

不同基质奶粉中泛酸检测方法对比

屈雅莉, 尹亚新, 左丽娜, 张耀广, 柴艳兵, 刘 丽, 张 影, 李 飞, 肖淑贞, 刘志楠*
(石家庄君乐宝乳业有限公司, 石家庄 050021)

摘 要: 目的 对比不同基质奶粉中泛酸检测方法, 以探究针对不同奶粉基质中泛酸检测最适方法和最适条件。**方法** 以不含水解蛋白奶粉和水解蛋白奶粉为研究对象, 分别采用 GB 5009.210-2016《食品安全国家标准 食品中泛酸的测定》中高效液相色谱法和微生物法进行检测, 评价 2 种方法的优缺点, 选择最适检测方法。**结果** 对于高效液相色谱法, 优化色谱条件、更换色谱柱、沉淀蛋白、PH 值等几个方面的调整, 均无法减少杂峰对目标峰的干扰作用, 仅调整流动相比比例可以实现目标峰和杂峰的分离, 但是该方法耗时长、无规律, 对仪器设备耗材和人员均造成部分程度浪费, 且重复率低, 不宜采用; 微生物法针对不同基质奶粉(包含水解蛋白奶粉)检测准确性和稳定性均符合方法要求。**结论** 针对大部分奶粉(水解蛋白基质除外)高效液相色谱法和微生物法检测一致性较好, 精密度、准确性等均符合要求; 针对水解蛋白奶粉, 微生物法检测准确性和稳定性较高效液相色谱法好。

关键词: 泛酸; 基质; 奶粉; 高效液相色谱法; 微生物法

Comparison of detection methods of pantothenic acid in different matrix milk powder

QU Ya-Li, YIN Ya-Xin, ZUO Li-Na, ZHANG Yao-Guang, CHAI Yan-Bing, LIU Li,
ZHANG Ying, LI Fei, XIAO Shu-Zhen, LIU Zhi-Nan*
(Shijiazhuang Junlebao Dairy Co. Ltd., Shijiazhuang 050021, China)

ABSTRACT: Objective To compare the detection methods of pantothenic acid in different matrix milk powder, in order to explore the optimal method and conditions for the detection of pantothenic acid in different milk powder matrix. **Methods** Milk powder without hydrolyzed protein and milk powder with hydrolyzed protein were taken as research object. High performance liquid chromatography (HPLC) and microbiological method in GB 5009.210-2016 *National food safety standard-Determination of pantothenic acid* were used for detection. The advantages and disadvantages of the 2 methods were evaluated, and the optimal detection method was selected. **Results** For high performance liquid chromatograph, adjustment from the optimization of chromatographic conditions, replacement of chromatographic column, precipitation of protein, pH value and other aspects could not reduce the interference of miscellaneous peaks on the target peak. Only adjusting the proportion of mobile phase could achieve the separation of target peak and impurity peak. However, this method was time-consuming and irregular, would cause partial waste of equipment, consumables and personnel to a certain extent, and the repetition rate was low, so it was not suitable to

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC1604302)

Fund: Supported by Key Research and Development Program of China(2018YFC1604302)

*通讯作者: 刘志楠, 高级工程师, 主要研究方向为乳制品行业质量管理、研发管理、检验管理工作。E-mail: liuzhinan@jlbry.com

*Corresponding author: LIU Zhi-Nan, Senior Engineer, Shijiazhuang Junlebao Dairy Co. Ltd., Shijiazhuang 050021, China. E-mail: liuzhinan@jlbry.com

use. The accuracy and stability of microbiological method for different matrix milk powder (including hydrolyzed protein milk powder) could meet the requirements of the method. **Conclusion** For most milk powder (except hydrolyzed protein matrix), high performance liquid chromatography and microbiological method have good consistency, the precision and accuracy meet the requirements; For hydrolyzed protein milk powder, the accuracy and stability of microbiological method are better than those of high performance liquid chromatography.

KEY WORDS: pantothenic acid; matrix; hydrolyzed protein milk powder; high performance liquid chromatograph; microbiological method

1 引言

泛酸又名维生素 B₅、遍多酸,属于水溶性的维生素,因其广泛存在于生物体而得名。泛酸是辅酶 A 的前体物质,参与体内蛋白质、脂肪、糖类等物质的代谢,是人体维持正常生理功能所必须的一种微量元素^[1-3]。一般人体从日常饮食中可摄取足量泛酸,无需额外补充,而对于特殊人群,例如患有消化、吸收、代谢障碍疾病的患者需食用添加泛酸食品(泛酸作为营养强化剂添加至食品中,例如婴幼儿配方奶粉、调制乳粉、调制米粉等)^[4,5]。目前国家标准 GB 10765-2010《食品安全国家标准 婴儿配方食品》^[6]、GB 10767-2010《食品安全国家标准 大婴儿和幼儿配方食品》^[7]、GB 29922-2013《食品安全国家标准 特殊医学用途配方食品通则》^[8]、GB 25596-2010《食品安全国家标准 特殊医学用途婴儿配方食品通则》^[9]、T/CGSS 004-2019《适老营养配方食品通则》^[10]中均规定了泛酸的含量,因此泛酸含量检测作为上述食品中的重要监控指标。

