

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.06.016

郑燕丹, 袁凤娟, 郑立冰, 等. 滚筒干燥法制备的婴幼儿谷类辅助食品保质期研究[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(6): 184-189.

ZHENG Y D, YUAN F J, ZHENG L B, et al. Research on shelf life of cereal auxiliary food for infants and young children made by drum drying[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(6): 184-189.

滚筒干燥法制备的婴幼儿谷类 辅助食品保质期研究

郑燕丹¹, 袁凤娟², 郑立冰², 黄丹莹¹(1. 揭阳职业技术学院, 广东 揭阳 522000;
2. 广东东泰乳业有限公司, 广东 揭阳 522000)

摘要: 对滚筒干燥法制备的、马口素铁充氮罐装的婴幼儿谷类辅助食品保质期进行预测研究。通过设计加速破坏性试验, 应用化学品质衰变动力学模型于婴幼儿谷类辅助食品。依据营养素在加速试验期内的衰减情况推断产品在室温条件下的保质期。试验结果表明: 该类婴幼儿谷类辅助食品水分活度值在 0.2~0.3 之间, 有利于产品的保存。在 4~5 个月的加速试验期内, 营养素不饱和脂肪酸二十二碳六烯酸 (DHA) 和花生四烯酸 (AA) 的衰变率最大。依据各营养素指标变化值预测产品在室温条件下保质期为 20 个月以上。

关键词: 滚筒干燥法; 婴幼儿谷类辅助食品; 加速破坏实验; 保质期; 预测

中图分类号: TS210 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)06-0184-06

网络首发时间: 2021-11-02 15:18:30

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20211101.1934.014.html>

Research on Shelf Life of Cereal Auxiliary Food for Infants and Young Children Made by Drum Drying

ZHENG Yan-dan¹, YUAN Feng-juan², ZHENG Li-bing², HUANG Dan-ying¹(1. Jieyang Polytechnic, Jieyang, Guangdong 522000, China;
2. Guangdong Dongtai Dairy Products Co., Ltd., Jieyang, Guangdong 522000, China)

Abstract: In this study, the shelf life of cereal auxiliary food for infants and young children made by drum drying and packed in tinfoil cans with nitrogen filling was studied. Through accelerated destructive experiment, the chemical quality decay kinetic model was established for the first time, and the shelf life at room temperature was inferred according to the decay of nutrients. The results show that the water activity of cereal auxiliary food for infants is between 0.2~0.3. During the accelerated test period of 4.5 months, the decay rates of DHA and AA are the fastest. According to the variation of each nutrient index, we conclude that the shelf life of products can exceed 20 months.

Key words: drum drying; cereal auxiliary food for infants and young children; accelerated destructive experiment; shelf life; prediction

婴幼儿谷类辅助食品是以一种或多种谷物

(如: 小麦、大米、大麦、燕麦、黑麦、玉米等) 为主要原料, 且谷物占干物质组成的 25% 以上, 添加适量的营养强化剂和 (或) 其他辅料, 经加工制成的适于 6 月龄以上婴儿和幼儿食用的辅助

收稿日期: 2021-08-04

作者简介: 郑燕丹, 女, 1982 年出生, 硕士, 讲师, 研究方向为食品生物技术。E-mail: 59815321@qq.com.

食品^[1]。《中国居民膳食指南 2016》提出^[2]，对于 7~24 月龄婴幼儿应从婴幼儿米粉（婴幼儿谷类辅助食品）开始，逐步添加达到食物多样。婴幼儿辅助食品还能促进婴幼儿味觉、嗅觉、触觉等感知觉的发育，满足婴幼儿生理和心理发育需要。除了母乳和配方奶粉，婴幼儿辅助食品是婴幼儿的重要营养来源。随着“二孩”、“三孩”政策的推动，我国城乡居民消费升级以及育儿观念的转变，近年来婴幼儿谷类辅助食品的市场销售额不断攀升^[3]。婴幼儿谷类辅助食品的营养价值和质量安全都备受政府和公众关注。

