

超高效液相色谱-串联四级杆质谱法测定白酒中 甜蜜素和糖精钠的含量

鄢兵华, 邹从早, 裴娟娟*

(湖北省仙桃市公共检验检测中心, 仙桃 433000)

摘要: **目的** 建立超高效液相色谱-串联四级杆质谱法测定白酒中甜蜜素和糖精钠的含量。**方法** 将白酒样品用超纯水直接稀释 50 倍, 经 0.22 μm 滤膜过滤后上机进行分析, 采用 Hypersil GOLD™ C₁₈ 色谱柱分离, 以 5 mmol 乙酸铵和甲醇为流动相梯度洗脱, 流速为 0.2 mL/min, 柱温为 35 $^{\circ}\text{C}$, 外标法定量。**结果** 甜蜜素和糖精钠在 10~500 $\mu\text{g/L}$ 范围内具有良好线性关系。样品中添加不同浓度的甜味剂时, 甜蜜素的平均回收率为 91.1%~98.3%, 相对标准偏差为 1.9%~4.1%; 糖精钠的平均回收率在 90.2%~97.6%, 相对标准偏差为 2.1%~4.3%。**结论** 该方法适用于白酒中甜蜜素和糖精钠含量的测定。

关键词: 超高效液相色谱-串联四级杆质谱法; 甜蜜素; 糖精钠; 白酒

Determination of sodium cyclamate and saccharin sodium in liquor by ultra high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

YAN Bin-Hua, ZOU Cong-Zao, PEI Juan-Juan*

(Xiantao Public Inspection and Detection Center, Xiantao 433000, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for determination of sodium cyclamate and saccharin sodium in liquor by ultra high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. **Methods** The liquor sample was directly diluted 50 times with ultrapure water, filtered through a 0.22 μm filter, and separated with a Hypersil GOLD™ C₁₈ column at the flow rate of 0.2 mL/min by gradient elution using 5 mmol ammonium acetate and methanol as mobile phase. The column temperature was 35 $^{\circ}\text{C}$, and the contents were quantitatively analyzed by external standard method. **Results** Sodium cyclamate and saccharin sodium showed a good linear relationship in the concentration range of 10–500 $\mu\text{g/L}$. The average recovery rates of sodium cyclamate were 91.1%–98.3% with relative standard deviations of 1.9%–4.1%. The average recovery rates of saccharin sodium were 90.2%–97.6% with relative standard deviations of 2.1%–4.3%. **Conclusion** The method is suitable for the determination of sodium cyclamate and saccharin sodium in liquor.

KEY WORDS: ultra high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry; sodium cyclamate; saccharin sodium; liquor

*通讯作者: 裴娟娟, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品质量与安全检测。E-mail: weini_pjj@163.com

*Corresponding author: PEI Juan-Juan, Master, Engineer, Associate Xiantao Public Inspection and Detection Center, Xiantao 433000, China. E-mail: weini_pjj@163.com

1 引言

白酒是我国的传统产品, 承载着悠久的历史 and 深厚的文化底蕴, 深受广大消费者的喜欢, 在国际上也享有盛誉^[1]。以粮谷为原料通过制曲、长时间发酵、蒸馏等传统工艺酿造而成的优质白酒由于本身含有一定的多元醇或酮等甜味物质, 因而具有醇甜感。少数白酒生产企业为了迎合消费者, 提高自己产品的口感^[1], 在白酒生产和勾兑过程中添加各种人工合成甜味剂, 其中常见的有甜蜜素和糖精钠。

甜蜜素的化学名称环己基胺基磺酸钠, 是由环己胺和氯磺酸或氨基磺酸或三氧化硫反应后, 用氢氧化钠处理, 再重新结晶制得的一种白色结晶粉末, 甜度是蔗糖的 30~50 倍, 而价格仅为蔗糖的三分之一, 广泛应用于酱腌菜、饮料、蜜饯等多种食品中^[1,2]。糖精钠的化学名称邻苯甲酰磺酰亚胺钠, 由甲苯与氯磺酸进行氯磺化反应, 得邻甲苯磺酰氯和对甲苯磺酰氯, 与氨作用并氧化后得糖精, 再经氢氧化钠碱化而成, 其甜度是蔗糖的 300~500 倍, 因其不被人体代谢吸收、性状很稳定等特点被广泛应用于各类食品中^[3]。大量研究证实, 高剂量的人工合成甜味剂的摄入会对人体的代谢系统、神经系统等造成严重损伤^[2-6]。GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》, 对甜蜜素和糖精钠的使用范围及限量标准作了明确规定, 白酒中的甜蜜素和糖精钠均为不得使用^[7]。但是, 近年来关于白酒中检出甜蜜素和糖精钠的报道屡见不鲜, 严重损害了消费者的健康, 成为了食品安全监管的重点。

