412/413) of the S/V was equal or higher than $6.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$, and 87.2% (360/413) was in the range of $6.0\sim 200.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$. **Conclusion** The S/V of most commercially available tea products in China was higher than $6.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$, a parameter used for risk assessment by European Food Safety Authority (EFSA). Therefore, using the S/V constructed by this investigation can decrease the uncertainty in the food contact material risk assessment.

Key words: Food contact materials; tea; surface area to volume ratios; exposure assessment

食品接触材料由于长时间或高频率与食品直接或间接接触, 其安全性日益受到社会的广泛关注。目前国际上针对食品接触材料的暴露评估, 均

基于一定的 S/V 的基本假设, 但尚没有统一的 S/V 。美国的评估方法^[1]主要假设 S/V 是 $1 \text{ in}^2/10 \text{ g}$ (in^2 为平方英寸), 约合 $6.45 \text{ dm}^2/\text{kg}$, 欧盟传统评估方法^[2]所用的基本假设是 S/V 为 $6.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$, 我国与欧盟的基本假设相同^[3]。但越来越多的研究表明^[4-6], $6.0 \text{ dm}^2/\text{kg}$ 的 S/V 难以涵盖小包装食品, 会低估暴露水平。我国正在构建食品接触材料安全性评估体系^[7-8], 其中, 计算食品接触材料中迁移物质在人体的暴露水平是食品接触材料安全性评估的重要

收稿日期: 2021-09-27

基金项目: 国家自然科学基金(32061160474)

作者简介: 宋东 女 副主任技师 研究方向为食品安全风险评估与营养 E-mail: songirlke@163.com

通信作者: 杨道远 男 助理研究员 研究方向为食品安全风险评估 E-mail: yangdaoyuan@cfsa.net.cn

步骤,而暴露评估的关键之一是构建接触面积/体积比(S/V)参数。目前我国已开展了饮料、饮料酒、坚果籽类和糖果巧克力及其制品包装 S/V 的相关研究^[9-12],在前期研究基础上,本研究为构建我国食品接触材料 S/V 数据库,进一步积累数据。

我国是全球茶叶生产和消费大国,因此,建立不同类别茶叶的食品接触材料膳食暴露评估基础参数数据库尤为重要。同时,完善 S/V 值为后续科学准确地评估食品接触材料暴露风险及制修订相关标准提供了有力的理论基础。

1 材料与方法

1.1 主要仪器

IRTracer-100 傅立叶变换红外光谱仪(日本岛津),3D 表面积测量仪(HXVTOP200BS-L,上海汇像),钢直尺(0~30 cm,中国得力),游标卡尺(0~300 mm,分辨力 0.01 mm,桂林广陆)。

1.2 方法

1.2.1 数据来源

通过企业征集和市场购买两种方式,本研究共收集 413 份茶叶样品。参照国家标准《茶叶分类》GB/T 30766—2014^[13],将我国居民消费的主要茶叶分为黑茶、红茶、白茶、黄茶、绿茶、乌龙茶和再加工茶,共 7 大类。市场采购涵盖主要网络电商平台,结合茶叶种类、种植产地、产品品牌、包装类型、网络电商平台销量等方面信息进行采集,确保收集到的产品能够覆盖上述 7 类茶叶,尽可能保证采集产品的包装类型能够反映我国市售茶叶的实际情况。

因本研究目的是构建 S/V 数据库,对于同类茶叶样品,如包装(类型、材质、规格)和接触材料相同,则按 1 份样品处理。

1.2.2 表面积测定方法

直接测量法:对于形状规则的包装,使用计量校准的钢直尺和游标卡尺等测量工具,测量获得包装的长、宽、高、直径等参数后,运用表面积计算公式计算得到接触的表面积。

3D 扫描仪测量法:对于茶叶包装中陶瓷、紫砂等具有一定厚度且形状不规则的接触材料,采用 3D 表面积测量仪进行测量。通过 3D 扫描、模型多边形化、曲面化、建立数据模型等步骤,高效准确得出最终接触材料的表面积。

1.2.3 材质确认

对于纸、金属、陶瓷和紫砂等材质特性鲜明的材质、易于判定的,采用目视法进行材质判定。对无法通过目视法进行判定的塑料材质,通过红外光谱法进行主要材质的定性分析和确认。

1.2.4 S/V 计算与分析

记录样品单个小包装的质量或体积,结合测定的表面积,计算 S/V 。

1.2.5 迁移量结果换算

迁移量计算公式(1)为:

$$M = M_1 \times \frac{S}{V} \quad (1)$$

式中: M 为某物质的特定迁移量,单位为 mg/kg ;

