

婴幼儿辅食营养包及速溶豆粉中过氧化值的检测方法及其限值研究

邱小凤*, 朱春燕, 袁 鹏

(赣州市全标生物科技有限公司, 赣州 341001)

摘 要: **目的** 建立检测婴幼儿辅食营养包及其主要原料速溶豆粉中过氧化值的检测方法, 探讨原料速溶豆粉过氧化值限值, 将限值作为主要原料口感监测的一个辅助手段, 确保产品口感。**方法** 通过单因素实验改进国家标准方法中的脂肪提取过程, 进行过氧化值的检测, 确定最佳提取方案, 通过实验室间比对验证其准确度; 参考现有的国家标准中各类食品过氧化值的限值, 研究口感与过氧化值的关联性, 建立婴幼儿辅食营养包及速溶豆粉过氧化值限值。**结果** 最佳提取方案为称取 200 g 样品, 依次分别加入料液比 1:0.5 (*m*:*V*) 的无水乙醇、水, 以石油醚(30~60 °C)为提取剂, 超声提取、干燥、旋转蒸干所得脂肪, 测定过氧化值, 方法的相对标准偏差小于等于 8.7%, 不大于 10%, 准确度符合要求; 建立的主要原料过氧化值限值为 0.25 g/100 g, 在限值以下, 生产的成品口感香醇。**结论** 此方法可准确检测婴幼儿辅食营养包及其主要原料速溶豆粉中过氧化值, 建立的限值可运用于监测主要原料的口感, 确保生产出的产品口感香醇。

关键词: 婴幼儿辅食营养包; 速溶豆粉; 过氧化值; 限值

Study on the detection method and limit of peroxide value in infant supplementary nutrition package and instant soybean powder

QIU Xiao-Feng*, ZHU Chun-Yan, YUAN Peng

(Ganzhou Quanbiao Biotechnology Co., Ltd., Ganzhou 341001, China)

ABSTRACT: Objective To establish a detection method for the peroxide value in infant supplementary nutrition package and its main raw material instant soybean powder, and explore the limit of peroxide value in raw material instant soybean powder, and use the limit value as an auxiliary means to monitor the taste of main raw materials to ensure the taste of products. **Methods** The single factor experiment was used to improve the fat extraction process of the national standard method, and the peroxide value was detected after the fat was obtained. The best experimental method was determined, and its accuracy was verified by comparison between laboratories; the correlation between taste and peroxide value was studied, and the limits of peroxide value of infant supplementary nutrition package and instant soybean powder were established referring to the limits of peroxide value in various foods of existing national standards. **Results** The optimal experimental scheme was: Taking 200 g sample, anhydrous ethanol and water with the ratio of solid to liquid 1:0.5 (*m*:*V*) were added successively, and petroleum ether (30–60 °C) was used as the extraction agent, the fats were extracted by ultrasonic, dried and rotary evaporation, and then the peroxide values were determined, the relative standard deviations of the method were less than or equal

*通信作者: 邱小凤, 助理工程师, 主要研究方向为食品及农产品检测与质量管理。E-mail: 530177378@qq.com

*Corresponding author: QIU Xiao-Feng, Assistant Engineer, Ganzhou Quanbiao Biological Technology Co., Ltd., No.18 Xijin Avenue, Ganzhou High-tech Industrial Development Zone, Ganxian District, Ganzhou City, Ganzhou 341001, China. E-mail: 530177378@qq.com

to 8.7%, meeting the requirements of not more than 10%, and the accuracy met the requirements; the peroxide value limit of the main raw materials was 0.25 g/100 g, below the limit value, the finished products taste delicious.

Conclusion This method can accurately detect the peroxide value of infant supplementary nutrition package and its main raw material instant soybean powder, and the established limit can be used to monitor the taste of the main raw material to ensure the taste of the product.