目前, 文献报道的检测食品中合成甜味剂的方法主要有气相色谱法^[8]、液相色谱法^[9]、离子色谱法^[10]、气质联用法^[11]和液质联用法等^[12-17]。其中甜蜜素最常用的检测方法为气相和液相色谱法, 但是由于其结构特殊, 需要经过衍生化处理, 前处理过程复杂且易于出现假阳性情况。糖精钠一般采取高效液相色谱法, 前处理操作繁琐且方法检出限略高。按照 GB 5009.97-2016《食品安全国家标准 食品中环己基胺基磺酸钠的测定》^[8]中方法进行质谱参数优化时, 由于仪器灵敏度的不同, 难以在正离子模式下找到 m/z 202 分子离子峰, 很多学者采取单一的离子对进行定性定量, 虽然对定量结果不会产生影响, 但按照相关要求, 一般需要 2 对以上离子对对分析结果进行确证, 以避免出现假阳性结果。本文通过筛选建立了超高效液相色谱-串联四级杆质谱法测定甜蜜素和糖精钠快速有效的检测方法, 为食品分析检测提供更好的依据。

2 材料与方法

2.1 仪器、试剂与材料

2.1.1 仪器

TSQ QUANTUM ACCESS MAX 超高效液相色谱-三

重四级杆串联质谱仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司); AL204 电子天平(瑞士 Mettler Toledo 公司); DKZ-2B 电热恒温振荡水槽(上海一恒科技有限公司)。

2.1.2 试剂

甲醇、乙腈(色谱纯, 美国 Tedia 公司); 甲酸(色谱纯, 国药集团化学试剂有限公司); 乙酸铵(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 甜蜜素、糖精钠(纯度≥98%, 国家标准物质中心)。

白酒样品, 生产环节监督抽检。

2.2 方法

2.2.1 标准溶液配制

将甜蜜素和糖精钠标准品分别用超纯水溶解定容, 配制 1.00 mg/mL 标准储备液, 4 °C 保存。根据需要用超纯水稀释成适当浓度的混合标准工作液。

2.2.2 样品前处理方法

准确称取 10.00 g 酒样于 500 mL 容量瓶中, 超纯水定容摇匀, 0.22 μm 滤膜过滤后待测。

2.2.3 仪器工作条件

液相参数。色谱柱: Hypersil GOLD™ C₁₈(2.1 mm×100 mm, 3 μm); 流动相: 5 mmol/L 乙酸铵溶液、甲醇; 流速: 0.2 mL/min; 进样量: 10 μL; 柱温: 35 °C; 洗脱条件如表 1 所示。

表 1 超高效液相色谱梯度洗脱条件
Table 1 Gradient elution conditions of ultra-high performance liquid chromatography

时间/min	流动相 A(5mmol 乙酸铵)/%	流动相 B(甲醇)/%
0	90	10
1.0	90	10
4.0	50	50
4.1	20	80
7.0	20	80
7.1	90	10
10.0	90	10

质谱参数。正离子模式下参数: 电喷雾压力 4000 V, 鞘气压力 35 psi, 辅助气流速 10 L/h, 离子传输毛细管温度 350 °C。负离子模式下参数: 电喷雾压力 3500 V, 鞘气压力 35 psi, 辅助气流速 10 L/h, 离子传输毛细管温度 350 °C。扫描方式: SRM 扫描。自动优化离子对及碰撞能量、锥孔电压。监测参数如表 2。

