

高效液相色谱法测定食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的含量

冯鑫, 王珮玥, 齐鹤鸣, 韩深*, 别玮, 梁娜娜

(中国海关科学技术研究中心, 北京 100026)

摘要: **目的** 建立高效液相色谱法测定多种食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的含量的方法。**方法** 样品经20%氢氧化钾40℃皂化30 min后,用正己烷提取,浓缩蒸干后经Phenomenex Luna C₁₈色谱柱分离,以乙腈-水(95:5, V:V)为流动相等度洗脱,在二极管阵列检测器460 nm条件下检测,外标法定量。**结果** β -阿朴-8'-胡萝卜素醛在0.05~1 $\mu\text{g/mL}$ 质量浓度范围内线性关系良好,相关系数 $r^2 > 0.999$,检出限为0.0002 g/kg,回收率为92.3%~97.0%,相对标准偏差为2.0%~4.7%($n=6$)。**结论** 本方法检出限与定量限均可以满足国家标准中的限量要求,适用于多种食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的含量的检测。

关键词: β -阿朴-8'-胡萝卜素醛; 高效液相色谱法; 食品添加剂; 着色剂

Determination of β -apo-8'-carotenal in food by high performance liquid chromatography

FENG Xin, WANG Pei-Yue, QI He-Ming, HAN Shen*, BIE Wei, LIANG Na-Na

(Science and Technology Research Center of China Customs, Beijing, 100026, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of β -apo-8'-carotenal in food by high performance liquid chromatography. **Methods** The samples were saponified with 20% potassium hydroxide at 40 °C for 30 min, then extracted with n-hexane, concentrated and evaporated to dryness, and then separated with Phenomenex Luna C₁₈ column using acetonitrile-water (95:5, V:V) as mobile phase for isocratic elution, detected by a diode array detector at 460 nm, and quantified by external standard method. **Results** β -apo-8'-carotenal had a good linear relationship within the mass concentration range of 0.05–1 $\mu\text{g/mL}$, and the correlation coefficient r^2 was more than 0.999. The limit of detection was 0.0002 g/kg, the recoveries were 92.3%–97.0%, and the relative standard deviations were 2.0%–4.7% ($n=6$). **Conclusion** The limit of detection and limit of quantification of this method can meet the limit requirements in the national standard, and it is suitable for the detection of β -apo-8'-carotenal content in various foods.

KEY WORDS: β -apo-8'-carotenal; high performance liquid chromatography; food additives; colorants

基金项目: 食品安全国家标准制定项目(spaq-2018-042)

Fund: Supported by National Food Safety Standard Establishment Project (spaq-2018-042)

*通信作者: 韩深, 高级工程师, 主要研究方向为分析化学。E-mail: earthgod@sina.com

*Corresponding author: HAN Shen, Senior Engineer, China Customs Science and Technology Research Center, No. 6, Tianshuiyuan Street, Chaoyang District, Beijing 100026, China. E-mail: earthgod@sina.com

0 引言

β -阿朴-8'-胡萝卜素醛是深紫色带有金属光泽的结晶或结晶粉末,其作为黄色系类胡萝卜素^[1],与其他胡萝卜素化学性质相似,具备抗氧化提高免疫力的作用^[2-3],同时也可作为着色剂用于食品生产中。我国 GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》^[4]中规定 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛可作为着色剂用于风味发酵乳、再制干酪、冷冻饮品、糖果、焙烤食品、半固体符合调味料、饮料等多种食品中,但也规定了其使用限量,不同类别食品中限量在 0.005~0.020 g/kg 之间。

目前国际上已有高效液相色谱法、液相色谱串联质谱法、超临界色谱串联质谱法和薄层色谱法等^[5-8]对类胡萝卜素进行检测,但几乎不涉及 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的检测。NY/T 2897-2016《饲料中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的测定 高效液相色谱法》^[9]提供了饲料中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的检测方法,由于食品基质与饲料不同,因此食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛检测的前处理方法并不能直接使用饲料的方法。马瑞欣等^[10]建立了水产中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛检测方法,但是其在研究中也发现高脂肪含量的水产的 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的回收率较低,回收率在 62.6%~74.4%之间,但该文章中并未提出解决方案。