M_1 为食品接触材料单位食品接触面积某化学物质迁移的量,单位为 mg/dm^2 ;

S/V 为迁移试验所用的接触面积与体积之比,单位为 dm^2/kg 。

1.3 统计学分析

S/V 分布使用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。

2 结果

2.1 接触材料类型和包装形式

本研究收集的 413 份茶叶样品,对其主体的接触材料分析发现,塑料材质为茶叶包装的主体材料,占 72.6% (300/413);其次是纸包装,占比 24.9% (103/413),详见表 1。茶叶包装的实际接触内表面接触材料涉及的聚乙烯(Polyethylene, PE)、聚丙烯(Polypropylene, PP)、纸、金属、布、陶瓷和紫砂均为单一材质。

表1 包装材质形式和实际接触内表面接触材料类型($n=413$)
Table 1 Packaging form and food contact material types ($n=413$)

材质形式	接触材料	样品份数	占比/%
单一材质	PE	153	37.1
	PP	147	35.6
	纸	103	24.9
	铁	5	1.2
	铝	2	0.5
	陶瓷	1	0.2
	布	1	0.2
	紫砂	1	0.2
合计		413	100.0

2.2 不同类别茶叶的接触材料

由表 2 可见,413 份茶叶样品中,绿茶占比最多,为 127 份,占茶叶总样品份数的 30.8% (127/413);其次为红茶和黑茶,分别占 21.3% (88/413) 和 18.9% (78/413)。通过对茶叶的接触材料分析发现,所有茶叶的主要接触材料为纸、PE 和 PP。

2.3 不同类别茶叶、不同接触材料的 S/V

不同类别茶叶、不同接触材料的 S/V 范围(表 3) 为 3.5~595.6 dm^2/kg 。 S/V 均值最小的为黑茶 74.3 dm^2/kg , S/V 均值最大的为乌龙茶 129.0 dm^2/kg 。所有茶叶的 S/V 均值为 93.0 dm^2/kg , 大于 6.0 dm^2/kg 。

2.4 茶叶的不同接触材料 S/V

通过分析不同接触材料茶叶的 S/V 数据发现

表2 不同类型茶叶的接触材料(n=413)

Table 2 Food contact material types of different kinds of tea (n=413)

茶叶分类	接触材料	样品份数	占比/%
黑茶	布袋	1	0.2
	陶瓷	1	0.2
	铝	1	0.2
	纸	53	12.8
	紫砂	1	0.2
	PE	9	2.2
	PP	12	2.9
小计	78	18.9	
红茶	铝	1	0.2
	铁	2	0.5
	纸	13	3.1
	PE	43	10.4
	PP	29	7.0
	小计	88	21.3
	白茶	铁	1
纸		3	0.7
PE		8	1.9
PP		7	1.7
小计	19	4.6	
黄茶	纸	1	0.2
	PE	7	1.7
	PP	16	3.9
	小计	24	5.8
绿茶	铁	1	0.2
	纸	26	6.3
	PE	47	11.4
	PP	53	12.8
小计	127	30.8	
乌龙茶	铁罐	1	0.2
	纸	3	0.7
	PE	25	6.1
	PP	14	3.4
	小计	43	10.4
再加工茶	纸	4	1.0
	PE	14	3.4
	PP	16	3.9
	小计	34	8.2
合计		413	100.0

(表4),从各类别小计看,S/V均值最大的是纸,为130.1 dm²/kg,其次是PE、PP,分别为89.2和73.8 dm²/kg,均值最小的是布,为25.0 dm²/kg。从各类别看,S/V均值最大的是纸包装的乌龙茶,为413.1 dm²/kg,S/V均值最小的是铝包装的黑茶,为20.7 dm²/kg。

2.5 茶叶接触材料S/V分布

99.8%(412/413)的茶叶接触材料的S/V(表5和图1)大于6.0 dm²/kg,其中,45.8%(189/413)介于≥6.0~50.0 dm²/kg之间,32.0%(132/413)介于≥50.0~100.0 dm²/kg之间,9.4%(39/413)介于≥100.0~200.0 dm²/kg之间,9.0%(37/413)介于≥200.0~400.0 dm²/kg之间,6.1%(25/413)介于≥400.0~600.0 dm²/kg之间。

表3 不同类别茶叶、不同接触材料的S/V汇总(n=413)