目前,国家颁布的泛酸检测方法为 GB 5009.210-2016《食品安全国家标准 食品中泛酸的测定》^[11],包含微生物法(第一法)和高效液相色谱法(high performance liquid chromatograph, HPLC)(第二法)。2 种方法各有优缺点,微生物法成本低经济实用^[12],仪器投入维护少,但是操作步骤繁琐,对人员和环境设施要求高,且检测周期长;高效液相色谱法操作简单,对人员要求不高,检测周期短,但需要仪器成本和投入。

近年来随着国家二孩政策放开、辅助生殖技术和经济水平等综合因素的影响下,早产儿/极低出生体重儿的出生率逐年提升,其胃肠道发育不完善及对营养的高需求,使得早期喂养尤为重要^[13],有研究表明^[14,15]使用水解蛋白奶粉过渡期喂养对避免早产儿/极低出生体重儿喂养不耐受、缩短胎便排尽时间、缩短恢复出生体质量时间及达全肠道喂养时间等方面存在优势,可有效提升喂养耐受性,减少胃出血、低血糖等并发症,明显改善生长发育指标。

水解蛋白奶粉就是将完整的大分子蛋白切割成小分子的蛋白或游离的氨基酸^[16]。目前,市场上特殊人群(对大分子蛋白过敏的婴幼儿或体质特殊的人群)对水解蛋白乳粉的需求越来越大,本研究以一般奶粉(不含水解蛋白奶粉)和水解

蛋白奶粉为研究对象,采用微生物法和高效液相色谱法检测,从线性关系、精密度、重复性、加标回收几方面验证方法的可操作性,评价 2 种方法的优缺点,以期为进一步研究不同基质泛酸的检测问题提供实验数据和研究材料。

2 材料与方法

2.1 材料和试剂

2.1.1 实验样品

样品为市售 4 个品牌 12 种奶粉(包含 1、2、3 段正常奶粉和含部分水解蛋白奶粉)。

2.1.2 实验菌种

植物乳杆菌 ATCC 8014(供应商供应)。

2.1.3 实验试剂

泛酸钙标准品(纯度 $\geq 99\%$,美国 Sigma 公司);乳杆菌琼脂培养基、乳杆菌肉汤培养基(美国 BD 公司);泛酸测定培养基(北京陆桥技术股份有限公司);氯化钠(分析纯,天津市大茂化学试剂厂);乙醇、乙酸钠(分析纯,天津市永大化学试剂有限公司);冰乙酸(99.8%)、磷酸二氢钾(99.5%,色谱纯)(天津市科密欧化学试剂有限公司)。

2.1.4 实验仪器

FE28 梅特勒-托利多酸度计、ME204E 分析天平梅特勒-托利多上海有限公司;Waters2695 高效液相色谱仪(上海沃特世科技有限公司);EVOLITION 紫外可见分光光度计(美国赛默飞世尔公司);XT5116-IN420 恒温培养箱(误差范围 $37\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$,杭州雪中炭恒温技术有限公司);SQ810C 压力蒸汽消毒器 $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ (雅马拓有限公司);IKA MS3 涡旋混匀器(德国 IKA 公司);TG16 离心机:转速 $\geq 3000\text{ r/min}$ (上海卢湘仪有限公司);ACB-4A1 超净工作台(新加坡艺思高科技有限公司);KQ500DE 超声振荡器(昆山舒美超声仪器有限公司)。

色谱柱: X BridgeC18($5\text{ }\mu\text{m}$, $4.6\text{ mm}\times 250\text{ mm}$)、X BridgeShield RP18($5\text{ }\mu\text{m}$, $4.6\text{ mm}\times 250\text{ mm}$)(上海沃特世有限公司); ODS-2 Hypersil($5\text{ }\mu\text{m}$, $4.6\text{ mm}\times 250\text{ mm}$)美国赛默飞有限公司。

2.2 实验方法

2.2.1 溶液配制

氯化钠溶液:称取 9 g 氯化钠,加水溶解并稀释至

1000 mL, 混匀, 临用前预先灭菌, 于 121 °C 高压灭菌 15 min 后备用。

乙醇溶液(20%): 量取 200 mL 无水乙醇与 800 mL 水混匀。

乙酸溶液(0.2 mol/L): 吸取 11.8 mL 冰乙酸, 用水稀释至 1000 mL, 混匀。

乙酸钠溶液(0.2 mol/L): 称取 27.2 g 三水合乙酸钠, 加水溶解并稀释至 1000 mL, 混匀。

磷酸二氢钾溶液(0.02 mol/L): 称取 2.722 g 磷酸二氢钾, 加水溶解并稀释至 500 mL 容量瓶混匀, 调节 PH 至 3.0, 再用水定容至 1000 mL, 混匀。

