

液相色谱-串联质谱法测定黑糖中 丙烯酰胺和天冬酰胺

史晓梅¹, 赵文君¹, 李一¹, 陈海军², 张双虹¹, 王健², 王宝^{1,2},
赵抒娜^{1,2*}, 谢云峰^{1*}

(1. 中粮营养健康研究院有限公司, 老年营养食品研究北京市工程实验室, 营养健康与食品安全北京市重点实验室, 北京 102209; 2. 中粮屯河糖业股份有限公司, 农业部糖料与番茄质量安全控制重点实验室, 昌吉 831100)

摘要: 目的 建立同时检测黑糖产品中丙烯酰胺和天冬酰胺的液相色谱-串联质谱法(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)。**方法** 黑糖产品样品经纯水提取净化后直接测定, 采用含有 5 mmol/L 的乙酸铵、0.1%的甲酸水(A)和乙腈(B)作为流动相进行梯度洗脱, 质谱采用多反应监测模式监测定性和定量离子。**结果** 丙烯酰胺和天冬酰胺在 0.1、0.2、0.5 mg/L 3 个添加浓度上回收率范围为 93.5%~108.0%, 相对标准偏差为 1.4%~5.4%, 检出限分别为 0.01、0.005 mg/L。**结论** 本方法前处理操作快速简单, 可重复性好, 满足国内外对黑糖产品中丙烯酰胺和天冬酰胺的快速、准确的检测要求, 适合大量样品的准确定量和定性分析。

关键词: 液相色谱-串联质谱法; 丙烯酰胺; 天冬酰胺; 黑糖

Determination of acrylamide and *L*-asparagine in black sugar products by liquid chromatography-tandem mass spectrometry

SHI Xiao-Mei¹, ZHAO Wen-Jun¹, LI Yi¹, CHEN Hai-Jun², ZHANG Shuang-Hong¹, WANG Jian²,
WANG Bao^{1,2}, ZHAO Shu-Na^{1,2*}, XIE Yun-Feng^{1*}

(1. COFCO Nutrition and Health Research Institute Co., Ltd., Beijing Engineering Laboratory of Geriatric Nutrition & Foods, Beijing Key Laboratory of Nutrition & Health and Food Safety, Beijing 102209, China; 2. COFCO Sugar Co., Ltd., Key Laboratory of Quality & Safety Control for Sugar Crops and Tomato, Ministry of Agriculture of the PRC, Changji 831100, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of acrylamide and *L*-asparagine in black sugar products by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). **Methods** The black sugar product samples were extracted and purified by pure water and directly determined. The mobile phase was gradient elution with 5 mmol/L ammonium acetate, 0.1% formic acid water (A) and acetonitrile (B). The qualitative and quantitative ions were monitored by mass spectrometry using multiresponse monitoring model. **Results** The recoveries of acrylamide and *L*-asparagine at 0.1, 0.2, 0.5 mg/L were 93.5%–108.0%, and the relative standard deviations were 1.4%–5.4%. The limits of detection were 0.01, 0.005 mg/L **Conclusion** This method is simple and

*通讯作者: 赵抒娜, 高级工程师, 主要研究方向为天然产物分离纯化。E-mail: zhaoshuna@cofco.com

谢云峰, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: xieyunfeng@cofco.com

*Corresponding author: ZHAO Shu-Na, Senior Engineer, COFCO Nutrition & Health Research Institute, Rm 403, COFCO Fortune Plaza No. 8, Chaoyangmen South Ave, Beijing 102209, China. E-mail: zhaoshuna@cofco.com

XIE Yun-Feng, Senior Engineer, COFCO Nutrition & Health Research Institute, Rm 403, COFCO Fortune Plaza No. 8, Chaoyangmen South Ave, Beijing 102209, China. E-mail: xieyunfeng@cofco.com

fast, and has good repeatability. It can meet the requirements of rapid and accurate detection of acrylamide and *L*-asparagine in black sugar products at home and abroad, and is suitable for accurate quantitative and qualitative analysis of a large number of samples.