目前婴幼儿谷类辅助食品的生产工艺主要有滚筒干燥法和挤压膨化法两种^[4]。挤压膨化工艺过程中大米淀粉和蛋白质发生了降解，产品有利于婴幼儿对营养物质的消化吸收^[4-5]。而滚筒干燥工艺具有热效率高、干燥速率大、米粉糊化度高的优点，各种添加剂也可以充分、准确的强化与添加^[4]，其制备的产品具有较高的糊化度和良好的复水性、冲调性，货架期长的优势^[4,6]。

根据《中华人民共和国食品安全法（2018 修正）》第一百五十五条^[7]，食品保质期是指食品在标明的贮存条件下保持品质的期限。该品质包括物理化学特性、微生物指标以及感官指标。超过此期限，产品被视为不可销售。目前针对婴幼儿配方奶粉的保质期预测和保质期内营养素的衰减研究较多^[8-12]。如胡君荣^[11]研究婴幼儿配方食品在货架期中营养素变化，刘宾^[12]研究婴幼儿配方奶粉保质期内营养素损失率。2020 年马雯等通过加速试验在短时间内验证乳粉的营养素变化情况，从而判断婴幼儿奶粉的保质期^[9]。由于婴幼儿谷类辅助食品的配方设计、加工工艺方式和营养价值等与婴幼儿配方奶粉的有很大差别。因此很有必要对婴幼儿谷类辅助食品的保质期进行研究，以提高该类食品供应的安全性和可靠性。

本研究依据中国食品工业协会团体标准 T/CNFIA 001—2017《食品保质期通用指南》^[13]设计基于温度条件下的加速破坏性实验，建立化学品质衰变动力学模型即阿伦尼乌斯模型（Arrhenius 模型）^[14]，由营养素的衰减情况推断滚筒法制得的婴幼儿谷类辅助食品在室温条件下的保质期，为婴幼儿谷类辅助食品的工艺条件优

化，产品稳定性和安全性评价提供一定的参考。也为企业建立产品保质期数据库提供方法依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

本研究中的婴幼儿谷类辅助食品主要原料组成为大米。大米为有机大米：广州洪益健农业科技发展有限公司。其他辅料和营养强化剂包括全脂乳粉：黑龙江红星集团食品有限公司，666 g/听；麦芽提取物：广州市合利源食品有限公司，20 kg/件；维生素 A 醋酸酯干粉：新昌新和成维生素有限公司，325CWS/S；维生素 B₁：华中药业股份有限公司，25 kg/桶；维生素 B₂：赤峰制药股份有限公司，25 kg/桶；维生素 D₃：新昌新和成维生素有限公司；不饱和脂肪酸二十二碳六烯酸 DHA：巴斯夫（中国）有限公司，粉末；花生四烯酸 AA：湖北福星生物科技有限公司，粉末。

1.2 仪器与设备

Y 0505 辊筒干燥机：东台市食品机械厂；PSA 制氮系统设备：无锡中瑞空分设备有限公司；RXZ 智能型人工气候箱：宁波江南仪器；HD-3A 型水分活度仪：无锡市华科仪器仪表公司。

1.3 试验方法

1.3.1 指标分析方法

产品主要工艺采用滚筒干燥法。产品包装于马口铁素铁罐（无内涂层），铝箔封口，加塑料盖子。每罐 528 g，充氮包装，测得残氧量约为 3% 左右。终产品水分活度检测值在 0.2~0.3。

2020 年 05 月—2020 年 10 月，将上述制备得到的婴幼儿谷类辅助食品（未开封，144 罐）分别在温度为（37±2）、（47±2）℃，湿度均为 75±5% 储藏条件下存放，在存放时间为 1、2、3、4、4.5 个月时分别取出两罐样品检测感官指标和营养素指标^[8]。检测指标和检测方法严格按照 GB10769—2010《食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品》执行^[1]。

产品初始值同时检测。所用样品均为同一生产批号。每组数据平行测定两次。所有数据为两次平行试验的平均值。营养素指标的稳定性分析采用检测结果之间的变异系数方法^[15]，蛋白质、脂肪指标，考虑检测方法中允许 10% 不高于偏差，