Table 3 Summary of the S/V of different food contact materials

茶叶分类	接触材料	样品份数	S/V/(dm ² /kg)		
			最小值	均值	最大值
白茶	PE	8	30.3	91.0	179.5
	PP	7	53.9	93.1	140.4
	铁	1	50.7	50.7	50.7
	纸	3	27.5	48.9	74.1
	小计	19	27.5	83.0	179.5
黑茶	PE	9	37.1	63.8	153.1
	PP	12	27.0	98.1	332.4
	布	1	25.0	25.0	25.0
	铝	1	20.7	20.7	20.7
	陶瓷	1	26.2	26.2	26.2
	纸	53	7.5	74.2	525.0
	紫砂	1	42.9	42.9	42.9
	小计	78	7.5	74.3	525.0
红茶	PE	43	14.0	81.6	247.2
	PP	29	33.2	90.2	464.9
	铝	1	39.5	39.5	39.5
	铁	2	44.0	61.9	79.8
	纸	13	26.4	249.5	558.8
小计	88	14.0	108.3	558.8	
黄茶	PE	7	67.0	173.2	287.1
	PP	16	32.5	57.5	85.8
	纸	1	26.8	26.8	26.8
	小计	24	26.8	89.9	287.1
绿茶	PE	47	17.1	78.9	432.1
	PP	53	14.4	60.9	310.1
	铁	1	67.0	67.0	67.0
	纸	26	6.1	130.3	577.8
	小计	127	6.1	81.8	577.8
乌龙茶	PE	25	3.5	128.0	331.4
	PP	14	28.6	71.9	187.7
	铁	1	101.3	101.3	101.3
	纸	3	382.6	413.1	456.6
	小计	43	3.5	129.0	456.6
再加工茶	PE	14	23.3	50.9	231.8
	PP	16	7.8	78.5	229.8
	纸	4	96.5	357.0	595.6
	小计	34	7.8	99.9	595.6
合计		413	3.5	93.0	595.6

2.6 S/V在茶叶接触材料暴露评估中的应用前景

S/V参数广泛应用于食品接触材料风险评估,本研究通过一个简单案例说明S/V在迁移量结果计算中的应用。假设某公司申报的食品接触材料添加剂新品种,拟用于PE材料接触茶叶,采用该物质在PE材料中的残留量结果推算其迁移量,并进行后续的暴露评估。假设该材料密度为1.0 g/cm³、材料厚度为2.0 mm(即材料克重为0.02 kg/dm²)且该物质100%迁入食品。若该物质在材料中残留量为0.1 mg/kg,则与克重、S/V相乘可得该物质在茶叶中的迁移量。如使用欧盟默认S/V 6.0 dm²/kg、美国默认S/V 10.0 g/in²,计算所得迁移量分别为12.0 μg/kg和12.9 μg/kg。如使用本研究所得PE包装茶叶的S/V平均值89.2 dm²/kg计算,迁移量

表4 茶叶的不同接触材料S/V(n=413)

Table 4 The S/V of different food contact materials of tea (n=413)

接触材料	茶叶分类	S/V/(dm ² /kg)		
		最小值	均值	最大值
PE	白茶	30.3	91.0	179.5
	黑茶	37.1	63.8	153.1
	红茶	14.0	81.6	247.2
	黄茶	67.0	173.2	287.1
	绿茶	17.1	78.9	432.1
	乌龙茶	3.5	128.0	331.4
	再加工茶	23.3	50.9	231.8
	小计	3.5	89.2	432.1
PP	白茶	53.9	93.1	140.4
	黑茶	27.0	98.1	332.4
	红茶	33.2	90.2	464.9
	黄茶	32.5	57.5	85.8
	绿茶	14.4	60.9	310.1
	乌龙茶	28.6	71.9	187.7
	再加工茶	7.8	78.5	229.8
	小计	7.8	73.8	464.9
布	黑茶	25.0	25.0	25.0
	小计	25.0	25.0	25.0
铝	黑茶	20.7	20.7	20.7
	红茶	39.5	39.5	39.5
	小计	20.7	30.1	39.5
陶瓷	黑茶	26.2	26.2	26.2
	小计	26.2	26.2	26.2
铁	白茶	50.7	50.7	50.7
	红茶	44.0	61.9	79.8
	绿茶	67.0	67.0	67.0
	乌龙茶	101.3	101.3	101.3
	小计	44.0	68.6	101.3
纸	白茶	27.5	48.9	74.1
	黑茶	7.5	74.2	525.0
	红茶	26.4	249.5	558.8
	黄茶	26.8	26.8	26.8
	绿茶	6.1	130.3	577.8
	乌龙茶	382.6	413.1	456.6
	再加工茶	96.5	357.0	595.6
	小计	6.1	130.1	595.6
紫砂	黑茶	42.9	42.9	42.9
	小计	42.9	42.9	42.9
合计		3.5	93.0	595.6