2.2.2 HPLC 法和微生物法针对不同基质检测的适宜性

以水解蛋白奶粉和不含水解蛋白奶粉 2 种基质为研究对象, 从线性关系、精密度、重复性、加标回收几方面验证方法的可操作性。

按照 GB 5009.210-2016《食品安全国家标准 食品中泛酸的测定》^[11]微生物法(第一法)和高效液相色谱法(第二法)进行检测, 分别测出各样品的泛酸含量及相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)、准确度和精密度, 比较不同基质奶粉对该方法的适用性。

高效液相色谱法检测水解蛋白奶粉易有杂峰干扰, 本实验同时还进行方法研究, 验证何种条件变更(从色谱条件、色谱柱、检测波长、前处理几个方面进行调整), 有效减少杂峰对实验结果的影响。

(1) 色谱条件优化

基础洗脱条件为有机相 5%、水相 95%, 当出现目标峰和杂峰不易分离的现象时, 调整流动相的比例, 由于目标峰后面有一部分无杂峰的“平坦区域”, 所以尽量调低有机相的比例, 延长出峰时间, 可每次调整 0.2%, 逐步调整, 直至目标峰和杂峰分开。

(2) 更换色谱柱

常见色谱柱有 C₁₈、ODS 和 RP 柱, 采用不同色谱柱检测实验结果比对, 观察不同色谱柱条件下, 目标峰和杂峰的分离情况。

(3) 更换检测波长

更换检测波长(200、205、210 nm), 根据标样峰面积数值选取最适波长进行检测, 观察目标峰和杂峰的分离情况。

(4) 调节沉淀蛋白的盐酸浓度

本研究尝试调整沉淀蛋白的盐酸浓度, 分别采用 5、2.5、1.0 mol/L 盐酸沉淀蛋白, 通过提升蛋白沉淀率, 较少杂峰干扰。

3 结果与分析

3.1 仪器法与微生物法检测

3.1.1 HPLC 方法

(1) 标准曲线

精密量取泛酸储备液配置成浓度为 1.0、2.0、4.0、8.0、12.0、16.0 mol/L, 以浓度为横坐标, 峰面积为纵坐标进行线性回归。标准曲线方程为 $Y=1.707012 \times 10^3 X + 3.712459$, 相关系数 $r^2=0.999831$, HPLC 法线性良好。

(2) 精密度

如表 1 所示, 本次检测 6 组数据泛酸精密度均 < 5%, 符合国标要求, 说明此方法适用于泛酸含量的检测。

表 1 HPLC 法泛酸精密度实验

Table 1 Precision experiment of pantothenic acid by HPLC

样品	A	B	C	D	E	F
检测结果/(mg/100 g)	3.98	5.25	4.85	5.67	3.51	4.85
	3.86	5.39	4.79	5.49	3.63	4.77
精密度/%	3.06	2.63	1.24	3.23	3.36	1.66

(3) 重复性

如表 2 所示, 本次检测 6 个样品, 每个样品 6 组平行, 每组奶粉的 RSD 值在 1.76%~3.32%, 方法重复性好。

(4) 回收率

如表 3 所示, 本次检测进行 3 组加标, 每组加标重复检测 6 次, 平均回收率在 95%~100%之间, 6 组重复性检测标准偏差 < 5%, 说明此方法准确性符合要求。

表 2 HPLC 法泛酸重复性检测结果

Table 2 Repeatability test results of pantothenic acid by HPLC

样品	泛酸含量/(mg/100g)						平均值 (mg/100 g)	RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
A	3.98	3.86	4.01	3.99	3.85	4	3.95	1.850
B	5.25	5.39	5.28	5.5	5.47	5.63	5.42	2.640
C	4.85	4.79	4.67	5.05	4.99	4.94	4.88	2.863
D	5.67	5.49	5.68	5.21	5.39	5.6	5.51	3.322
E	3.51	3.63	3.58	3.4	3.6	3.55	3.55	2.318
F	4.85	4.77	4.89	5	4.78	4.9	4.87	1.757

3.1.2 微生物方法验证

(1)标准曲线

以标准系列管泛酸含量为横坐标,每个标准点透光率(或吸光度值)均值为纵坐标本次检测标准曲线回归方程 $Y=0.0139X$, 相关系数 $r^2=0.9932$, 说明微生物法检测标准曲线线性良好。