变异系数低于 0.1 时认为无显著差异^[11]。微量营养素检测方法允许 15%~20% 偏差, 变异系数低于 0.15 时, 认为无显著差异^[11]。

1.3.2 保质期预测方法

Arrhenius 模型是依据食品在保存期内的质量与温度和时间相关^[14], 如以温度为加速因子, 质量指标与贮藏时间存在下式关系:

$$A = A_0 \exp(-kt) \quad (1)$$

式(1)中: A 为食品的质量指标; A₀ 为食品保藏初始的质量指标初值; k 为质量变化速率, -号表示质量指标数值的递减; t 为贮藏时间。对公式两边取对数得:

$$\ln A = \ln A_0 - kt \quad (2)$$

本研究中依据营养素指标在 37 °C 和 47 °C 加速试验期间变化的数据, 代入式(2), 拟合方程, 求出营养素指标达到 GB10769—2010 《食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品》规定的临界值时对应的贮藏时间(t), 该时间即为产品在 37 °C、47 °C 条件下的保质期。

27 °C 条件下的保质期由下式 (3)、(4) 推算得出^[14]:

$$Q_{10} = T \text{ 温度下的保质期} / (T + 10) \text{ 温度下的保质期} \quad (3)$$

$$Q_{10} = \theta(T_1) / \theta(T_2) \Delta T / 10 \quad (4)$$

式中: $\theta(T_1)$ 为温度 T₁ 下的保质期; $\theta(T_2)$

为温度 T₂ 下的保质期; ΔT 为温度 T₁ 与 T₂ 的差。

1.4 数据分析

采用 excel 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 营养素指标变异系数分析

婴幼儿谷类辅助食品产品在保温保湿条件下 0~4.5 个月期间各营养素指标变化如表 1~2 所示。以各指标的变异系数 CV 判断在加速测试过程中衰减情况, 变异系数越大, 则说明营养素指标在加速试验过程中发生的变化波动越明显。

从实验数据中得出婴幼儿谷类辅助食品在 37、47 °C 条件下, AA 和 DHA 指标的变化较为显著。47 °C 条件下, AA 的变异系数最大, 达到 13.68%。AA 的初始检测值 (8.00 和 8.56) 不足为最低限量值 (4.8) 的两倍, 在两个不同温度条件下保温 4.5 个月后仍能保持在最低限量值之上。DHA 的初始检测值 (也不超过最低限量值的两倍, 在 37 °C 条件下变异系数为 10.20%, 在 47 °C 下变异系数为 9.90%。大量研究显示, AA 和 DHA 对婴幼儿的正常成长尤其智力发展是必需的^[16]。然而 AA 分子和 DHA 分子是不饱和脂肪酸, 很容易被氧化降解。本产品所添加的 AA、DHA 为微胶囊化处理的固体颗粒状粉末, 在避免过量添加的情况下其稳定性仍较好, 最大变异系数均低于 0.15。

表 1 婴幼儿谷类辅助食品 37 °C 保温条件下营养素变化数据

Table 1 The variation of each nutrient index of cereal auxiliary food for infants and young children under 37 °C heat preservation

指标	单位	营养素变化								
		初始值	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	4.5 个月	平均值(AV)	标准差(SD)	变异系数(CV)
脂肪	g/100 g	5.84	5.85	5.94	6.26	6.05	6.18	6.02	0.17	2.90
蛋白质	g/100 g	9.81	10.00	10.00	9.92	9.76	9.96	9.91	0.10	1.02
维生素 A	(ug RE)/100 g	478	466	450	446	434	430	451	18.49	4.10
维生素 D	ug/100 g	9.82	9.50	9.46	8.68	8.44	8.00	8.98	0.71	7.95
维生素 B1	ug/100 g	593	584	576	560	541	534	565	23.78	4.21
维生素 B2	ug/100 g	977	924	904	892	862	832	899	50.28	5.60
烟酸	ug/100 g	4 464	4 504	4 430	4 207	4 200	4 218	4 337	143.20	3.30
钠	mg/100 g	68.30	70.20	64.10	71.20	69.40	70.25	68.90	2.55	3.70
铁	mg/100 g	5.74	5.67	5.72	5.65	5.71	5.835	5.72	0.07	1.14
锌	mg/100 g	5.42	5.49	5.58	5.75	5.72	5.585	5.59	0.13	2.28
钙	mg/100 g	584	581	565	562	558	556	568	11.95	2.10
磷	mg/100 g	361	347	354	343	334	353	349	9.48	2.72
AA	mg/100 g	8.00	7.90	7.88	7.67	7.16	6.72	7.55	0.51	6.72
DHA	mg/100 g	6.87	6.22	5.92	5.63	5.51	5.17	5.88	0.60	10.20