KEY WORDS: liquid chromatography-tandem mass spectrometry; acrylamide, *L*-asparagine; black sugar products

1 引言

2015 年台湾某机构测试了 19 个黑糖相关产品, 发现所有样品均含有丙烯酰胺, 其中 7 个样品超过了 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[1], 因此引发了人们对于高温加热的黑糖产品可能存在的丙烯酰胺问题的关注。丙烯酰胺(acrylamide, AA)是一种重要的工业化学品, 长期食入过量会有生殖性、神经性和潜在的致癌性等伤害, 被国际癌症研究机构列为 2A 类致癌物。丙烯酰胺虽然主要存在于高温(100 $^{\circ}\text{C}$ 以上)煎炸、烘烤的食品中, 而黑糖产品中含有与美拉德反应有关并且容易形成丙烯酰胺的化学物质, 如含羰基的化合物(葡萄糖、果糖、麦芽糖等)和含氨基的化合物(氨基酸), 并且在加工过程中也会有高温加热阶段, 同样有产生丙烯酰胺的可能性。高温条件下关于丙烯酰胺的形成研究中, 目前公认的一条生成途径是天冬酰胺途径, 即还原糖与天冬酰胺发生反应进而生成丙烯酰胺^[2-5]。

目前检测食品中丙烯酰胺的国家标准检测方法 GB5009.204-2014《食品安全国家标准 食品中丙烯酰胺的测定》^[6]只针对热加工食品, 国内外测定丙烯酰胺的常用方法主要有气相色谱-质谱联用法^[7]、高效液相色谱法^[8]和液相色谱-串联质谱联用法^[9-11], 此外还有其他一些非常规检测方法。使用气相色谱-质谱联用法测定丙烯酰胺需要进行衍生, 前处理时间较长且溶剂消耗大。高效液相色谱法检测丙烯酰胺的灵敏度较低, 检测结果容易发生假阳性。目前用于测定氨基酸含量的主要方法为氨基酸自动分析仪法, 此外还有分光光度计法^[12]和液相色谱法^[13-15]等。这些关于丙烯酰胺或天冬酰胺的研究中, 对于丙烯酰胺和天冬酰胺的测定均是采用 2 种方法分别进行测试, 而加工环节中需要同步监测这 2 种组分的变化趋势, 以便更好地理解关键组分的变化机制, 2 种割裂的检测方法会给实验研究带来一定不便, 因此需要开发简便、快速、准确、灵敏度高且能够同时测定丙烯酰胺和天冬酰胺的方法, 以期更好地了解加工过程不同组分的变化趋势, 针对关键工艺指标进行有效判断, 并提供数据支撑。

目前关于食品体系中丙烯酰胺变化的研究较多, 较少研究检测天冬酰胺含量变化的方法, 本研究中黑糖产品 2 种目标组分的检测方法, 有助于理清原料加工过程中各阶段的含量监控, 对最后成品质量的把控和在加工环节的条件优化起到重要作用。基于此目标, 本研究开发了液相色谱-串联质谱法同时检测黑糖产品中丙烯酰胺和天冬酰胺,

以期对丙烯酰胺可能形成的路径研究提供有力的方法支持。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

QTRAP 5500 液相色谱串联四极杆质谱(美国 AB Sciex 仪器公司); QL-902 涡旋混合器(海门其林贝尔仪器制造有限公司); BSA 224S-CW 十万分之一天平(德国赛多利斯集团); SB-3200 DTDN 超声机(宁波新芝生物科技股份有限公司); TG 16-II 台式高速离心机(长沙平凡仪器仪表有限公司); EC 100/2 NucleoshellHilic 色谱柱(2.1mm \times 100 mm, 2.7 μm)(德国 Macherey-nagel 公司)。

甲醇(色谱纯, 美国 Sigma 公司); 丙烯酰胺标准品(纯度 99.3%, 德国 Dr.Ehrenstorfer GmbH 公司); 天冬酰胺标准品(浓度纯度 99.0%, 天津阿尔塔科技有限公司); $^{13}\text{C}_3$ -丙烯酰胺内标(纯度 98.0%, 美国 Sigma-aldrich 公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 标准溶液配制

丙烯酰胺标准储备溶液(1000 mg/L): 准确称取 5.036 mg 丙烯酰胺标准品, 加入甲醇溶解并准确定容至 5 mL, 使丙烯酰胺浓度为 1000 mg/L, 置于 -20°C 冰箱中保存。

$^{13}\text{C}_3$ -丙烯酰胺标准储备溶液(1000 mg/L): 准确称取 5.103 mg $^{13}\text{C}_3$ -丙烯酰胺标准品, 加入甲醇溶解并准确定容至 5 mL, 使 $^{13}\text{C}_3$ -丙烯酰胺浓度为 1000 mg/L, 置于 -20°C 冰箱中保存。