KEY WORDS: infant complementary nutrition package; instant soybean powder; peroxide value; limit

0 引言

贫困地区儿童营养改善项目由国家卫计委和全国妇联合作实施,是改善贫困地区婴幼儿营养和健康状况,提高儿童家长科学喂养知识普及程度的一项惠民工程。其项目产品营养包,全称“婴幼儿辅食营养包”,是一种用于添加到6~36月龄婴幼儿辅食中的含高密度的多种微量营养素的补充品,依据GB 22570—2014《食品安全国家标准辅食营养补充品》规定,由不少于70%的速溶豆粉,添加多种微量营养素,添加或不添加全脂乳粉,混合包装而成的产品。由于原料豆粉和全脂乳粉中含有多不饱和脂肪酸(亚油酸、亚麻酸),而不饱和脂肪酸易被氧化,产生的过氧化物进而分解产生小分子的醛、酮类物质,最终可导致过氧化值(peroxide value, POV)升高。不饱和脂肪酸氧化会产生油哈味等异味,严重影响婴幼儿辅食营养包的风味,而且降低其营养价值,甚至会产生有毒物质,大大缩短产品保质期^[1]。POV虽不作为评价产品感官的指标,但是相关产品标准要求均有感官要求,POV升高,必然影响产品口感,但感官评价需要大量感官评价人员进行确认,这无疑会增加工作量,而且还很难准确量化反映产品中脂肪的真实氧化程度^[2]。目前,婴幼儿辅食营养包多采用氮气包装,其感官管控的重点放在其原料速溶豆粉中,速溶豆粉很容易因储存、时间等因素导致口感不佳,如果原料验收工作中未做好,必然导致生产的产品有油哈味等异味的风险。因此,生产婴幼儿辅食营养包企业有必要建立适用于婴幼儿辅食营养包及原料速溶豆粉中POV的检测方法^[3],建立评价婴幼儿辅食营养包及原料中POV标准,辅助感官评定,进而达到保证甚至提高婴幼儿辅食营养包品质的目的^[4],这对于生产更加科学安全的婴幼儿辅食营养包具有重要意义。

目前,POV的检测方法有色谱法、电化学法、化学发光法和荧光光度法等,以上方法都是样品提取出脂肪后再进行POV的测定,包括GB 5009.227—2016《食品安全国家标准食品中过氧化值的测定》中规定的POV测定方法,以上方法均不适用于植脂末等包埋类油脂制品的测定。速溶豆粉是一种营养价格非常高的豆制品,主要是由大豆经过一系列技术加工而成,为了提高产品的速溶性,一般在其表面喷涂大豆磷脂^[5]。大豆磷脂的包埋使得国家标准方

法中的脂肪提取方法较难提取出速溶豆粉及辅食营养包中的脂肪。因此,本研究借鉴国家标准方法,拟解决上述样品提取不出脂肪的问题。

目前,脂肪提取的方法主要分为3类,其一,石油醚、乙醚等有机试剂直接提取^[6];其二,样品加入一定体积的温水复溶后用有机试剂进行提取^[7];其三,样品加入温水复溶^[8],再加入无水乙醇等试剂后经有机试剂萃取等方法。在此基础上,本研究通过优化脂肪的提取方法,建立一种可以快速提取婴幼儿辅食营养包及速溶豆粉中的脂肪,从而进行POV检测的方法,并通过建立速溶豆粉的主要原材料POV的限值标准,为相关产品的口感监测提供辅助手段。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

婴幼儿辅食营养包(赣州市全标生物科技有限公司);速溶豆粉(九三粮油工业集团有限公司)。

硫代硫酸钠(分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司);乙醚、异丙醇、正己烷、碘化钾(优级纯)、三氯甲烷(色谱纯)、无水硫酸钠、二氯甲烷、可溶性淀粉(分析纯)、石油醚(沸程为30~60℃,分析纯)(西陇科学股份有限公司);甲醇(色谱纯,国药集团化学试剂有限公司)。

1.2 仪器与设备

RE-52A旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂);SHZ-D循环水式真空泵(巩义市予华仪器有限责任公司);BSA224S电子天平(良平仪器有限公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 样品脂肪提取