(2)精密度和加标回收

如表 4 所示, 本次检测 3 组数据泛酸精密度均 $<5\%$, 加标回收率为 99.8%, 此方法准确性符合要求,说明此方法适用于泛酸含量的检测。

(3)重复性

本次检测 6 个样品, 每个样品 6 组平行, 结果如表

5 所示。每组奶粉的 RSD 值在 2.66%~4.39%, 方法重复性好。

3.2 2 种方法比对

如表 6 所示, HPLC 法和微生物法泛酸检测结果 RSD 值在 0.90%~5.26%, 比对效果好, 且 2 种方法的精密度、加标回收均满足方法要求, 均可出具准确结果。

同时参照上述实验, HPLC 法重复性每组实验 RSD 值在 1.76%~3.32%; 微生物法重复性每组实验 RSD 值在 2.66%~4.39%。说明仪器法检测重复性好, 数值稳定; 仪器法检测部分水解蛋白奶粉由于杂峰干扰, 无法出具准确结果; 微生物法重复性较仪器法略差, 但检测范围广, 含部分水解蛋白奶粉均可正常出具结果, 检测结果准确。

表 3 HPLC 法泛酸加标回收检测结果
Table 3 Spiked recovery results of HPLC method pantothenic acid

本底值/(mg/100 g)	加标量/(mg/100 g)	回收率/%	平均回收率/%	相对标准偏差/%
3.95	1.0	91.3、95.3、96.7、93.2、94.5、100.3	95.2	3.2
	2.0	96.7、95.8、93.9、103.2、94.8、99.1	97.2	3.5
	4.0	103.5、94.8、97.2、98.5、99.6、101.4	99.2	3.1

表 4 微生物法检测泛酸精密度和加标回收表
Table 4 Precision and standard recovery table of pantothenic acid by microbial method detection

样品	泛酸含量/(mg/100 g)	精密度/%	回收率/%
A	4.00	1.005	/
	3.96		
B	5.65	3.307	/
	5.84		
C	4.65	3.501	99.8
	4.49		

表 5 微生物法泛酸重复性检测结果
Table 5 Repeatability test results of pantothenic acid by microbial method

样品	泛酸含量/(mg/100 g)						平均值 (mg/100 g)	RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
A	4	3.96	3.92	4.02	3.94	4.32	4.03	3.686
B	5.65	5.84	5.32	5.6	5.45	5.45	5.55	3.316
C	4.65	4.49	4.47	4.75	4.69	4.74	4.63	2.656
D	5.37	5.59	5.48	5.61	5.09	5.3	5.41	3.637
E	3.41	3.53	3.38	3.42	3.79	3.45	3.50	4.362
F	4.65	4.77	4.79	4.26	4.68	4.8	4.66	4.390

3.3 不同基质奶粉检测差异研究

3.3.1 峰型

本研究检测 6 个样本, 3 个普通样品峰型正常(图 1), 检测结果均在 3~6 mg/100 g, 3 个含部分水解蛋白奶粉出现异常峰型(图 2): 杂峰较多、部分杂峰与目标峰连在一起, 不易分开; 目标峰将杂峰全部吞进(峰值面积远大于普通

奶粉的峰面积)。

3.3.2 检测结果

如表 7 所示, 本研究检测 6 个样本, 3 个普通样品泛酸结果可以正常出具, 3 个含水解蛋白奶粉由于峰型异常无法出具检测结果, 说明 HPLC 在检测含水解蛋白奶粉方面存在一定局限性。

表 6 HPLC 法和微生物法泛酸检测结果表
Table 6 Test results of pantothenic acid by HPLC method and microbial method

样品	泛酸含量(mg/100 g)		RSD/%	备注
	液相法	微生物法		
A	3.95	4.03	1.96	
B	5.42	5.55	2.40	
C	4.88	4.63	5.26	普通奶粉
D	5.51	5.41	1.83	
E	3.55	3.50	0.90	
F	4.87	4.66	4.34	
G	/	4.97	/	
H	/	5.14	/	
I	/	3.51	/	含深度水解蛋白奶粉
J	/	5.18	/	
K	/	3.86	/	
L	/	3.52	/	