3 结果与讨论

3.1 样品前处理研究

选择不同的前处理方法, 对同一个加标样品进行处理, A 为 10.00 g 酒样 60 °C 水浴锅加热 30 min, 超纯水定容

至 100 mL; B 为 100mL 酒样 80 °C 水浴锅加热剩 1/3, 超纯水定容至 100 mL; C 为 100 mL 酒样 100 °C 水浴锅加热近干, 超纯水定容至 100 mL; D 为超纯水稀释 25 倍; E 为超纯水稀释 50 倍; F 为超纯水稀释 100 倍; 经超高效液相色谱-串联四级杆质谱仪测定后算得的加标回收率结果见表 3。

表 2 甜蜜素和糖精钠选择反应监测参数 Table 2 Selective reaction monitor(SRM)parameters of odium cyclamate and saccharin sodium				
名称	离子对/ <i>m/z</i>	扫描模式	锥孔电压/ <i>V</i>	碰撞能量/ <i>eV</i>
甜蜜素	178.2 > 80.3 [*]	—	52	43
	197.2 > 100.5	+	64	19
糖精钠	182.1 > 42.8 [*]	—	52	44
	182.1 > 106.1	—	52	20

注: ^{*}定量离子对。

实验考察了水浴锅加热处理和直接稀释, 发现水浴锅加热处理, 水温对回收率影响较大, 随着水温的升高, 甜蜜素和糖精钠的加标回收率均呈现下降的趋势, 而直接稀释得到的回收率均较好, 说明不需要挥发乙醇就能实现对样品的测定, 这和戴琴等^[18]的研究结果一致。当稀释 50 倍时的回收率和国标方法 60 °C 水浴加热 30 min 时的回收率相差甚小, 但直接稀释方便快捷, 因此选用直接稀释 50 倍, 过 0.22 μm 滤膜的方法进行样品前处理。

表 3 不同前处理方法的回收率 Table 3 Recovery rates of different pretreatment methods							
目标物	平行样 序号	加标回收率/%					
		A	B	C	D	E	F
甜蜜素	1	96.5	81.5	76.6	94.6	96.5	95.3
	2	97.4	82.3	75.4	93.9	97.3	94.9
	3	97.7	80.9	74.9	94.1	97.1	96.1
糖精钠	1	95.4	80.1	73.1	92.6	95.3	91.9
	2	94.9	79.3	72.9	92.1	94.6	92.1
	3	94.2	79.5	72.0	91.9	93.9	92.3

3.2 不同流动相下分离检测条件优化

采用不同的流动相对甜蜜素和糖精钠进行质谱扫描, 结果发现, 糖精钠在负离子模式下获得 *m/z* 182 的分子离子峰, 进一步优化其子离子结果显示为 *m/z* 42.8 和 106 的 2 个离子峰。甜蜜素在负离子模式下获得 *m/z* 178 的分子离子峰, 进一步优化其子离子结果显示为 *m/z* 80 的单一离子峰, 在该条件下只有定量离子, 如图 1。比较发现, 不同流动相下响应信号值有所不同, 其中当流动相为 5 mmol/L 乙酸铵/甲醇时, 信号强度最好且平均丰度较大, 表明乙酸铵浓度低时有利于离子化。

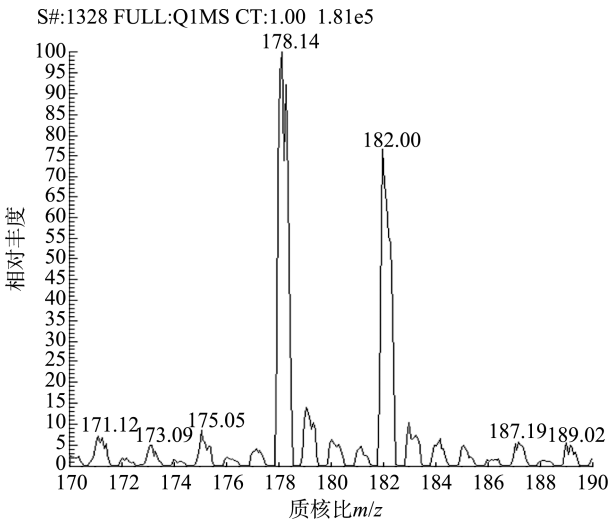


图 1 甜蜜素和糖精钠负离子扫描结果
Fig.1 Mass spectrometric scanning result of sodium cyclamate and saccharin sodium in the negative ion mode