天冬酰胺标准储备溶液(1000 mg/L): 准确称取 5.051 mg 天冬酰胺标准品, 加入甲醇溶解并准确定容至 5 mL, 使天冬酰胺浓度为 1000 mg/L, 置于 -20°C 冰箱中保存。

丙烯酰胺和天冬酰胺标准混合溶液(10 mg/L): 分别准确移取丙烯酰胺标准储备溶液 0.05 mL 和天冬酰胺标准储备溶液 0.05 mL, 加入甲醇准确定容至 5 mL, 使丙烯酰胺和天冬酰胺浓度为 10 mg/L, 至 -20°C 冰箱中保存。

$^{13}\text{C}_3$ -丙烯酰胺工作溶液(10 mg/L): 准确移取 1000 mg/L $^{13}\text{C}_3$ -丙烯酰胺标准溶液 0.05 mL, 加入甲醇准确定容至 5 mL, 使丙烯酰胺浓度为 10 mg/L, 至 -20°C 冰箱中保存。

液相色谱流动相制备: 称取 192.7 mg 乙酸铵, 溶于 500 mL 超纯水中, 得到 5 mmol/L 乙酸铵溶液, 然后加入 0.5 mL 色谱纯甲酸, 配制成 0.1%(V/V)甲酸-5 mmol/L 乙酸铵水溶液。

2.2.2 样品前处理

准确量取 0.2 mL(或 0.2 g)随机市售黑糖样品, 加入一定量丙烯酰胺内标后, 使用纯水定容至 100 mL 容量瓶中, 充分混合均匀后, 将上清液通过 0.22 μm 滤膜, 装瓶等待上机。

2.3 仪器条件

采用 EC 100/2 NucleoshellHilic(2.1 mm \times 100 mm, 2.7 μm , 德国 Macherey-nagel 公司); 流速: 0.2 mL/min; 柱温: 30 $^{\circ}\text{C}$; 进样量: 5 μL ; 流动相 A: 0.1%(V/V)甲酸-5 mmol/L 乙酸铵, 流动相 B: 0.1%甲酸乙腈, 表 1 为梯度洗脱表。

表 1 流动相梯度洗脱条件
Table 1 Gradient elution conditions for mobile phase

时间/min	流动相 A/%	流动相 B/%
0.00	5	95
4.00	5	95
6.00	60	40
8.00	60	40
10.00	5	95
15.00	5	95

电离方式: 电喷雾; 离子源温度: 550 $^{\circ}\text{C}$; 雾化气: 50 L/h, 辅助气: 50 L/h, 气帘气: 20 L/h, 入口电压: 10 V, 出口电压: 12V; 正离子扫描; 多反应监测模式, 采集参数见表 2。

3 结果与分析

3.1 质谱条件的优化

采用针泵流动注射进样, 离子源为电喷雾电离源(ESI 源), 多反应监测模式(MRM)下对丙烯酰胺和天冬酰胺的质谱条件进行优化, 去簇电压及碰撞能量的优化结果见表 2, 总离子流图见图 1。

虽然丙烯酰胺和天冬酰胺在结构上类似, 但它们进

入质谱的裂解行为却不同, 见图 2。丙烯酰胺和天冬酰胺进入一级质谱后, 在正离子扫描模式下, 产生稳定的 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 准分子离子峰, 即 m/z 72 和 m/z 133。在碎片离子扫描方式下, 以 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 正离子作为丙烯酰胺和天冬酰胺的母离子, 丙烯酰胺产生 m/z 54.9、和 m/z 44.1 碎片离子, 天冬酰胺产生 m/z 74、和 m/z 87.1 碎片离子, 以上结果与前人研究结果一致^[16,17]。选择丰度最大的 m/z 54.9 和 m/z 74 分别作为丙烯酰胺和天冬酰胺的定量离子。