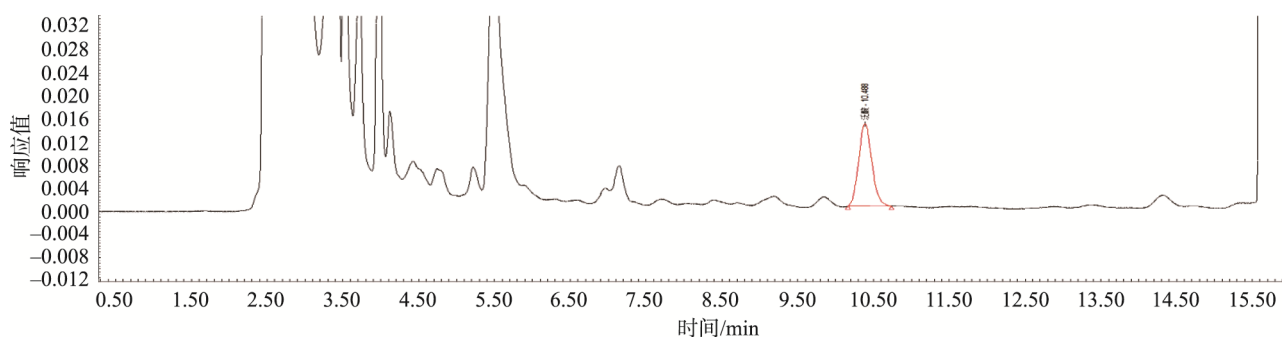
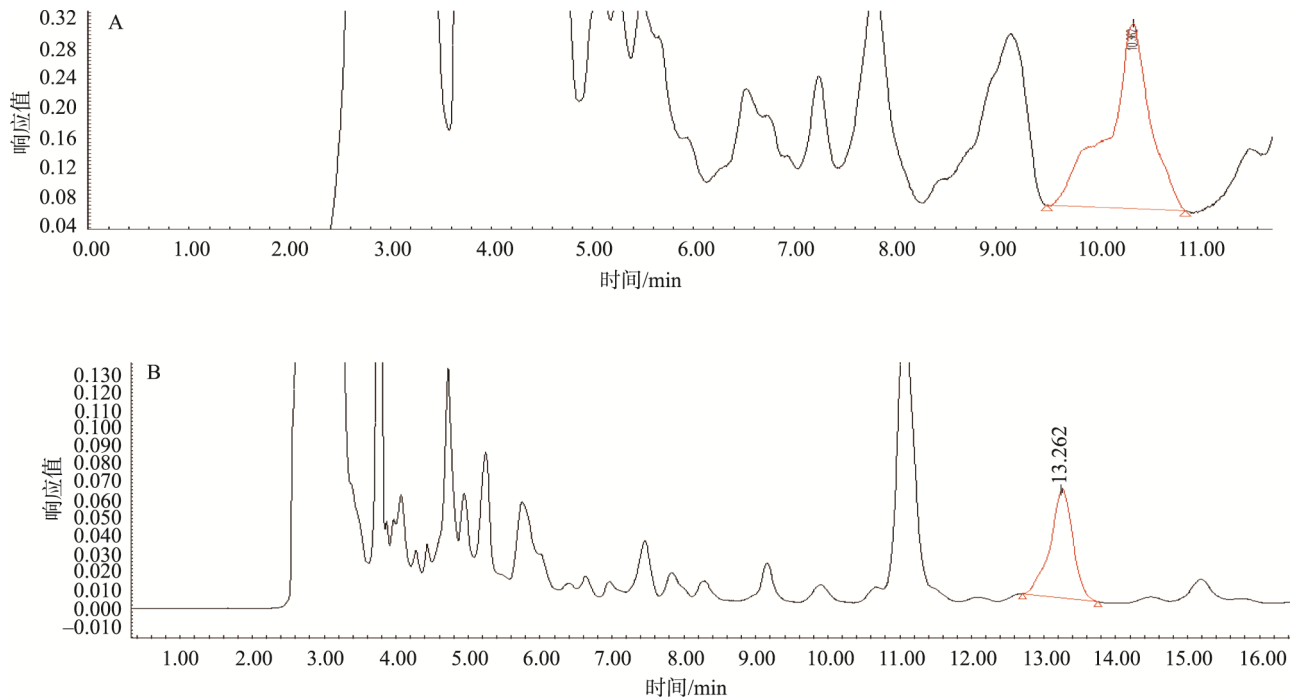


图 1 正常峰型图
Fig.1 Normal peak pattern



注: A. 目标峰与杂峰不易分开; B. 吞峰, 峰值面积远大于普通奶粉的峰面积。

图 2 异常峰型图 2

Fig.2 Abnormal peak pattern

表 7 HPLC 法检测不同基质奶粉泛酸检测结果

Table 7 Detection results of pantothenic acid in different matrix milk powder by HPLC method

样品	A	B	C	G	H	I
检测结果	3.98	5.25	4.85	/	/	/
/(mg/100 g)	3.86	5.39	4.79	/	/	/
精密度/%	3.06	2.63	1.24	/	/	/
备注	正常奶粉		水解蛋白奶粉(异常峰型, 无法出具结果)			

注: /表示峰型异常无法出具检测结果。

3.3.3 色谱条件变更

如表 8 所示, 3 种色谱柱均不能将目标峰与杂峰有

效分离。其中 ODS 柱较 C₁₈ 和 ODS 柱分离效果略好; 210 nm 波长检测峰面积最大, 收集信号强烈, 检测效果好, 但采用 210 nm 波长检测的色谱峰仍不能与杂峰的有效分离, 说明更换色谱柱和调整检测波长不能从本质上解决杂峰问题, 仅调整流动相比比例, 可以使目标峰和杂峰有效分离。