由于目前国内尚无食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的检测标准,同时现有的研究均未建立有效的食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的检测方法,而国家标准中规定了 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛在食品中的添加限量。因此本研究将建立高效液相色谱法测定食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的方法,旨在满足对 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛使用限量要求的检测需要,为有效监控提供必要的技术保障。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

LC-20AD 高效液相色谱仪配二极管阵列检测器(日本岛津公司); WNB45 恒温水浴(德国 Memmert 公司); DTU-2BN 氮吹仪(日本 Taitec 公司); 3K15 离心机(德国 Sigma 公司)。

β -阿朴-8'-胡萝卜素醛标准物质(纯度 $\geq 98\%$, 采购于 Sigma-Aldrich 公司)。

乙腈、甲醇、甲基叔丁基醚(色谱纯, 美国 Fisher 公司); 正己烷、氢氧化钾、无水乙醇、抗坏血酸(分析纯, 国药集团); 0.45 μm 有机滤膜(天津津滕公司); 实验室用水为 Milli-Q 超纯水。

采集北京市售酸奶、再制干酪、冰淇淋、焙烤糕点、橙汁、硬糖、软糖及调味料样品, 取样量均大于 200 g。

1.2 标准溶液的配制

1.2.1 标准储备液的配制

准确称取 1 mg β -阿朴-8'-胡萝卜素醛标准品, 用 1 mL 乙腈溶解后, 再转移至 100 mL 棕色容量瓶中, 用乙腈溶液定容至 100 mL, 混匀。将溶液转移至棕色容器中, 配制成浓度为 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛标准储备液, 保存于 $-18\text{ }^\circ\text{C}$ 。

1.2.2 标准工作液的配制

分别吸取适量的 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛标准储备液于 10 mL 棕色容量瓶中, 加乙腈定容至刻度, 配制成质量浓度分别为 0.0500、0.100、0.200、0.500、1.00 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的工作液。临用现配。

1.3 液相色谱条件

色谱柱: Phenomenex Luna C₁₈(150 mm \times 4.6 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈-水(95:5, V:V), 等度洗脱, 流速为 1.0 mL/min; 检测波长为 460 nm; 柱温箱温度为 35 $^\circ\text{C}$; 进样器进样量为 50 μL 。

1.4 样品前处理方法

准确称取均质后的样品 2 g(精确值 0.0001 g)于 50 mL 离心管中, 加入约 0.2 g 抗坏血酸, 10 mL 无水乙醇, 10 mL 20%氢氧化钾溶液, 涡旋振荡 1 min 混匀, 置于 40 $^\circ\text{C}$ 恒温水浴箱内避光振荡皂化 30 min。加入 10 mL 正己烷避光涡旋振荡提取 3 min, 重复提取 2 次, 合并提取液, 用 10 mL 水洗涤正己烷层, 4000 r/min 离心 3 min 分层, 合并有机相于室温条件下浓缩至近干。准确加入 20 mL 乙腈涡旋振荡溶解残渣, 过 0.45 μm 有机滤膜, 供液相色谱测定。

2 结果与分析

2.1 色谱条件的建立

2.1.1 检测波长的选择

β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的乙腈溶液呈黄色, 其化学结构中也存在较多的双键, 结构图见图 1, 因此会具有特征性的紫外吸收波长。通过二极管阵列检测器进行全波长扫描, 发现 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛在 460 nm 处有最大吸收峰, 故本研究的高效液相色谱法选择 460 nm 作为检测波长。