当流动相为 5 mmol/L 乙酸铵/甲醇时。一级质谱扫描结果如图 2 所示。由图可以看出, 在此流动相条件下, *m/z* 202 的信号强度非常低或无法获得, 但出现了较强的分子离子峰 *m/z* 197, 根据甜蜜素的分子结构, 推测在此流动相体系下甜蜜素分子中 Na⁺解离, 在电喷雾离子化过程中结合 H 同时会出现加氢现象, 形成 *m/z* 197 的分子离子峰。进一步对 *m/z* 197 分子离子峰进行优化, 得出 *m/z* 100 的子离子, 和顾彪等^[19]得出的研究结论一致, 因此可以将质谱离子峰 197 > 100(ESI⁺)作为定性离子。

当流动相为 10 mmol/L 乙酸铵/甲醇体系时, 扫描结果与 5 mmol/L 乙酸铵/甲醇体系结果一致, 也是 *m/z* 202 的信号强度非常低并且出现较强的分子离子峰 *m/z* 197, 但质谱信号响应值低于 5 mmol/L 乙酸铵/甲醇体系。故最终选用 5 mmol/L 乙酸铵/甲醇为流动相。

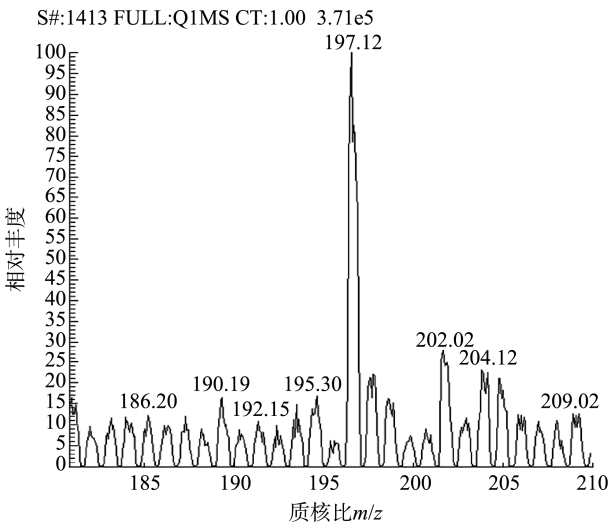


图 2 甜蜜素正离子扫描结果
Fig.2 Mass spectrometric scanning result of sodium cyclamate in the positive ion mode