由图 3~4 所示, 可根据实际峰型, 进行流动相比比例调整, 本次实验将流动相的比例调整为有机相 4.4%、水相 95.6%可以实现目标峰和杂峰的分离, 但是采用同样样品以相同比例流动相再次检测时发现: 目标峰仍然与杂峰连在一起, 出现异常峰型。说明此方法重复性差, 无规律, 每一个异常峰型样品均需逐步调整流动相比比例才有可能出现正常峰型。

表 8 色谱条件变更前后杂峰的干扰结果对比表

Table 8 Comparison table of interference results of impurity peaks before and after the change of chromatographic conditions

变更条件	调整流动相比比例	色谱柱更换			更换最适波长	调节沉淀蛋白酸液浓度/(mol/L)		
		ODS 柱	C ₁₈ 柱	RP 柱		1	2.5	5
变更前	-	-	-	-	-	-	-	-
变更后	+	-	-	-	-	-	-	-

注: "+"表示目标峰和杂峰可以有效分离; "-"表示目标峰受杂峰干扰。

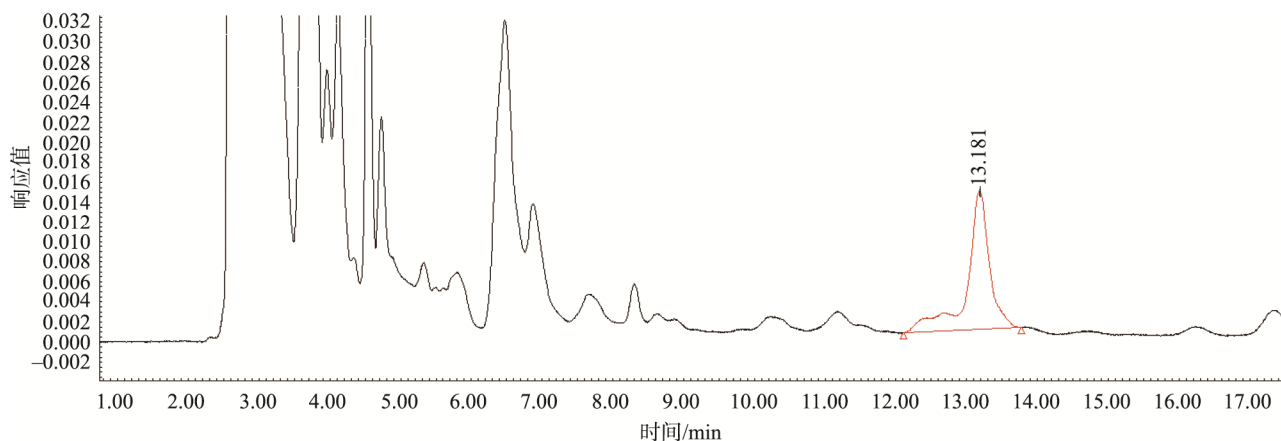


图 3 调整流动相比例之前的色谱图

Fig.3 Chromatogram before adjusting mobile phase proportion

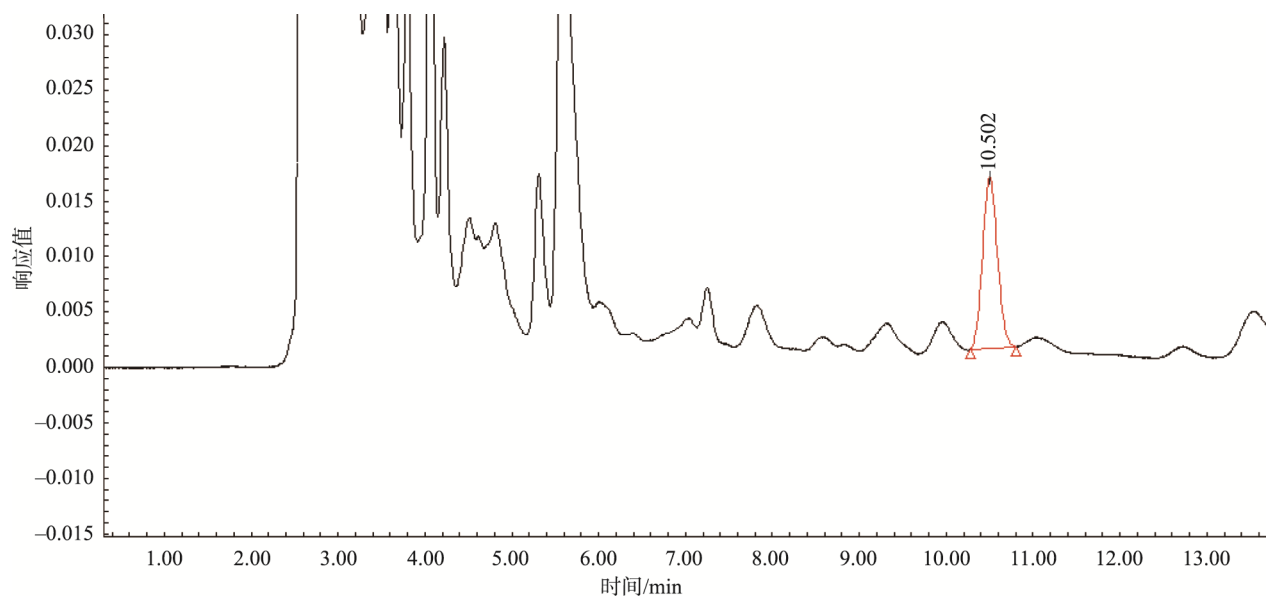


图 4 调整流动相比例之后的色谱图

Fig.4 Chromatogram after adjusting mobile phase proportion

3.4 市面上常见 12 种奶粉检测结果分析

本研究采用 HPLC 法和微生物法检测市面上常见的 4 个品牌 12 种奶粉(含 1、2、3 段)奶粉, 检测结果如表 9, 市面上常见 12 种奶粉检测结果均符合国标要求, 且 1 段奶粉检测值/标签值在 1.52~1.82 之间, 2 段奶粉检测值/标签值在 1.45~1.82 之间; 3 段奶粉检测值/标签值在 1.24~2.12 之间, 检测值均大于标签值, 且在标签值 1~3 倍浮动。

4 结论与讨论

本研究对 HPLC 和微生物法 2 种方法进行比较, 2 种方法检测一致性较好, 精密度、准确性等均符合要求。微生物法检测范围广, 受基质影响小, 市面上常见的婴幼儿配方奶粉均可检测; HPLC 法重复性优于微生物法, 适用于