3.2 色谱条件的选择

实验比较了 C_{18} 、T3 和 Hilic 3 款色谱柱对于丙烯酰胺和天冬酰胺的分离情况, 在 C_{18} 和 T3 色谱柱上, 丙烯酰胺和天冬酰胺不能完全分开, 具体见图 3, 因而选择 Hilic 色谱柱。在流动相的组成与比例上, 比较了乙腈和甲醇洗脱对于丙烯酰胺和天冬酰胺峰型的影响。当水相中加入 0.1% 甲酸, 有机相使用乙腈时, 丙烯酰胺的峰型不好, 而天冬酰胺的峰型对称性好。当流动相中加入一定比例的甲醇时, 丙烯酰胺的峰型得到改善, 但是天冬酰胺的响应较差, 且峰型很宽。进一步优化流动相, 如图 4(c)所示, 加入 0.1% 甲酸和 5 mmol/L 乙酸铵的体系能使丙烯酰胺和天冬酰胺得到更好的响应, 这是由于甲酸可以为阳离子的形成提供必需的质子来源, 从而提高的离子化效率。此外, 与图 4 中(a)和(b)相比, 当体系中加入酸和盐时, 丙烯酰胺和天冬酰胺峰型的对称性更好。因此选用 0.1%甲酸+5 mmol/L 乙酸铵水溶液-乙腈作为流动相。

3.3 样品前处理优化

由于丙烯酰胺和天冬酰胺的理化性质不同, 从黑糖产品样品基质中提取两者较难, 选择合适的溶剂至关重要。准确量取不同体积黑糖样品, 使用纯水定容至 100 mL 容量瓶中, 充分混合均匀后, 过滤膜上机测定, 通过比较加标回收率和相对标准偏差来确定黑糖样品的称样体积。实验结果表明, 对于丙烯酰胺, 样品的称量体积对于其加标回收率影响较小, 丙烯酰胺的回收率为 80%~110%, 而对天冬酰胺的加标回收率有影响, 具体见表 3。本实验最终确定样品的称量体积为 0.2 mL(或 0.2 g)。

表 2 丙烯酰胺和天冬酰胺质谱参数
Table 2 Parameters of MS for determination of acrylamide and L-asparagine

分析物	分子量	保留时间/min	母离子 (m/z)	子离子 (m/z)	去簇电压/V	碰撞能量/V
丙烯酰胺	71.08	1.75	72	54.9*	90	15
			72	44.1	71	25
天冬酰胺	132.12	7.44	133	74*	95	21
			133	87.1	113	23
丙烯酰胺内标	74.06	1.73	75.2	58.1	75	14
			75.2	44.9	77	22

注: *为定量离子。

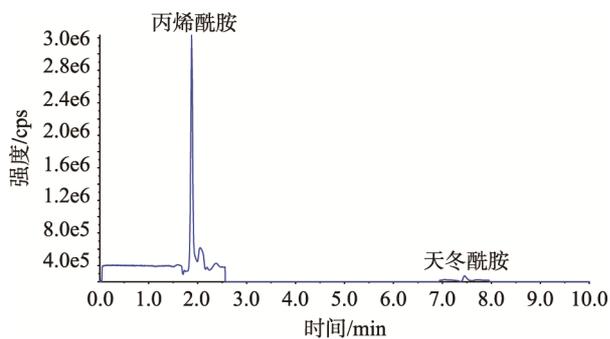


图 1 丙烯酰胺和天冬酰胺标准溶液色谱图 TIC 图(0.05 mg/L)
Fig.1 TIC chromatogram of standard solution of acrylamide and L-asparagine(0.05 mg/L)

3.4 方法的线性范围与检出限

使用纯水将丙烯酰胺和天冬酰胺混合标准溶液逐级稀释至浓度为 0.05、0.1、0.2、0.5、1.0、2.0 mg/L 的标准溶液, 按照 2.3 的条件进行测定, 以天冬酰胺的质量浓度对相应的信号值绘制标准曲线, 得到天冬酰胺标准溶液的

线性方程为 $Y=127.95X$, 相关系数为 0.9985。丙烯酰胺采用内标法进行定量, 线性方程为 $Y=0.00643X$, 0.9988。以 $S/N=3$ 计算检出限分别为丙烯酰胺 0.01 mg/L, 天冬酰胺 0.005 mg/L。

3.5 回收率和精密度实验

应用本方法同时测定黑糖产品中丙烯酰胺和天冬酰胺含量, 同时在待测样品中加入已知量的丙烯酰胺和天冬酰胺标准溶液, 按照 2.2.2 步骤进行低、中、高 3 个浓度的加标回收实验($n=6$), 回收率结果见表 4。

3.6 实际样品分析

采用研究中建立的方法对多个黑糖样品进行测定, 检测结果见表 5, 样品中均能检出天冬酰胺, 但是丙烯酰胺并不是每个样品中都有检出, 其中样品 3 和样品 4 中丙烯酰胺有检出, 4 个黑糖样品的丙烯酰胺含量有明显差异, 该实验方法的建立为黑糖产品中丙烯酰胺危害物的测定提供了重要指导意义。