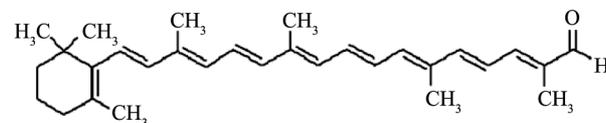


图1 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛结构图

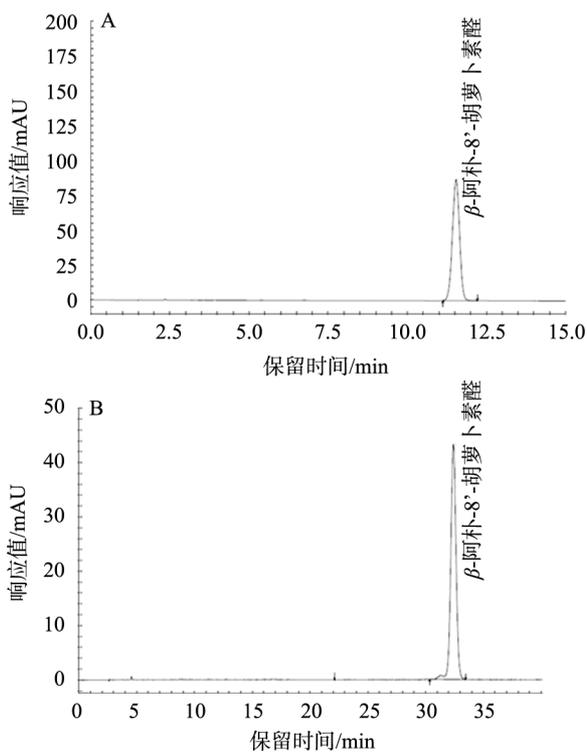
Fig.1 Structural formula of β -apo-8'-carotenal

2.1.2 流动相的选择

标准 NY/T 2897—2016《饲料中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的测定 高效液相色谱法》中采用了甲醇-乙腈-三乙胺以

及甲基叔丁基醚-甲醇-水-三乙胺的流动相体系。该流动相体系存在以下问题: (1)使用的甲基叔丁基醚具有较为强烈的刺激性气味, 且为易制爆试剂, 储存和使用较为不便; (2)三乙胺作为改性剂, 可以减少色谱峰拖尾, 但由于三乙胺与色谱柱的硅羟基结合, 会导致色谱柱寿命降低, 不利于长期使用; (3) β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的保留时间较大, 不方便应用于大量样品的检测。

基于以上局限, 本研究采用较为简便的流动相进行检测, 采用高比例的乙腈作为流动相对待测物进行了检测, 乙腈-水(95:5, V:V)与 NY/T 2897—2016 中 2 种流动相体系的色谱峰对比情况如图 2 所示。发现使用 NY/T 2897-2016 方法流动相存在以下几个问题: (1)出峰时间晚, 保留时间是 32.5 min; (2)出峰对称性较差, 出现前伸, 说明该体系的 pH 值可能需要重新调整。而使用乙腈-水体系作为流动相, 保留时间为 11.5 min 且峰型较好, 因此决定采用该流动相体系。



注: A: 乙腈-水(95:5, V:V); B: NY/T 2897—2016 方法。

图 2 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛不同流动相条件下色谱图的对比

Fig.2 Comparison of chromatograms of β -apu-8'-carotenal under different mobile phase conditions

2.2 前处理方法的建立

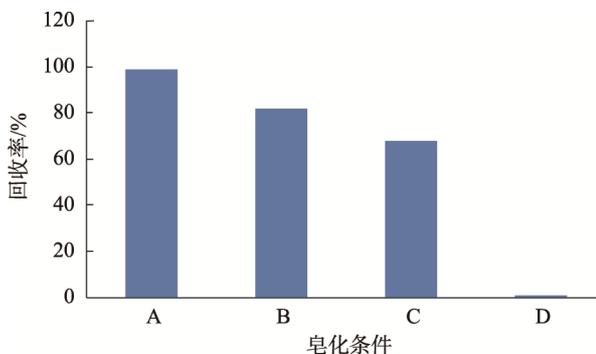
2.2.1 皂化条件的建立

马瑞欣等^[10]发现高脂肪含量可能会影响 β -阿朴-8'-胡

萝卜素醛的回收率偏低。同时 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛可作为添加剂应用于多种食品中, 其中包含焙烤食品、酸奶、冷冻饮品等含脂的食品, 因此建立有效地除脂方案是研究的重点。