检测不含水解蛋白奶粉。

本研究对 HPLC 法检测水解蛋白奶粉从前处理、更换色谱柱和检测波长、流动相比例几个方面进行优化: 水解蛋白奶粉将大分子蛋白切割成小分子蛋白, 目前 GB 5009.210-2016《食品安全国家标准 食品中泛酸的测定》^[11] 中 HPLC 法前处理过程, 小分子蛋白无法简单用酸高效沉淀, 采用不同浓度盐酸沉淀蛋白, 效果均不好, 不能将目标峰与杂峰有效分离, 有研究采用乙腈沉淀蛋白, 离心过滤后采用质谱检测^[12], 本研究尝试用乙腈沉淀, 但由于色谱的分辨率较质谱低, 采用乙腈沉淀后, 样品中泛酸的含量较低, 用 HPLC 无法识别, 若变更乙腈处理方式可尝试联合使用质谱检测; 通过更换色谱柱和调整检测波长不能从本质上解决杂峰问题, 仅有调整流动相的比例可以实现目标峰和杂峰的分离, 但是调整耗时较长, 一般 3~6 h 才

能完成,且该流动相比比例无法固化(用该比例流动相检测同一含水解蛋白样品依然无法分开目标峰和杂峰,需重新调整)。该方法耗时长、无规律,对仪器设备耗材和人员均

造成部分程度浪费,且重复性低。调整时建议根据峰型(例如目标峰后面无杂峰调整流动相比比例时将出峰时间延后;目标峰前面无杂峰调整流动相比比例时将出峰时间提前)。

表 9 市面上常见 12 种奶粉检测泛酸值
Table 9 Pantothenic acid value of 12 kinds of common milk powder on the market

婴配奶粉	泛酸含量/(mg/100 g)	标签值	检测值/标签值	国标要求限值/(mg/100 g)	备注
婴儿	3.95	2.60	1.52	2.016~10.038	普通奶粉
	3.55	2.27	1.56		
	4.97	2.80	1.78		含深度水解蛋白奶粉
较大婴儿	5.18	2.84	1.82	≥ 1.400	普通奶粉
	4.88	3.36	1.45		
	4.87	3.36	1.45		
	5.14	2.83	1.82		含深度水解蛋白奶粉
	3.86	2.48	1.56		
幼儿	5.42	2.56	2.12	≥ 1.401	普通奶粉
	5.51	3.36	1.64		
	3.51	1.89	1.86		
	3.52	2.83	1.24		含深度水解蛋白奶粉