表 2 婴幼儿谷类辅助食品 47 °C 保温条件下营养素变化数据

Table 2 The variation of each nutrient index of cereal auxiliary food for infants and young children under 47 °C heat preservation

指标	单位	营养素变化								
		初始值	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	4.5 个月	平均值(AV)	标准差(SD)	变异系数(CV)
脂肪	g/100 g	5.84	5.71	5.92	6.21	5.80	6.07	5.93	0.19	3.12
蛋白质	g/100 g	9.81	10.00	10.00	10.30	9.97	9.98	10.01	0.16	1.59
维生素 A	(ug RE)/100 g	458	446	441	438	423	394	433	22.38	5.16
维生素 D	ug/100 g	9.99	9.51	9.46	8.95	8.71	7.83	9.08	0.76	8.37
维生素 B1	ug/100 g	603	557	519	514	500	488	530	42.67	8.05
维生素 B2	ug/100 g	987	904	922	886	812	793	884	72.00	8.16
烟酸	ug/100 g	4 398	4 434	4 321	4 188	4 180	4 039	4 260	150.64	3.54
钠	mg/100 g	68.30	73.60	67	70.9	68.8	70.60	69.90	2.34	3.35
铁	mg/100 g	5.74	5.67	5.75	5.64	5.69	5.65	5.69	0.05	0.81
锌	mg/100 g	5.42	5.57	5.62	5.70	5.67	5.53	5.59	0.10	1.83
钙	mg/100 g	584	579	567	559	556	553	566	12.74	2.25
磷	mg/100 g	361	347	359	345	341	356.50	352	8.30	2.36
AA	mg/100 g	8.56	8.01	7.79	7.54	7.21	5.59	7.45	1.02	13.68
DHA	mg/100 g	6.84	6.07	5.82	5.56	5.51	5.19	5.83	0.58	9.90

从表 1、表 2 中可得出主要营养素脂肪、蛋白质的变异系数均在 4% 以下。故认为未发生明显脂肪氧化和蛋白质降解反应。脂溶性维生素 A、D 变异系数均在 10% 以下。脂溶性维生素 A、D 在 47 °C 条件下比 37 °C 条件衰减更为显著。这一结果与婴幼儿奶粉的脂溶性维生素的稳定性研究一致。ALBALÁ-HURTADO 等^[17]研究液态和粉状的婴幼儿配方食品其贮存温度越高, 维生素 A 的稳定性越差。贾宏信^[18]在研究婴幼儿配方乳粉中脂溶性维生素的稳定性时也证实同种乳粉储存的温度越高, 维生素 A 的稳定性越差。另外产品中水溶性维生素 B₁、B₂、烟酸的变异系数均在 10% 以下。矿物质钠、铁、磷、锌和钙的变异系数均在 4% 以下。

GB10769—2010《食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品》中将维生素 A、维生素 D、维生素 B₁、钙、铁、锌等营养素作为基本(必须添加)的营养成分, 正是综合考虑我国婴幼儿的营养现状和必需补充的营养素种类, 以保证该年龄段婴幼儿的营养要求。国家食品安全风险评估中心的

屈鹏峰等依据 2015—2019 年度婴幼儿谷类辅助食品监督抽检公告资料分析得出^[22], 主要的不合格营养素指标是维生素 A 和钠。维生素 A 占脂溶性维生素不合格率的 64%, 钠占矿物质不合格率的 51%。从表 1、表 2 所示, 本次保质期试验结果也显示维生素 A、维生素 D、维生素 B₁、维生素 B₂、钠的稳定性相对较差。

2.2 感官指标分析

依据 GB10769—2010《食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品》, 该产品外观应为白色近透明片状, 干燥松散, 均匀无结块。具有大米粉特别的香味和奶香味, 无不良异味。以适量的温开水冲调, 经充分搅拌呈润滑的糊状, 有轻微甜味。