目前在食品检测方面中常见的除脂肪的方法有以下几种: (1)使用乙腈饱和正己烷, 如多种兽药残留检测的前处理^[11-12], 这需要待测物在乙腈中的溶解度显著大于在正己烷中的溶解度, 由于 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛既可溶于正己烷, 也可以溶于乙腈, 因此使用乙腈饱和正己烷除脂在理论上是不可行的; (2)使用脂肪酶, 如乳制品中维生素 K_1 的测定^[13-14]。由于多种食品中均可以使用 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛, 加入的脂肪酶活性和量及所需温度应根据食品基质的不同而采用不同方案, 此方法不易批量使用; (3)皂化反应, 如食品中维生素 A、D、E^[15], 胡萝卜素^[16]、叶黄素^[17]的检测等, 其原理是样品在不同温度下与不同浓度氢氧化钾发生皂化反应, 可将脂肪分解为脂肪酸和甘油, 此方法除脂效果明显且已被大多数类胡萝卜素类检测方法所采用, 因此本实验采用皂化反应的方式除脂。

皂化是为了除去食品中的脂肪, 脂肪在一定温度下被氢氧化钾分解成甘油和脂肪酸。影响皂化除脂效果的因素包括: 皂化时氢氧化钾的浓度、皂化的反应温度。既要保证除脂效果, 又要保证待测物 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的稳定性。实验通过对 2 个关键因素的选择, 选出适用的检测条件。氢氧化钾溶液选用 20%和 40%的 2 个浓度进行对比, 皂化温度则采用 40 °C与 55 °C 2 个温度进行对比, 通过组合可以排列出 4 种实验条件。通过图 3 可以发现, 使用 40%氢氧化钾溶液进行皂化时, 待测物 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的响应值比 20%氢氧化钾皂化低; 40 °C与 55 °C 2 个反应温度下 40 °C对待测物响应值的影响较小。即采用低浓度氢氧化钾, 较低温度进行皂化。



注: A: 20%氢氧化钾, 40 °C; B: 20%氢氧化钾, 55 °C; C: 40%氢氧化钾, 40 °C; D: 40%氢氧化钾, 55 °C。

图 3 不同皂化条件下 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛回收率的对比
Fig.3 Comparison of recoveries of β -apu-8'-carotenal under different saponification conditions

2.2.2 提取方法的建立

样品经皂化后,使食品样品中的 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛游离,但仍通过一定的方式进行提取才可以进行上机检测。 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛可溶解在乙腈、正己烷和石油醚等有机试剂中。由于皂化反应使用的是氢氧化钾水溶液,因此可溶解在水中的乙腈不适用于作为液液萃取的试剂。石油醚由于易爆性,暂不考虑其作为首选试剂。通过 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的极性进行初步判断后,根据相似相溶性,选择溶解性较好的正己烷作为提取试剂。将标准溶液稀释为不同浓度的溶液,通过正己烷进行提取,图4表明了随着提取次数的增加, β -阿朴-8'-胡萝卜素醛回收率的变化情况,可认为使用正己烷提取2次后 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛从皂化反应后的溶液中基本完全提取。

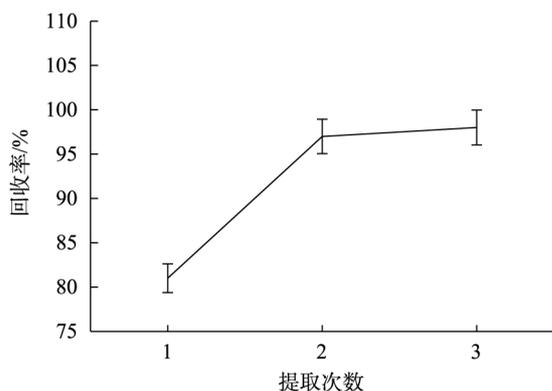


图4 正己烷提取次数对回收率的影响($n=3$)