将样品(婴幼儿辅食营养包和速溶豆粉)置于广口瓶中,按照如下步骤进行操作:

方式一:有机试剂直接提取法:称取一定质量的样品,加入2~3倍样品体积的正己烷-异丙醇(3:1, V:V)、二氯甲烷-甲醇(3:2, V:V)、正己烷-乙醚(3:1, V:V)和石油醚^[9],摇匀,充分混合。分别进行①30℃、40 kHz频率超声提取^[10];②搅拌提取;③浸提12 h提取以上,经装有无水硫酸钠的漏斗过滤,取滤液,在低于40℃的水浴中,采用旋转蒸发仪减压蒸干。

方式二: 样品经 40 ℃温水复溶后经有机试剂萃取法: 先加入与样品等体积的温水搅拌均匀, 其他步骤同有机试剂直接提取法。

方式三: 样品加入温水复溶, 再加入无水乙醇试剂后经有机试剂萃取法: 先加入等体积的温水搅拌均匀, 再加入等体积的无水乙醇搅拌均匀后(或者先加无水乙醇再加入温水), 其他步骤同有机试剂直接提取法。

1.3.2 单因素实验设计

考查不同的称样量(50、100、150、200 g)和脂肪提取方式, 按照 1.3.1 中 3 种方式采用搅拌 20 min 提取 2 次、超声 20 min 提取 2 次、浸提 12 h 以上后重复萃取 2 次, 确定单因素实验的最佳实验方案, 确定满足检测方法所需脂肪含量的样品称样量, 考察不同脂肪含量和提取时间对提取脂肪量和 POV 的影响。

1.3.3 过氧化值的检测

脂肪 POV 的测定参考 GB 5009.227—2016 中的第一法—滴定法。

1.3.4 方法准确度验证

取婴幼儿辅食营养包样品 6 个, 速溶豆粉 3 个不同袋号产品, 为防止其被氧化导致结果差异, 本研究采用充氮包装^[11], 样品平均分成 2 份, 分别送检赣州市全标生物科技有限公司检测中心(A)、南昌海关技术中心(B)对方法进行实验室间比对, 验证方法准确度。

1.3.5 速溶豆粉限值的建立

选取 10 批次速溶豆粉, 进行为期 1 年的跟踪监测, 同时进行 POV 检测, 10 名感官评定小组成员依据 RHB 201—2004《全脂乳粉感官评鉴细则》采用感官评分法进行测试, 并依据 GB 22570—2014 规定的色泽、滋味、气味、组织状态要求进行描述, 考察 POV 对口感的影响, 并参考 GB 2716—2018《食品安全国家标准 植物油》、GB 15196—2015《食品安全国家标准 食用油脂制品》、GB 10146—2015《食品安全国家标准 食用动物油脂》中各类食品 POV 限值, 选取 5 批次 POV 小于 0.25 g/100 g 速溶豆粉生产成品, 每个成品生产 3 个批次, 并对成品进行感官和 POV 的检测, 研究原料的 POV 与相关成品 POV 和口感的关联性。

1.3.6 数据处理

使用 Microsoft Office 2016 中的 Excel 对数据进行统计分析。采用 GB/T 4883—2008《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》中的格拉布斯检验法进行结果差异值的检验。

2 结果与分析

2.1 提取方法的筛选

有机试剂直接提取法提取的脂肪几乎为 0 g, 可能是原料速溶豆粉的特殊惰性化^[12]处理工艺, 当加入有机萃取剂后, 样品沉积在一起, 无论是超声、搅拌、浸提 12 h 以

上均无法提取出脂肪。基于原料速溶豆粉的特殊工艺性, 本研究将样品经温水复溶后再经有机试剂萃取, 结果发现, 婴幼儿辅食营养包及速溶豆粉样品在加入有机提取试剂后均成膏状, 沉降于瓶底, 亦无法提取出脂肪, 目前原因需进一步研究。但是加入温水复溶后, 再加入无水乙醇(或者反过来加入的顺序), 样品明显变得松散, 再加入有机试剂后, 样品冒泡, 脂肪析出, 通过搅拌、超声及多次有机试剂提取, 即可提取出满足检测要求的脂肪。