3.3 线性范围、检出限和定量限

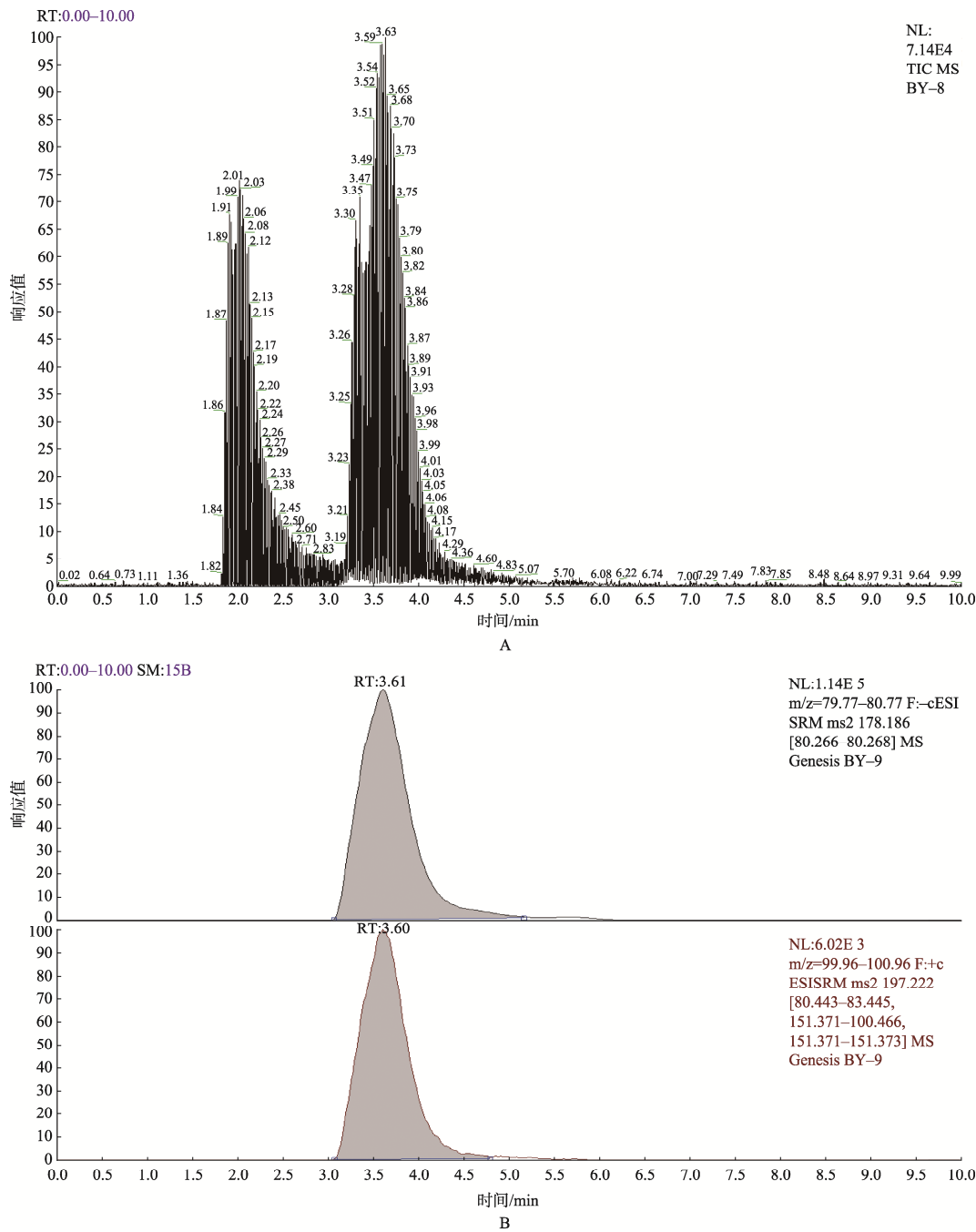
甜蜜素和糖精钠标准溶液的总离子流和提取离子色谱图如图 3 所示。以定量离子色谱峰面积为纵坐标, 相对对应浓度为横坐标, 绘制标准曲线, 结果如图 4 所示。甜蜜素和糖精钠在 10~500 $\mu\text{g/L}$ 范围内均具有较好的线性关系。

以信噪比 $S/N=3$ 确定最低检出限, 以信噪比 $S/N=10$ 确定最低定量限。甜蜜素的最低检出限为 1.5 $\mu\text{g/L}$, 最低定

量限为 5 $\mu\text{g/L}$; 糖精钠的最低检出限为 3 $\mu\text{g/L}$, 最低定量限为 10 $\mu\text{g/L}$ 。

3.4 精密度和回收率

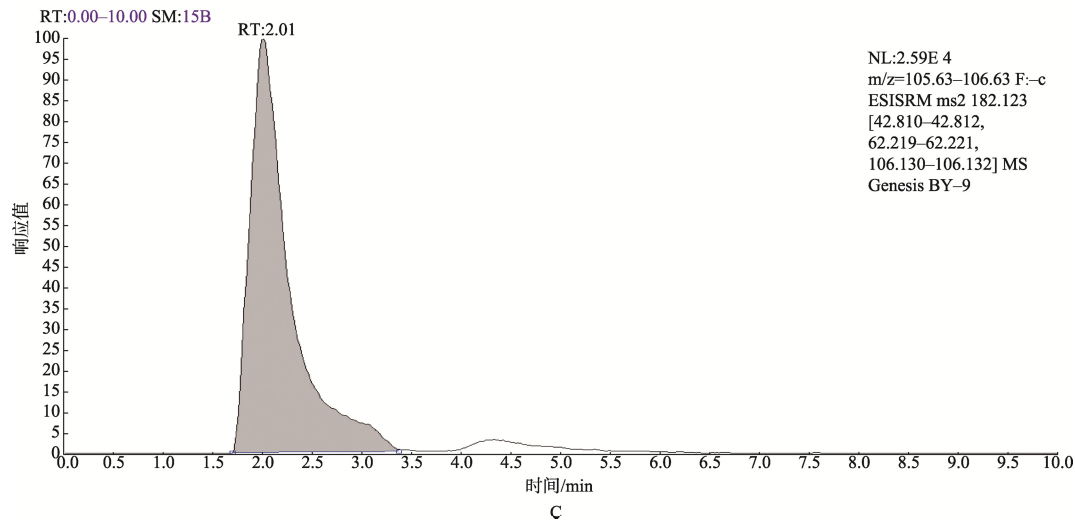
向空白白酒样品中添加 10、100、500 $\mu\text{g/L}$ 不同浓度的甜蜜素和糖精钠标样, 分别重复测定 5 次, 计算平均回收率和相对标准偏差(relative standard deviation, RSD), 结果见表 4。在重复性条件下获得的甜蜜素的平均回收率为