则为 178.4 μg/kg,远大于使用欧盟或美国 S/V 的结果。根据以上 3 个不同 S/V 计算的迁移量进行的暴露评估,需要提交不同的毒理学试验资料,从而很可能会得出不同结论。因此,采用包括本研究

表5 茶叶接触材料S/V分布(n=413)

Table 5 The S/V of different food contact materials of tea (n=413)

S/V分布/(dm ² /kg)	频数	占比/%	累积频数	累积百分比/%
≥2.0~6.0	1	0.2	1	0.2
≥6.0~50.0	189	45.8	190	46.0
≥50.0~100.0	132	32.0	322	78.0
≥100.0~200.0	39	9.4	361	87.4
≥200.0~400.0	37	9.0	398	96.4
≥400.0~600.0	25	6.1	413	100.0
合计	413	100.0		

在内的我国正在构建的 S/V 数据库,可以使食品接触材料评估结果更加接近实际,更能真实反映食品安全风险,进一步保障消费者健康。

3 讨论

本研究首次构建了我国 7 大类茶叶食品接触材料的 S/V 数据库。结果表明,茶叶不同接触材料的 S/V 范围为 3.5~595.6 dm²/kg,平均值为 93.0 dm²/kg,99.8% 的茶叶接触材料 S/V 在 6.0 dm²/kg 以上,其中,45.8% 介于 ≥6.0~50.0 dm²/kg 之间,32.0% 介于 ≥50.0~100.0 dm²/kg 之间。与已有报道中 61.1%~100.0% 的食品接触材料的 S/V>6.0 dm²/kg 的结果^[9-12]一致,采用 6.0 dm²/kg 的常规暴露评估参数可能会低估茶叶接触材料的暴露风险。国际上尚无关于茶叶食品接触材料的 S/V 研究,但其他 S/V 的相关研究,其报告的 S/V 通常大于欧盟或美国使用的 S/V 默认值^[14-17]。我国《食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移实验通则》GB 31604.1—2015 中规定^[10],食品接触材料及制品或食品模拟物的 S/V 应尽可能反映实际的使用情形,并应用可预见情形下的最小包装或最大 S/V。因此,当数据库构建后,建议采用专门构建的参数或模型,结合实际消费量评估该类食品的接触材料暴露风险,以获得更加科学准确的评估结果。

由于茶叶的包装在持续更新,本研究并没有涵盖市场上销售的所有茶叶,因此研究结果存在一定

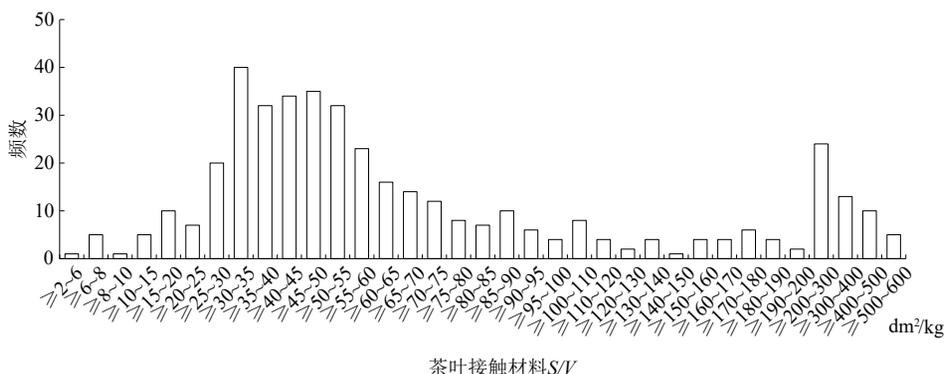


图1 茶叶接触材料S/V分布

Figure 1 The S/V distribution of food contact materials of tea

的不确定性,需要在后续的工作中持续更新包装数据,建立动态数据库。并在此基础上,尽快构建我国居民各类食品的不同接触材料的暴露评估参数数据库,并持续关注国际食品接触材料及制品的评估重点、难点和新方法^[14,18-20],不断提升我国食品安全风险评估水平,逐渐建立适合于我国科学系统与规范化的食品接触材料暴露评估体系和方法。