Fig.4 Effect of n-hexane extraction times on recovery rate ($n=3$)

2.3 线性、定量限、回收率及精密度

2.3.1 线性范围及线性回归系数

标准系列工作液的浓度分别为0.0500、0.100、0.200、0.500、1.00 $\mu\text{g/mL}$ 。以标准系列工作液中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的浓度为横坐标,以色谱峰的峰面积为纵坐标,绘制标准曲线,求得标准曲线方程为: $Y=1200430X+13088.7$,线性相关系数 $r^2=0.99972$,当浓度在0.05~1.00 $\mu\text{g/mL}$ 范围内线性良好。

2.3.2 定量限、回收率及精密度

通过逐渐降低样品中所添加的标准溶液的浓度,当化合物信噪比(S/N)为3时,其质量浓度为0.00013 g/kg ,为保证检测方法的适用性及使用限量适用性(不同样品的使用限量分别在0.005~0.02 g/kg 之间),将检出限确定为0.0002 g/kg ,定量限确定为0.0005 g/kg 。

选择酸奶、再制干酪、含乳冰淇淋、硬糖、焙烤糕点、沙拉酱和橙汁样品进行加标回收实验。首先对样品本底值进行检测,检测结果均为未检出,再通过对阴性样品进行添加回收实验,添加水平为定量限(0.0005 g/kg)、2倍定量

限(0.001 g/kg)及依据GB 2760—2014^[4]中所要求的各自样品的限量水平。每个水平平行测定6次并计算相对标准偏差。结果见表1。回收率范围在90%~110%之间,相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)满足要求,满足GB/T 27404—2008《实验室质量控制规范 食品理化检测》^[18]的要求。

2.4 实际样品检测

采用本实验方法对目前部分市售商品中的 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛进行检测,检出某品牌鲜榨橙汁产品中含有 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛,该阳性样品色谱图见图5。实际样品检测结果如表2。

表1 不同样品中的 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的回收率和精密度($n=6$)

Table 1 Recoveries and precisions of β -apu-8'-carotenol in different samples ($n=6$)

样品	样本本底值 /(g/kg)	添加浓度 /(g/kg)	平均回收率 /%	RSD/ %
酸奶	<0.0002	0.0005	92.3	4.7
		0.001	95.2	3.4
		0.015	96.7	2.5
再制干酪	<0.0002	0.0005	93.6	4.5
		0.001	94.2	2.8
		0.018	95.6	3.0
冰淇淋	<0.0002	0.0005	94.0	2.6
		0.001	94.9	2.0
		0.02	93.8	2.0
硬糖	<0.0002	0.0005	94.9	4.1
		0.001	95.0	2.8
		0.015	95.1	3.3
焙烤糕点	<0.0002	0.0005	94.1	3.5
		0.001	95.2	2.3
		0.015	94.9	2.7
沙拉酱	<0.0002	0.0005	95.7	2.7
		0.001	95.0	3.1
		0.005	92.5	2.9
橙汁	<0.0002	0.0005	94.3	2.2
		0.010	93.9	2.9

表2 市售样品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的测定值
Table 2 Content of β -apo-8'-carotenal in different commercial samples

	第一次测定	第二次测定	平均值
	/(g/kg)	/(g/kg)	/(g/kg)
风味酸奶	<0.0002	<0.0002	<0.0002
软糖(黄色)	<0.0002	<0.0002	<0.0002
雪糕	<0.0002	<0.0002	<0.0002
鲜榨橙汁	0.000606	0.000624	0.000615