试验中婴幼儿谷类辅助食品在高温高湿条件下, 感官指标变化如表 3~4 所示。除了贮存 2 个月以上出现奶香味偏淡, 其他均正常。产品未出现哈喇味故认为产品未发生明显脂肪酸败^[19]。产品在贮存后色泽都呈现均匀一致, 说明产品蛋白质与还原糖未发生明显美拉德反应^[20]。

表 3 婴幼儿谷类辅助食品 37 °C 保温条件下感官指标变化

Table 3 Changes of sensory indexes of cereal auxiliary food for infants and young children under 37 °C heat preservation

检测项目	初始值	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	4.5 个月
色泽	均匀一致	均匀一致	均匀一致	均匀一致	均匀一致	均匀一致
外观	干燥松散	干燥松散	干燥松散	干燥松散	干燥松散	干燥松散
气味和滋味	奶香味	奶香味	奶香味偏淡	奶香味偏淡	奶香味偏淡	奶香味偏淡
冲调性	润滑糊状	润滑糊状	润滑糊状	润滑糊状	润滑糊状	轻微结块

表 4 婴幼儿谷类辅助食品 47 °C 保温条件下感官指标变化

Table 4 Changes of sensory indexes of cereal auxiliary food for infants and young children under 47 °C heat preservation

检测项目	初始值	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	4.5 个月
色泽	均匀一致	均匀一致	均匀一致	均匀一致	均匀一致	均匀一致
外观	干燥松散	干燥松散	干燥松散	干燥松散	干燥松散	干燥松散
气味和滋味	奶香味	奶香味	奶香味偏淡	奶香味偏淡	奶香味偏淡	奶香味偏淡
冲调性	润滑糊状	润滑糊状	润滑糊状	润滑糊状	润滑糊状	轻微结块

2.3 水分活度值分析

本研究中干法制得的产品其水分活度测量值均在 0.2~0.3。《食品化学》(第二版)指出食品的水分活度降低至一定的限度以下时,就会抑制要求 AW 阈值高于此值的微生物生长、繁殖或产生毒素^[21]。食品中水分活度值<0.5 时,微生物不繁殖。该婴幼儿谷类辅助食品的微生物指标检测均能控制在限量内。另外,水分活度值也是影响脂肪氧化的重要因素。水分活度低于 0.11 时,粉状食品处于过干燥状态,脂肪颗粒暴露出来,更易发生氧化反应。本研究中产品水分活度值有利于产品的保存。

2.4 保质期预测结果

本研究中以变异系数较明显的 AA、DHA、维生素 A、维生素 D、维生素 B₁、和维生素 B₂ 营养素指标(变异系数>4%)变化值代入上式(2),进行回归分析,得出 37 °C、47 °C 下的保质期。27 °C 条件下的保质期由式(3)、(4)推算得出。具体数据分别如表 5 所列。

由表 5 得出,以变异系数相对较明显的 AA、DHA、维生素 A、维生素 D、维生素 B₁ 和维生素 B₂ 营养素指标计算得出产品在 27 °C 条件下保质期可在 20 个月以上。

表 5 保质期预测相关数据

Table 5 Relevant data of shelf life prediction

回归方程 参数	临界值	37 °C				47 °C				Q ₁₀	27 °C 保质期/月
		起始值	质量变化常数	保质期/月	方程相关系数	起始值	质量变化常数	保质期/月	方程相关系数		
	A	A ₀	k ₃₇	t ₃₇	R ²	A ₀	k ₄₇	t ₄₇	R ²		
维生素 A/ (ug RE/100 g)	336.0	478.00	0.021 9	16.47	0.971 9	458.00	0.030 3	10.88	0.743 0	1.51	24.88
维生素 D/ (ug/100 g)	5.2	9.82	0.050 0	13.42	0.928 9	9.99	0.049 9	8.71	0.817 1	1.54	20.67
维生素 B ₁ / (ug/100 g)	404.0	593.00	0.026 7	14.37	0.979 5	603.00	0.033 5	10.15	0.922 4	1.42	20.35
维生素 B ₂ / (ug/100 g)	583.0	977.00	0.027 8	17.80	0.928 5	987.00	0.042 4	12.72	0.814 3	1.40	24.92
DHA/ (mg/100 g)	4.0	6.87	0.047 9	27.85	0.957 6	6.84	0.040 0	15.42	0.935 3	1.81	50.30
AA/ (mg/100 g)	4.8	8.00	0.044 8	12.77	0.841 1	8.56	0.082 2	7.78	0.657 9	1.64	20.97