参考文献

- [1] 李兴霖, 杨光, 赵平, 等. 微生物法测定婴幼儿配方奶粉中的泛酸含量[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(6): 2257-2262.
Li XL, Yang G, Zhao P, et al. Detection of pantothenic acid in infant formula powders by microbiological method [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(6): 2257-2262.
- [2] Xu JS, Patassini S, Begley P, et al. Cerebral deficiency of vitamin B₅ (D-pantothenic acid; pantothenate) as a potentially-reversible cause of neurodegeneration and dementia in sporadic Alzheimer's disease [J]. Biochem Biophys Res Commun, 2020, 527(3): 676-681.
- [3] Britton J, Taxiarchi P, Martin G, et al. Comparative quantitative survey of patient experience in Barrett's oesophagus and other gastrointestinal disorders [J]. BMJ Open Gastroenterol, 2020, 7(1): 138.
- [4] Jolanta L, Asle WM, Jens KH, et al. Erosive esophagitis and symptoms of gastroesophageal reflux disease in patients with morbid obesity with and without type 2 diabetes: A cross-sectional study [J]. J Metab Surg Allied Care, 2020, 30(3): 2667-2675.
- [5] Kristin H, Marit B, Marit E, et al. Dietary micronutrient composition affects fillet texture and muscle cell size in Atlantic salmon (*Salmo salar*) [J]. Aquacul Nutr, 2020, 26(3): 936-945.
- [6] GB 10765-2010 食品安全国家标准 婴儿配方食品[S].
GB 10765-2010 National food safety standard-Infant formula [S].
- [7] GB 10767-2010 食品安全国家标准 大婴儿和幼儿配方食品[S].
GB 10765-2010 National food safety standard-Infant and toddler formula [S].
- [8] GB 29922-2013 食品安全国家标准 特殊医学用途配方食品通则[S].
GB 29922-2013 National food safety standard-General rules for formula foods for special medical purposes [S].
- [9] GB 25596-2010 食品安全国家标准 特殊医学用途婴儿配方食品通则[S].
GB 25596-2010 National food safety standard-General rules for infant formula for special medical purposes [S].
- [10] T/CGSS 004-2019 适老营养配方食品通则[S].
T/CGSS 004-2019 General principles of nutrition formula food for the aged [S].
- [11] GB 5009.210-2016 食品安全国家标准 食品中泛酸的测定[S].
GB 5009.210-2016 National food safety standard-Determination of pantothenic acid in food [S].
- [12] 王晶, 芦云, 师佳, 等. 2 种国标方法检测婴幼儿奶粉中叶酸和泛酸含量比较[J]. 检验检疫科学, 2019, 29(3): 77-85.
Wang J, Lu Y, Shi J, et al. Comparison of folic acid and pantothenic acid in infant milk powder by two national standard methods [J]. Inspect Quarant Sci, 2019, 29(3): 77-85.
- [13] 荣道香, 方姗姗, 陈信, 等. 深度水解蛋白过渡期喂养极早/非常早产儿应用的临床观察[J]. 皖南医学院学报, 2020, 39(1): 54-57.
Rong DX, Fang SS, Chen X, et al. Clinical observation on the application of deep hydrolyzed protein in transitional period feeding very early/very premature infants [J]. Acta Acad Med Wannan, 2020, 39(1): 54-57.
- [14] 项怡, 汤庆娅. 母乳强化剂在极低出生体重儿母乳喂养中的应用

[J]. 临床儿科杂志, 2019, 37(2): 84-86.

Xiang Y, Tang QY. Application of breast milk fortifier in breast feeding of very low birth weight infants [J]. J Clin Pediatr, 2019, 37(2): 84-86.

[15] Corou GM, Pol S. New treatments for chronic hepatitis C virus infection [J]. Med Mal Infect, 2011, 41(11): 579-587.

[16] 方富良, 李娜. 超高效液相色谱-同位素稀释质谱法乳蛋白深度水解配方粉中的泛酸[J]. 食品安全导刊, 2018, (21): 69-70.

Fang FL, Li N. Determination of pantothenic acid in milk protein hydrolyzed formula powder by ultra performance liquid chromatography isotope dilution mass spectrometry [J]. Chin Food Saf Magaz, 2018, (21): 69-70.

(责任编辑: 李磅礴)

作者简介



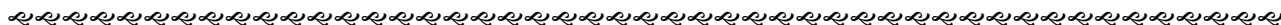
屈雅莉, 硕士, 中级工程师, 主要研究方向为乳制品行业质量管理、检验管理工作。

E-mail: 772336510@qq.com



刘志楠, 高级工程师, 主要研究方向为乳制品行业质量管理、研发管理、检验管理工作。

E-mail: liuzhinan@jlbry.com



“粮油加工与质量安全”专题征稿函

民以食为天, 食以安为先。食品安全的源头在农业, 粮油产品是基础。我国作为粮食生产大国和人口大国, 粮油质量安全受到政府、产业和消费者的高度关注。与此同时, 随着乡村振兴战略和农业高质量发展, 发掘不同产地、不同品种粮油产品特异品质, 促进优质粮油产品开发, 是推动粮油产业高质量发展、满足人民日益增长的消费需要的重要举措。

鉴于此, 本刊特别策划了“粮油加工与质量安全”专题, 主要围绕粮油加工工艺、质量安全检测技术研究、粮油产品特异品质挖掘与评价、粮油产品质量安全风险评估、真实性与产地溯源、检测方法的标准化和分析质量控制技术以及粮油质量安全管理技术等方面展开论述和研究, 本专题计划在 2021 年 4 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编吴永宁技术总师特别邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在 2021 年 1 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

同时, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com(注明专题)

《食品安全质量检测学报》编辑部