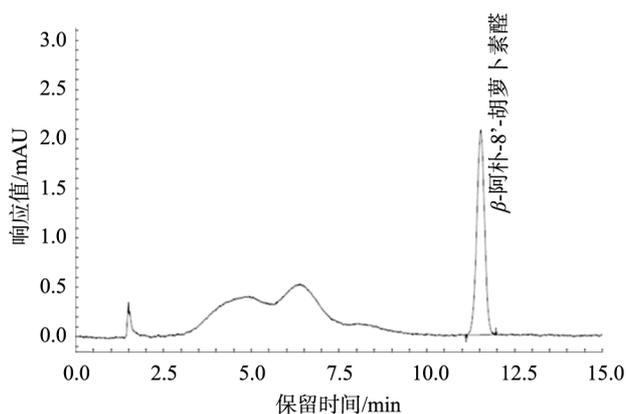


图5 某品牌鲜榨橙汁的 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的检测色谱图

Fig.5 Chromatogram of β -apo-8'-carotenal in fresh orange juice of a brand

3 结论

本研究建立了高效液相色谱测定食品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的方法,检测方法为:样品经20%氢氧化钾40℃皂化30min后,用正己烷提取,浓缩蒸干后采用高效液相色谱,流动相条件为乙腈-水(95:5, V:V),经Phenomenex Luna C₁₈色谱柱分离,二极管阵列检测器460nm条件下检测,外标法定量。定量限为0.0005g/kg,可满足GB 2760中对该添加剂最大使用限量要求的需要,线性回归方程为 $Y=1200430X+13088.7$,线性相关系数 $r^2=0.99972$,相对标准偏差 $\leq 5.0\%$,平均回收率92.3%~97.0%,满足GB/T 27404中的方法学要求。并通过实际样品检测,检出一例阳性样品。以上实验结果表明,该方法前处理简单,精密度、回收率可满足食品检测需要和实验室批量检测需要。

参考文献

[1] 焦广睿,王柯. 高效液相色谱-串联质谱法测定蛋黄中4种类胡萝卜素

着色剂的含量[J]. 上海预防医学, 2018, 30(6): 472-475.

JIAO GR, WANG K. Simultaneous determination of 4 carotenoid pigments in yolk by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Shanghai J Prev Med, 2018, 30(6): 472-475.

[2] 靳青,毕宇霖,刘晓牧,等. 类胡萝卜素代谢及功能研究进展[J]. 动物营养学报, 2014, 26(12): 3561-3571.

JIN Q, BI YL, LIU XM, *et al.* Research progress on carotenoid metabolism and function [J]. Anim Nutr, 2014, 26(12): 3561-3571.

[3] CICERO A, COLLETTI A. Effects of carotenoids on health: Are all the same? results from clinical trials [J]. Curr Pharm Des, 2017, 23(17): 2422-2427.

[4] GB 2760—2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S].

GB 2760—2014 National food safety standards-Standard for uses of food additives [S].

[5] LI B, ZHAO H, LIU J, *et al.* Application of ultra-high performance supercritical fluid chromatography for the determination of carotenoids in dietary supplements [J]. J Chromatogr A, 2015, 1425: 287-292.

[6] RIVERA SM, CHRISTOU P, CANELA-GARAYOA R. Identification of carotenoids using mass spectrometry [J]. Mass Spectr Rev, 2014, 33(5): 353-372.

[7] FINKEL'SHTEIN EI. Modern methods of analysis of carotenoids (review) [J]. Pharm Chem J, 2016, 50: 96-107.

[8] AMORIM-CARRILHO KT, CEPEDA A, FENTE C, *et al.* Review of methods for analysis of carotenoids [J]. Trends Anal Chem, 2014, 56: 49-73.

[9] NY/T 2897—2016 饲料中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的测定 高效液相色谱法[S].

NY/T 2897—2016 Determination of β -apo-8'-Carotenal in feeds—High performance liquid chromatography [S].

[10] 马瑞欣,苏欢欢,梁艳红,等. 高效液相色谱法测定水产品中 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛的含量[J]. 河北渔业, 2012, 9: 40-42.