2.2 提取方法的优化

温水复溶、加入无水乙醇、有机提取试剂作为本研究样品中脂肪提取的必备条件。经对比发现, 先加入无水乙醇, 样品更为松散, 脂肪析出更快。因贮藏温度、光照、氧气及水分活度是影响脂肪氧化的主要因素^[13-15]。因此建立此方法需要具备的 4 大条件为: a. 加入试剂后样品需要变松散才能提取出脂肪; b. 提取脂肪过程中, 因 POV 的影响因素, 需要缩短提取时间及考虑有机试剂真空旋转蒸干的温度; c. 国家标准方法检测 POV 需要称取 6 g 以上的脂肪进行检测^[16]; d. 提取的脂肪需要以干基质计^[17]。有机溶剂提取结果显示, 甲醇、乙腈等与乙醇性质相近的试剂, 均不能使速溶豆粉及婴幼儿辅食营养包样品松散, 故选取乙醇为预处理试剂; 考虑提取出的脂肪要以干基质计, 应尽量减少水分含量和乙醇残留, 故温水量或乙醇加入量以刚好润湿样品且均匀为宜, 即 1:0.5 (m:V)的料液比即可满足要求。为实现最短的时间里提取足够多的脂肪含量, 设定为 10 g 以上, 时间越短, 企业大批量检测的工作效率越高。石油醚的沸点低(30~60 ℃)、对油脂溶解度大, 其油脂提取率提取效果最好^[18], 且成本低廉, 故有机试剂确定为石油醚(30~60 ℃)。采用上述确定的方法, 考察样品质量和提取方式对 POV 结果的影响, 单因素实验结果见表 1。

表 1 单因素实验结果(n=6)
Table 1 Single factor test results (n=6)

样品质量/g	提取方式	提取的脂肪量/g	POV/(g/100 g)	G ₁₂
50	搅拌 20 min, 提取 2 次	2.0	0.12	1.73
100		4.6	0.12	
150		7.2	0.11	
200		12.2	0.12	
50	超声 20 min, 提取 2 次	2.1	0.12	
100		5.2	0.12	
150		7.6	0.12	
200		11.8	0.11	
50	浸提 2 h, 提取 2 次	0.5	0.13	
100		1.1	0.12	
150		3.5	0.11	
200		5.1	0.12	

由表 1 可知, 称取样品质量越多, 提取脂肪越多, 搅拌 20 min、超声 20 min 和浸提 2 h 所得 POV 检测结果的 $G_{12}=1.73 < G_{0.95}(12)=2.285$, 无离群值, 表明无明显差异, 但是浸提 2 h 达不到本研究所需检测量^[19], 且耗时长。因需要建立简便及快捷的方法, 本实验采用称取 200 g 样品, 先按照料液比 1:0.5 (m:V) 加入无水乙醇, 再按照料液比 1:0.5 (m:V) 加入水, 分别搅拌均匀, 加入 2~3 倍样品体积的石油醚(30~60 °C)提取剂, 充分混合后超声 20 min, 提取 2 次, 经装有无水硫酸钠的漏斗过滤, 取滤液, 在低于 40 °C

的水浴中, 用旋转蒸发仪减压蒸干石油醚, 残留物即为满足要求的待测试样。

2.3 过氧化值检测方法准确度验证

同 1 份样品分别送往赣州市全标生物科技有限公司检测中心(A)、南昌海关技术中心(B), 检测结果见表 2。

结果表明, 检测结果的相对标准偏差小于等于 8.7%, 满足 GB 5009.227—2016 中关于重复性(相对标准偏差不大于 10%)的要求, 因此该方法可用于婴幼儿辅食营养包和速溶豆粉中 POV 的检测。

表 2 婴幼儿辅食营养包中 POV 检测结果的实验室间比对(n=3)
Table 2 Detection results of POV inter laboratory comparison of infant supplementary food nutrition package (n=3)