3 结论

在前期实验基础上,我们初步得出影响保质期的几大主要因素有:产品配方组成、原料质量、工艺条件、充氮包装、包装材质和终产品的水分活度值等。本研究针对配方组成是以大米为主要原料,添加全脂奶粉和营养强化剂的婴幼儿谷类辅助食品,用滚筒干燥工艺,产品能达到口感好、营养素均匀性好的要求。终产品水分活度值有利

于产品保存。采用马口铁素铁罐装,充氮包装,确保终产品低含氧量,防止维生素氧化和见光分解^[23]。本产品货架期加速预测试验中显示感官指标和营养素稳定性较好。依据各营养素指标变化值,应用化学品质衰变动力学模型预测产品保质期可在 20 个月以上。为保证产品在货架期内的营养性和安全性,产品保质期的进一步验证可由产品在室温保存条件下的长期稳定性实验得出^[13]。

参考文献:

- [1] 食品安全国家标准 婴幼儿谷类辅助食品: GB10769—2010 [S]. National food safety standard Cereal-based complementary foods for infants and young children: GB 10769—2010 [S].
- [2] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines for Chinese residents (2016) [M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2016.
- [3] 陈立娟. 我国婴幼儿米粉发展现状及发展方向[J]. 现代食品, 2018(7): 12-14.
CHEN L J. Development trend and research direction of infant formula rice flour[J]. Modern Food, 2018(7): 12-14.
- [4] 毛军伟. 含大豆、玉米和小米烘烤婴幼儿营养米粉的糊化特性研究和营养评价[D]. 浙江大学, 2015
MAO J W. Pasting stability study and nutritional evaluation on rice based infant weaning food enriched with soybean, corn & millet[D]. Zhejiang University, 2015.
- [5] 杨勇, 任健. 速溶婴幼儿营养米粉的挤压膨化工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2009 (12): 129-132.
YANG Y, REN J. Extrusion technology for making instant nutritional infant rice flour[J]. Journal of The Chinese Cereals and Oils Association, 2009(12): 129-132.
- [6] 郑燕丹, 袁凤娟, 郑立冰, 等. 应用生物技术开发婴幼儿全谷粒营养食品[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(20): 56-59.
ZHENG Y D, YUAN F J, ZHENG L B, et al. Exploitation of infant whole grain cereals by biotechnology[J]. Food Research and Development, 2015, 36(20): 56-59.
- [7] 中华人民共和国食品安全法(2018 年修订本 (主席令第二十一号)[Z].
Food safety law of the people's Republic of China (revised in 2018) (order of the President No. 21) [Z].
- [8] 冯晓涵, 庄柯瑾, 田芳, 等. 营养配方食品稳定性及货架期预测研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(9): 332-340.
FENG X H, ZHUANG K J, TIAN F, et al. Review of nutrition formula stability and shelf-life prediction[J]. Food Science, 2019, 40(9): 332-340.
- [9] 马雯, 林加建, 华家才, 等. 婴幼儿配方乳粉加速试验和常温试验衰减率分析[J]. 中国乳品工业, 2020, 48(4): 13-16.
MA W, LIN J J, HUA J C, et al. Attenuation rate analysis of infant formula powder in accelerated test and normal temperature test[J]. Dairy Industry, 2020, 48(4): 13-16.
- [10] 贾宏信. 婴幼儿配方乳粉中脂溶性维生素的稳定性探究[J]. 中国乳业, 2018, 46(3): 17-18.
JIA H X. Study on the stability of fat-soluble Vitamins in infant formula[J]. Dairy Industry, 2018, 46(3): 17-18.
- [11] 胡君荣, 冯玉红, 薛玉清, 等. 乳基婴幼儿配方食品货架期中营养素变化[J]. 乳业科技与技术, 2013, 36(6): 27-29.
HU J R, FENG Y H, XUE Y Q, et al. Changes in nutrient contents in milk-based food products for infants and young children during shelf-life storage[J]. Journal of Dairy Science and Technology, 2013, 36(6): 27-29.