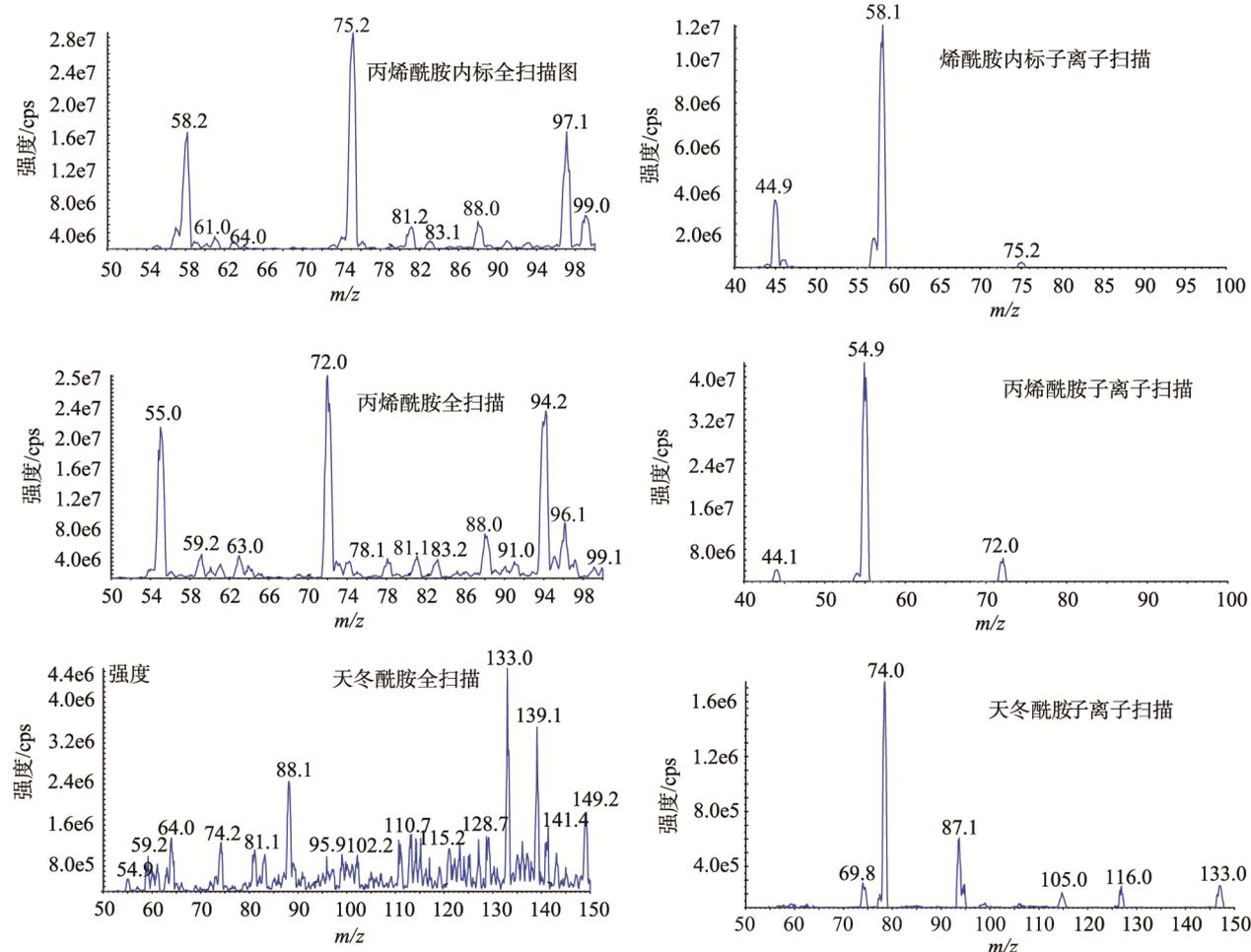


图 2 丙烯酰胺和天冬酰胺质谱图
Fig.2 Mass spectrograms of acrylamide and L-asparagine

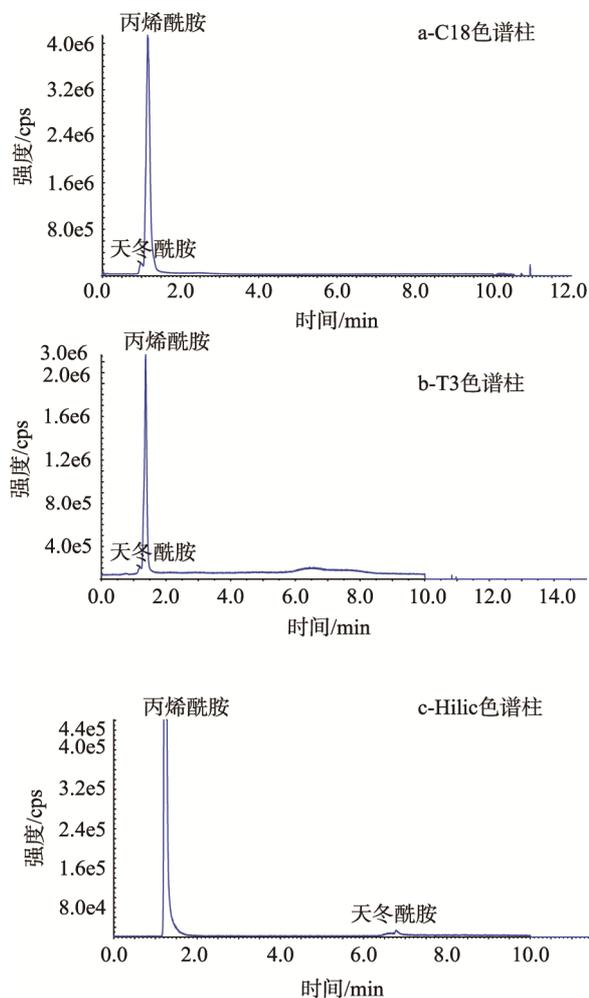
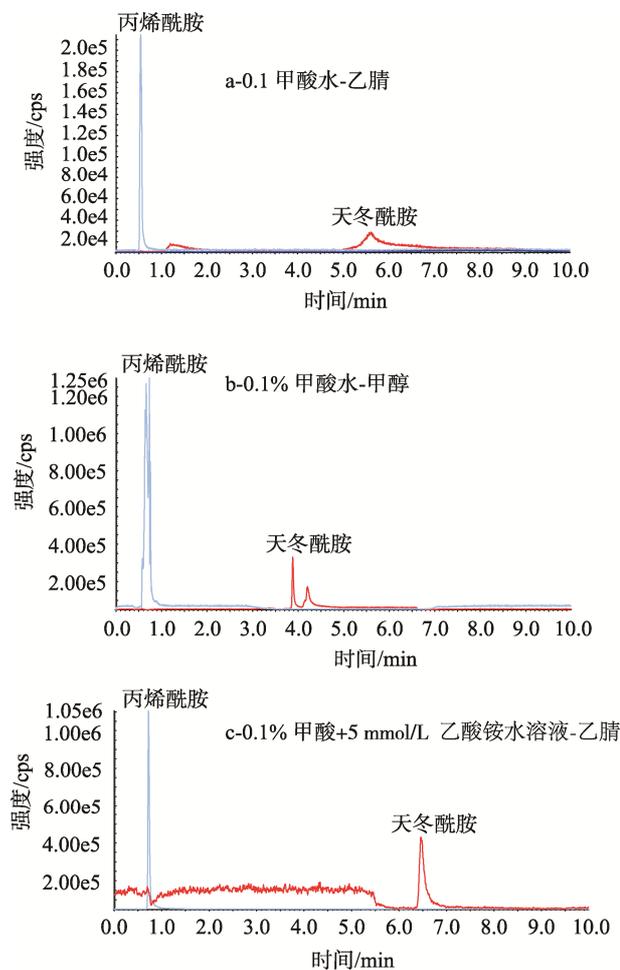


图 3 不同类型色谱柱对丙烯酰胺和天冬酰胺分离情况的影响
Fig.3 Effects of different types of columns on the separation of acrylamide and *L*-asparagine



注: a: 0.1%甲酸水-乙腈, b: 0.1%甲酸水-甲醇, c: 0.1%甲酸水+5mmol/L 乙酸铵-乙腈。

图 4 甲醇和乙腈对于丙烯酰胺和天冬酰胺峰型的不同影响
Fig.4 Different effects of methanol and acetonitrile on the chromatographic peaks of acrylamide and *L*-asparagine

表 3 不同样品称量体积对天冬酰胺加标回收率和相对标准偏差的影响

Table 3 Effects of weighing volume of different samples on recoveries and relative standard deviations of *L*-asparagine