样品名称	样品批号	A POV/(g/100 g)	B POV/(g/100 g)	相对标准偏差/%
婴幼儿辅食营养包	0184181228	0.120	0.110	8.7
	0184181229	0.120	0.110	8.7
	0184181230	0.100	0.096	4.1
	0184181231	0.120	0.110	8.7
	0184181232	0.120	0.120	0.0
	0184190102	0.130	0.120	8.0
速溶豆粉	QBJ5-27YL-95(001)	0.260	0.280	7.4
	QBJ5-27YL-95(047)	0.300	0.320	6.7
	QBJ5-27YL-95(1009)	0.220	0.220	0.0

2.4 过氧化值在婴幼儿辅食营养包及速溶豆粉的限值研究

本研究将速溶豆粉存储于温度为 25 °C 的恒温箱, 对其口感和 POV 进行为期 1 年的监测, 结果见表 3。

表 3 POV 和口感检测结果(n=3)
Table 3 POV and taste test results (n=3)

存储时间	POV/(g/100 g)	口感测试
1 个月	0.139	正常豆香味
2 个月	0.193	正常豆香味
3 个月	0.207	正常豆香味
4 个月	0.261	正常豆香味
5 个月	0.262	有些正常豆香味, 有些轻微哈喇味
6 个月	0.283	轻微油喇味
7 个月	0.392	轻微油喇味
8 个月	0.331	轻微油喇味
9 个月	0.335	轻微油喇味
10 个月	0.363	有些轻微油哈, 有些油哈明显
11 个月	0.487	油哈明显
12 个月	0.532	油哈明显

结果表明, 存储时间越长, POV 越高, 在 POV 为 0.262 g/100 g 左右时, 部分产品表现为正常豆香味, 但部分产品出现轻微哈喇味, 监测存储时间越长, 过氧化值含量越高, 但感官评价存在一定的主观意识, 较难对轻微油哈和严重油哈等口感进行精确区分。参考现有国家标准中的产品 POV 的限值: 动物油脂为 0.20 g/100 g, 植物原油和食用植物油(包括调和油)为 0.25 g/100 g, 食用氢化油为 0.10 g/100 g, 其他食用油脂制品为 0.10 g/100 g, 结合表 3 感官和 POV 的关联性, 作为婴幼儿辅食营养包生产企业, 参考植物原油可将其原料中 POV 限值规定在 0.25 g/100g。为进一步确认原料中 POV 不超过 0.25 g/100 g 时^[20], 其生产的婴幼儿辅食营养包口感豆香味醇厚, 选取 5 批次速溶豆粉生产成品, 其感官和 POV 的检测结果详见表 4。

由表 4 可知, 原料速溶豆粉中 POV 限值规定在 0.25 g/100 g 时, 对应生产的婴幼儿辅食包口感豆香味浓厚, 因婴幼儿辅食营养包中原料速溶豆粉的占比大于 70%, 因此 POV 越高, 相对应生产的婴幼儿辅食营养包 POV 也会越高, POV 升高会影响其口感, 因此可将原料速溶豆粉中 POV 限值规定在 0.25 g/100 g, 作为原料验收的一个管控指标。

表 4 速溶豆粉生产的婴儿辅食营养包的 POV 及口感的测定结果
(n=5)

Table 4 Detection results of peroxide value and taste of infant supplementary food nutrition package produced by instant soybean powder (n=5)		
原料速溶豆粉 POV/(g/100 g)	对应生产的婴幼儿辅食 营养包中 POV/(g/100 g)	口感
0.22	0.14	豆香味浓厚
0.16	0.11	豆香味浓厚
0.18	0.12	豆香味浓厚
0.17	0.11	豆香味浓厚
0.19	0.13	豆香味浓厚