- [12] 刘宾, 孔小宇, 苏曼, 等. 婴儿配方奶粉保质期内营养素损失的研究[J]. 中国乳品工业, 2017, 45(7): 33-36.
LIU B, KONG X Y, SU M, et al. Analysis of nutrients loss in infant formula during shelf-life[J]. Dairy Industry, 2017, 45(7): 33-36.
- [13] 中国食品工业协会. 食品保质期通用指南: T/CNFIA 001—2017 [S]. 北京: 中国质检出版社, 2018.
China Food Industry Association. general guide for food shelf life: T/CNFIA 001—2017 [S]. Beijing: China Quality Inspection press, 2018.
- [14] 强婉丽, 谢天, 李慧等. 食品保质期研究概况分析[J]. 粮油食品科技. 2020, (28)4: 43-47.
QIANG W L, XIE T, LI H, et al. Profile analysis of food shelf-life research[J]. Science And Technology Of Cereals, Oils and Foods. 2020, (28)4: 43-47.
- [15] 伯恩斯坦 S, 伯恩斯坦 R. 统计学原理上册: 描述性统计学与概率[M]. 史道济译. 北京: 科学出版社, 2002.
BERNSTEIN S, BERNSTEIN R. Principles of statistics volume 1: descriptive statistics and probability [M]. SHI D J. Beijing: Science Press, 2002.
- [16] 弗朗西斯·显凯维奇·赛泽, 埃莉诺·诺斯·惠特尼. 营养学 概念与争论 第13版[M]. 王希成, 王蕾译. 清华大学出版社, 2017.
FRANCESS S S, ELEANOR N W. Concepts and controversies (13th edition) [M]. WANG X C, WANG L. Tsinghua University Press, 2017.
- [17] ALBALÁ-HURTADO, VECIANA-NOGUÉS, VIDAL-CAROU, et al. Stability of vitamins a, e, and b complex in infant milks claimed to have equal final composition in liquid and powdered form[J]. Journal of Food Science, 2000, 65(6): 1052-1055.
- [18] 贾宏信. 婴幼儿配方乳粉中脂溶性维生素的稳定性探究[J]. 中国乳品工业, 2018, 46(3): 17-18.
JIA H X. Study on the stability of fat-soluble Vitamins in infant formula[J]. Dairy Industry, 2018, 46(3): 17-18.
- [19] FOX P F, UNIACKE L T, MCSWEENEY P L H, et al. Dairy chemistry and biochemistry 2nd ed[M]. Heidelberg: Springer International Publishing, 2015: 32-45.
- [20] 蒋雯瑶. 婴儿配方奶粉氧诱导氧化的分析[J]. 食品工业科技, 2017, 38(6): 116-118.
JIANG W Y. Analysis of oxygen induced oxidation of infant formula [J]. Food industry science and technology, 2017, 38 (6): 116-118.
- [21] 丁芳林. 《食品化学 第2版》(2017)[M]. 武汉: 华中科技大学电子音像出版社, 2017.
DING F L. Food chemistry 2nd Edition (2017)[M]. Wuhan: electronic audio visual publishing house of Huazhong University of science and technology, 2017.
- [22] 屈鹏峰, 邓陶陶, 崔伟. 2015—2019 年度婴幼儿谷类辅助食品监督抽检结果统计与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(11): 3695-3703.
QU P F, DENG T T, CUI W. Statistics and analysis of results of the national food safety supervision and sampling inspection on cereal-based complementary foods for infants and young children in 2015—2019[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2020, 11(11): 3695-3703.
- [23] 朱巧力, 曾妮, 彭冬英, 等. 中小型婴幼儿配方米粉生产企业风险防范重点及应对措施[J]. 中国乳品工业, 2018, 46(6): 61-64.
ZHU Q L, ZENG N, PENG D Y, et al. Key points and countermeasures of risk prevention for small and medium sized infant formula rice cereal production enterprises[J]. Dairy Industry, 2018, 46(6): 61-64. ☞