参考文献

- [1] US Food and Drug Administration. Guidance for Industry: Preparation of Premarket Submissions for Food Contact Substances: Chemistry Recommendations. Washington DC [EB/OL]. (2007-12) [2021-09-06]. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-preparation-premarket-submissions-food-contact-substances-chemistry#i>.
- [2] European Commission. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food[R]. Official Journal of the European Union, 2011: 1-89.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移试验通则: GB 31604.1—2015[S].北京: 中国标准出版社, 2016.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National Food Safety Standards General Rules for Migration Test of Food Contact Materials and Products: GB 31604.1—2015[S]. Beijing: China Standards Press, 2016.
- [4] FOSTER E, MATHERS J C, ADAMSON A J. Packaged food intake by British children aged 0 to 6 years[J]. Food Additives & Contaminants: Part A, 2010, 27(3): 380-388.
- [5] EFSA CEF Panel. Recent developments in the risk assessment of chemicals in food and their potential impact on the safety assessment of substances used in food contact materials[J]. EFSA Journal, 2016, 14(1): 4357.
- [6] LIU W, LIU A D, ZHAO R, et al. Development of packaging factors for the risk assessment of food contact substances from food consumption survey of Chinese infants and toddlers[J]. Food Packaging and Shelf Life, 2020, 23: 100468.
- [7] 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 H X, LIU Z P. Establishment of safety assessment system for food contact materials in China[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2018, 30(6): 551-557.
- [8] 常南, 黄英杰, 许娜. 我国食品接触材料安全性及评估体系分析[J]. 食品安全导刊, 2019(3): 12.
- CHANG N, HUANG Y J, XU N. Analysis on the safety and evaluation system of food contact materials in my country[J]. China Food Safety Magazine, 2019(3): 12.
- [9] 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 H X, SHANG G Q, JI W Y, 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]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2019, 31(4): 385-388.
- [10] 隋海霞, 刘兆平, 商贵芹, 等. 我国市售饮料与包装接触面积/体积比调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(6): 555-558.
- SUI H X, LIU Z P, SHANG G Q, et al. Investigation on food contact surface area/volume ratios of food contact material in beverage in China[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2019, 31(6): 555-558.
- [11] 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. Market investigation of basic parameters for exposure assessment of contact materials for nut-seed food in China[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2020, 32(5): 535-538.
- [12] 贾海先, 杨道远, 张楠, 等. 我国糖果巧克力及其制品食品接触材料膳食暴露评估基础参数构建调查[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(7): 238-245.
- JIA H X, YANG D Y, ZHANG N, et al. Investigation on the establishment of dietary exposure assessment parameters of food contact materials for candies and chocolates in China [J]. Food and Fermentation Industries, 2022, 48(7): 238-245.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 30766—2014 茶叶分类[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Standardization Administration of China. GB/T 30766—2014 Classification of Tea[S]. Beijing: China Standard Press, 2015.
- [14] OLDRING P K T, O' MAHONY C, DIXON J, et al. Development of a new modelling tool (FACET) to assess exposure to chemical migrants from food packaging [J]. Food Additives & Contaminants: Part A, 2014, 31(3): 444-465.
- [15] ROBERTSON G L. Packaging materials for biscuits and their influence on shelf life [M]//Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies. Amsterdam: Elsevier, 2011: 247-267.
- [16] POÇAS M F F, OLIVEIRA J C, PINTO H J, et al. Characterization of patterns of food packaging usage in Portuguese homes [J]. Food Additives & Contaminants: Part A, 2009, 26(9): 1314-1324.
- [17] FOSTER E, MATHERS J C, ADAMSON A J. Packaged food intake by British children aged 0 to 6 years [J]. Food Additives & Contaminants: Part A, 2010, 27(3): 380-388.
- [18] BRANDSCH R. Probabilistic migration modelling focused on functional barrier efficiency and low migration concepts in support of risk assessment [J]. Food Additives & Contaminants: Part A, 2017, 34(10): 1743-1766.
- [19] VASILE C, BAICAN M. Progresses in food packaging, food quality, and safety-controlled-release antioxidant and/or antimicrobial packaging [J]. Molecules: Basel, Switzerland, 2021, 26(5): 1263.
- [20] TSOCHATZIS E D. Food contact materials: migration and analysis. challenges and limitations on identification and quantification [J]. Molecules, 2021, 26(11): 3232.