3 结 论

婴幼儿辅食营养包 POV 的检测可以反映产品中脂肪的真实氧化程度,因婴幼儿辅食营养包原料中的速溶豆粉的特殊处理工艺,GB 5009.227—2016 不适用于婴幼儿辅食营养包及其主要原料速溶豆粉的检测。本方法具备操作简单、重复性好、准确性高等优点,可以广泛用于婴幼儿辅食营养包生产企业进行 POV 的检测,通过建立速溶豆粉中的限值 0.25 g/100 g,量化检测感官指标,确保生产出来的产品豆香味浓厚,口感香醇。

婴幼儿营养包在销售或贮存过程中亦会出现营养素衰减及氧化哈败等质量问题^[21],解决这一问题一直是婴幼儿辅食生产企业所关注和研究的重点。目前,通常采取微胶囊包埋法、充氮气干法^[22]来提高营养素及脂肪的稳定性,但是原料把控方面却报道研究很少,这一研究结果可为生产企业对原料及产品口感监测提供一个重要参考依据。

参考文献

[1] GOTOH N, WADA S. The importance of peroxide value in assessing food quality and food safety [J]. J Am Oil Chem Soc, 2006, 83(5): 473–474.

[2] 张杰, 薛艳霞, 李昌禹, 等. 火锅底料中两种动物油脂的风味与感官特性对比研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(8): 16–19.

ZHANG J, XUE YX, LI CY, *et al.* Comparative study on the flavor and sensory characteristics of two animal oils in hotpot seasoning [J]. China Cond, 2020, 45(8): 16–19.

[3] 孙颖, 滕玥, 王文菁. 食品中油脂提取及过氧化值检测方法的优化[J]. 食品安全导刊, 2017, (36): 107.

SUN Y, TENG Y, WANG WJ. Optimization of methods for extraction and peroxide value detection of oils and fats in food [J]. Chin Food Saf Magaz, 2017, (36): 107.

[4] 陈永斌, 戴智勇, 董玲, 等. 婴幼儿配方奶粉脂肪酸衰减加速实验研究[J]. 中国乳业, 2018, (12): 66–69.

CHEN YB, DAI ZY, DONG L, *et al.* Experimental study on accelerated decay of fatty acids in infant formula milk powder [J]. China Dairy Ind, 2018, (12): 66–69.

[5] 杨静. 试论速溶豆粉的几种加工工艺及技术[J]. 中国食品, 2021, (5):

102.

YANG J. Discussion on several processing technologies and technologies of instant soybean flour [J]. China Food, 2021, (5): 102.

[6] 陈振桂, 周宸丞, 杜金林, 等. 婴幼儿辅食营养包中脂肪氧化的影响因素及防范措施研究[J]. 食品科技, 2017, 42(6): 54–58.

CHEN ZG, ZHOU CC, DU JL, *et al.* Study on the influencing factors and preventive measures of fat oxidation in supplementary nutrition package for infants and young children [J]. Food Sci Technol, 2017, 42(6): 54–58.

[7] 阮建明, 黄宝红, 农海兰, 等. 自动电位滴定法与手动滴定法测定糕点中过氧化值的比较[J]. 现代农业科技, 2017, (14): 262–263.

RUAN JM, HUANG BH, NONG HL, *et al.* Comparison between automatic potentiometric titration method and manual titration method for determination of peroxide value in pastry [J]. Mod Agric Sci Technol, 2017, (14): 262–263.

[8] 贾宏信, 蒋雯瑶, 苏米亚. 婴幼儿配方乳粉脂肪过氧化值的检测方法[J]. 乳业科学与技术, 2017, 40(3): 7–10.

JIA HX, JIANG WY, SU MY. Detection method of fat peroxide value of infant formula milk powder [J]. Dairy Sci Technol, 2017, 40(3): 7–10.

[9] 刘芳, 王超, 杨菊, 等. 油脂酸价和过氧化值检测方法的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(14): 4478–4482.

LIU F, WANG C, YANG J, *et al.* Research progress in determination of acid value and peroxide value of oils [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(14): 4478–4482.

[10] 高岐. 食品中脂肪的超声提取快速测定法研究[J]. 食品工业科技, 2008, 4: 71.