样品体积/mL	本底值/($\mu\text{g/L}$)	测得值/($\mu\text{g/L}$)	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
0.1	736	1620	88.4	91.4	4.6
0.1	736	1680	94.4		
0.2	2690	3580	89.0	86.0	4.9
0.2	2690	3520	83.0		
1.0	10300	11100	80.0	105.0	33.7
1.0	10300	11600	130.0		
2.0	17700	18100	40.0	40.4	1.4
2.0	17700	18108	40.8		

表 4 黑糖中丙烯酰胺和天冬酰胺加标回收率和精密度
Table 4 Standard recoveries and RSDs of acrylamide and L-asparagine in black sugar

化合物	加标量/(mg/L)	本底值/(mg/L)	测得平均值/(mg/L)	平均回收率/%	RSD/%
丙烯酰胺	0.1	未检出	0.108	108.0	3.4
	0.2	未检出	0.199	99.5	5.4
	0.5	未检出	0.520	104.0	1.4
天冬酰胺	0.1	0.126	0.222	96.0	4.3
	0.2	0.126	0.313	93.5	5.2
	0.5	0.126	0.624	99.6	3.6

表 5 不同黑糖样品丙烯酰胺和天冬酰胺含量检测结果
Table 5 Determination results of acrylamide and L-asparagine content in different black sugar samples

样品	丙烯酰胺测定值/(mg/L)	天冬酰胺测定值/(mg/L)
样品 1	ND	0.68
样品 2	ND	0.89
样品 3	0.13	0.62
样品 4	2.29	1.67

4 结 论

本研究建立了高效液相色谱-串联质谱法测定黑糖产品中丙烯酰胺和天冬酰胺含量的分析方法。以超纯水作为提取溶剂, 采用直接稀释定容后离心的方式进行样品处理, 方法快速简单有效。通过内标法定量, 提高定量的准确性。该方法的检出限、回收率、精密度等均满足黑糖产品中丙烯酰胺和天冬酰胺含量测定的要求。采用该方法对不同市售黑糖样品进行测定, 发现样品中丙烯酰胺和天冬酰胺的检出含量都很高, 但是并不是所有样品中都能检出丙烯酰胺。本研究可为黑糖中丙烯酰胺的产生机理研究提供有力技术支持。

参考文献

- [1] 范志红. 黑糖致癌: 丙烯酰胺惹的祸[J]. 生命与灾害, 2015, (10): 34-35.
Fan ZH. Black sugar causes cancer: Acrylamide [J]. J Life Disa, 2015, (10): 34-35.
- [2] Mottram DS, Wedzicha BL, Dodson AT. Food chemistry: Acrylamide is formed in the Maillard reaction [J]. Nature, 2002, 419: 448-449.
- [3] Stadler RH, Blank I, Varga N, et al. Food chemistry: Acrylamide from Maillard reaction products [J]. Nature, 2002, 419: 449-450.
- [4] Zyzak DV, Sanders RA, Stojanovic M, et al. Acrylamide formation mechanism in heated foods [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51: 4782-4787.
- [5] Yaylayan VA, Locas CP, Wnorowski, et al. Mechanistic pathways of formation of acrylamide from different amino acids [J]. Adv Exp Med Biol, 2005, 561: 191-203.
- [6] GB 5009.204-2014 食品安全国家标准食品中丙烯酰胺的测定[S].
GB 5009.204-2014 National food safety standard-Determination of acrylamide in food [S].
- [7] 蒋俊树, 程静, 卢业举, 等. 气相色谱-质谱(GC-MS)法测定食品中丙烯酰胺研究[J]. 食品科学, 2006, 27(11): 430-434.
Jiang JS, Cheng J, Lu YJ, et al. Determination of acrylamide in food by chromatography-mass spectrometry [J]. Food Sci, 2006, 27(11): 430-434.
- [8] 段晋峰, 张旭龙, 史瑞芬, 等. 高效液相色谱法测定方便面中丙烯酰胺[J]. 分析实验室, 2010, 29(11): 41-44.
Duan JF, Zhang XL, Shi RF, et al. Determination of acrylamide in instant noodles by HIGH performance liquid chromatography [J]. Chin J Anal Lab, 2010, 29(11): 41-44.
- [9] 李双宜, 李蓉, 张朋杰, 等. SPE-HPLC-ESI-MS-MS 测定常见焙烤及油炸食品中丙烯酰胺的含量[J]. 食品科学, 2015, 36(14): 192-195.
Li SY, Li R, Zhang PJ, et al. Detection of acrylamide in baked and fried foods by HPLC-ESI-MS-MS with SPE column cleanup [J]. Food Sci, 2015, 36(14): 192-195.
- [10] 刘红河, 陈春晓, 柳其芳, 等. 高效液相色谱-串联质谱联用测定富含淀粉食品中丙烯酰胺[J]. 分析化学, 2006, 34(s1): 235-238.
Liu HH, Chen CX, Liu QF, et al. Determination of acrylamide in cooked starchenriched food by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Chin J Anal Chem, 2006, 34(s1): 235-238.
- [11] 程雷, 郑炎夏, 徐虹, 等. 固相萃取-高效液相色谱-串联质谱法测定食品中的丙烯酰胺[J]. 食品科学, 2012, 33(2): 231-234.
Cheng L, Zheng YX, Xu H, et al. Determination of acrylamide in foods by solid-phase extraction and HPLC-MS/MS [J]. Food Sci, 2012, 33(2): 231-234.
- [12] 杨远帆, 倪辉, 吴黎明. 茚三酮法测定蜂蜜及果葡糖浆中的氨基酸含量[J]. 中国食品学报, 2013, 13(2): 171-176.
Yang YF, Ni H, Wu LM. Determination of amino acid in honey and high fructose corn syrup (HFCS) by the method of ninhydrin colorization [J]. J Chin Inst Food Sci Tech, 2013, 13(2): 171-176.
- [13] Pereira V, Pontes M, Camara JS, et al. Simultaneous analysis of free amino acids and biogenic amines in honey and wine samples using in loop orthophalaldehyde derivatization procedure[J]. J Chromatogr A, 2008,