MA RX, SU HH, LIANG YH, *et al.* Determination of β -apo-8'-carotenal in aquatic product by high performance liquid chromatography [J]. Hebei Fisher, 2012, (9): 40-42.

[11] 卞华,秦宇,虞成华,等. 复合式提取净化体系结合超高效液相色谱-串联质谱法检测畜禽肉中120种抗生素药物残留[J]. 色谱, 2019, 37(2): 162-176.

BIAN H, QIN Y, YU CH, *et al.* Simultaneous determination of 120 veterinary antibiotics in meat by combined pretreatment system coupled with ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2019, 37(2): 162-176.

[12] 何晓明,倪娟娟,赵月钧,等. MSPE-UPLC-MS/MS法测定植物油中8种真菌毒素[J]. 食品工业, 2019, 40(5): 318-322.

HE X, M NI JZ, ZHAO YJ, *et al.* Determination of 8 mycotoxins in vegetable oil by MSPE-UPLC-MS/MS [J]. Food Ind, 2019, 40(5): 318-322.

[13] 徐向峰, 马若影, 常建军, 等. 高效液相色谱法测定乳粉中维生素 K1 含量不确定度评定[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(21): 7406-7411.
XU XF, MA RY, CHANG JJ, *et al.* Evaluation of the measurement uncertainty of vitamin K₁ content in milk powder by high performance liquid chromatography [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(21): 7406-7411.

[14] 邵艳, 翟立斐, 王焕新, 等. 高效液相色谱法测定乳粉中维生素 K₁ 的改进[J]. 中国乳品工业, 2016, 44(11): 57-58.
SHAO Y, ZHAI LF, WANG HX, *et al.* Improvement research on the determination of vitamin K₁ in milk using high performance liquid [J]. China Dairy Ind, 2016, 44(11): 57-58.

[15] GB 5009. 82—2016 食品安全国家标准 食品中维生素 A、D、E 的测定[S].
GB 5009. 82—2016 National food safety standards-Determination of vitamin A, vitamin D and vitamin E in food [S].

[16] GB 5009. 83—2016 食品安全国家标准 食品中胡萝卜素的测定[S].
GB 5009. 83—2016 National food safety standards-Determination of carotene in food [S].

[17] GB 5009. 248—2016 食品安全国家标准 食品中叶黄素的测定[S].

GB 5009. 248—2016 National food safety standards-Determination of xanthophyll in food [S].

[18] GB/T 27404—2008 实验室质量控制规范 食品理化检测[S].
GB/T 27404—2008 Criterion on quality control of laboratories —Chemical testing of food [S].

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



冯 鑫, 工程师, 主要研究方向为营养与食品卫生。
E-mail: draconpku@hotmail.com



韩 深, 高级工程师, 主要研究方向为分析化学。
E-mail: earthgod@sina.com



“饮料品质控制及检测分析”专题征稿函

饮料工业是我国食品工业的重要组成部分, 与人民物质生活息息相关。近年来, 随着人们物质生活水平的不断提高, 对饮料的品质要求也在不断提升, 好喝与安全已经成为一种潮流与时尚。

近年来的塑化剂风波、勾兑门、农残门、致癌门等诸多事件或多或少地困扰着饮料行业发展, 饮料品质安全问题越来越得到社会和广大消费者的关注。

鉴于此, 本刊特别策划“饮料品质控制及检测分析”专题, 主要围绕饮料产业发展现状、饮料加工过程中质量控制与品质安全管理、饮料质量检测标准、饮料中有毒有害物质的检测方法、饮料包装材料等或您认为本领域有意义问题展开讨论, 计划在 **2021 年 3/4 月** 出版。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心 吴永宁 研究员和专题主编北京市营养源研究所 许洪高 研究员特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 2 月 28 日** 前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题饮料品质控制及检测分析):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者登录-注册投稿-投稿栏目选择“2021 专题: 饮料品质控制及检测分析”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: 饮料品质控制及检测分析专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部