GAO Q. Study on ultrasonic extraction and rapid determination of fat in food [J]. Sci Technol Food Ind, 2008, 4: 71.

[11] 刘洪生. 氮气对一级大豆油过氧化值和保质期影响的研究[J]. 现代食品, 2020, (11): 70–72.

LIU HS. Effect of nitrogen on peroxide value and shelf life of first-grade soybean oil [J]. Mod Food, 2020, (11): 70–72.

[12] 孟旭, 顾小红, 汤坚. 速溶豆粉微结构的研究[J]. 中国乳品工业, 2006, 34(4): 11–15.

MENG X, GU XH, TANG J. Study on microstructure of instant soybean powder [J]. China Dairy Ind, 2006, 34(4): 11–15.

[13] 刘庆生, 王加启, 卜登攀. 牛奶乳脂肪氧化的影响因素研究进展[J]. 食品科学, 2009, 30(23): 443–446.

LIU QS, WANG JQ, BU DP. Research progress on influencing factors of fat oxidation in milk [J]. Food Sci, 2009, 30(23): 443–446.

[14] STAPELFELDT H, NIELSEN BR, SKIBSTED LH. Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on the oxidative stability of whole milk powder [J]. Int Dairy J, 1997, 7(5): 331–339.

[15] LLOYD MA, HESS SJ, DRAKE MA. Effect of nitrogen flushing and storage temperature on flavor and shelf-life of whole milk powder [J]. J Dairy Sci, 2009, 92(6): 2409–2422.

[16] 胡嘉珊, 罗旋. 食品中油脂提取及过氧化值检测方法的优化分析[J]. 食品安全导刊, 2020, (21): 78.

HU JS, LUO X. Optimization and analysis of oil extraction and peroxide value detection methods in food [J]. Chin Food Saf Magaz, 2020, (21): 78.

[17] 余伟梅. 糕点过氧化值测定方法的注意事项[J]. 中国测试技术, 2004, 30(5): 79–80.

YU WM. Key points for attention in testing peroxide value of pastry, cake and biscuit [J]. China Meas Test Technol, 2004, 30(5): 79–80.

- [18] 高延伟. 食品油脂提取工艺对过氧化值检测结果的影响[J]. 当代化工, 2021, 50(3): 541–544.
GAO YW. Influence of extraction technology of food oil on peroxide value detection results [J]. Contemp Chem Ind, 2021, 50(3):541–544.
- [19] 李庆香. 坚果类食品酸价和过氧化值的快速测定方法探讨[J]. 中国卫生检验杂志, 2014, 24(19): 2885–2886.
LI QX. Rapid determination of acid value and peroxide value of nuts [J]. Chin J Health Lab Technol, 2014, 24(19):2885–2886.
- [20] 郭胜, 李文慧, 黄婷婷, 等. 植物油中过氧化值含量的合格概率评定与符合性判定[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(1): 403–408.
GUO S, LI WH, HUANG TT, *et al.* Evaluation of qualified probability and conformity of peroxide value in vegetable oil [J]. J Food Saf Qual, 2021, 12(1): 403–408.
- [21] 祁立波, 吴超, 钟利敏, 等. 婴幼儿营养包组成及质量控制现状分析[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(1): 293–302.
QI LB, WU C, ZHONG LM, *et al.* Analysis on composition and quality control of infant nutrition package [J]. Food Ferment Ind, 2021, 47(1): 293–302.
- [22] 鞠化鹏, 姜鹏飞, 祁立波, 等. 基于全程高通量氮气介导下婴幼儿辅食营养粉的品质调控研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(4): 1298–1306.
JU HP, JIANG PF, QI LB, *et al.* Study on quality control of infant supplementary nutritional powder based on whole-process high-flux nitrogen mediated [J]. J Food Saf Qual, 201, 12(4): 1298–1306.

(责任编辑: 郑 丽 张晓寒)

作者简介



邱小凤, 助理工程师, 主要研究方向
为食品及农产品检测与质量管理。
E-mail: 530177378@qq.com