1189(1/2): 435–443.

- [14] Zeng F, Ou J, Huang Y, *et al.* Determination of 21 free amino acids in fruit juices by HPLC using a modification of the 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate (AQC) method [J]. *Food Anal Meth*, 2015, 8(2): 428–437.
- [15] Miyoshi Y, Koga R, Oyama T, *et al.* HPLC analysis of naturally occurring free d-amino acids in mammals [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2012, 69: 42–49.
- [16] 彭真汾, 王威, 叶清华, 等. 高效液相色谱-串联质谱法定量分析橄榄果实氨基酸组分[J]. *食品科学*, 2018, 39(24): 231–238.
Peng ZF, Wang W, Ye QH, *et al.* Quantitative analysis of amino acids in Chinese olive using high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *Food Sci*, 2018, 39(24): 231–238.
- [17] Wu CJ, Wang L, Guo XB, *et al.* Simultaneous detection of 4(5)-methylimidazole and acrylamide in biscuit products by isotope-dilution UPLC-MS/MS [J]. *Food Cont*, 2019, 105: 64–70.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



史晓梅, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: shi_xiaomei@cofco.com



赵抒娜, 高级工程师, 主要研究方向为天然产物分离纯化。

E-mail: zhaoshuna@cofco.com



谢云峰, 高级工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。

E-mail: xieyunfeng@cofco.com

“茶学研究”专题征稿函

茶叶源于中国, 与咖啡、可可并称为世界三大饮料。茶叶可鲜食, 也可以加工精制备用, 具有降压、提神等多种保健功能, 且含有多种有机化学成分和无机矿物元素。国内外对茶叶市场需求稳定增长, 我国的茶产业增长潜力巨大, 茶已成为社会生活中不可缺少的健康饮品和精神饮品。

鉴于此, 本刊特别策划了“茶学研究”专题, 主要围绕茶叶的贮藏保鲜、精深加工、品质评价、生物化学和功能性成分、香气成分分析、污染物分析检测、茶树生长代谢、茶叶资源的质量标准化等方面展开论述和研究, 综述及研究论文均可。

鉴于您在该领域丰富的研究经历和突出的学术造诣, 本刊主编吴永宁研究员特别邀请您为本专题撰写稿件, 综述、研究论文、研究简报均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。

本专题计划在 2021 年 3 月出版, 请在 2021 年 1 月 30 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。

希望您能够通过各种途径宣传此专题, 并积极为本专题推荐稿件和约稿对象。

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。

谢谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com(注明茶学研究专题)

E-mail: jfoodsq@126.com(注明茶学研究专题)

《食品安全质量检测学报》编辑部