注: A: 总离子流图; B: 甜蜜素提取离子色谱图; C: 糖精钠提取离子色谱图。

图 3 甜蜜素和糖精钠标准溶液色谱图

Fig.3 Standard solution chromatogram of cyclamate and saccharin



注: A: 总离子流图; B: 甜蜜素提取离子色谱图; C: 糖精钠提取离子色谱图。

续图 3 甜蜜素和糖精钠标准溶液色谱图

Fig.3 Standard solution chromatogram of cyclamate and saccharin

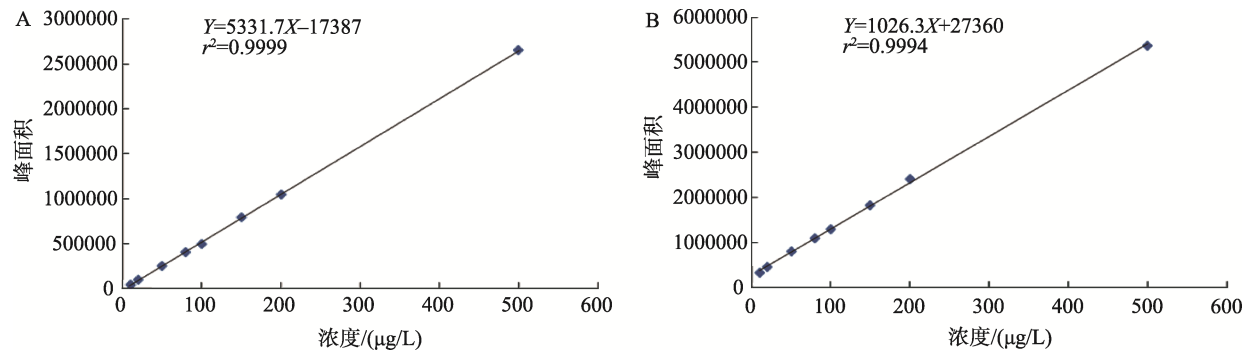


图 4 甜蜜素(A)和糖精钠(B)标准曲线

Fig.4 Standard curve of sodium cyclamate (A) and saccharin sodium (B)

91.1%~98.3%, 相对标准偏差为 1.9%~4.1%; 糖精钠的平均回收率为 90.2%~97.6%, 相对标准偏差为 2.1%~4.3%, 精密度和回收率均符合相关标准要求, 因此本方法适用白酒中甜蜜素和糖精钠的检测。

表 4 甜蜜素和糖精钠的平均回收率和精密度(n=5)
Table 4 Average recovery rates and relative standarddeviations of sodium cyclamate and saccharin sodium(n=5)

目标物	添加量 /(μg/L)	平均测定值 /(μg/L)	平均回收率 /%	RSD/%
甜蜜素	10	9.11	91.1	4.1
	100	95.9	95.9	3.2
	500	491.5	98.3	1.9
糖精钠	10	9.02	90.2	4.3
	100	94.9	94.9	2.9
	500	488.1	97.6	2.1

3.5 实际样品检测

对生产环节监督抽检的 100 个批次的白酒样品按照建立的方法进行分析, 外标法定量, 计算白酒样品中甜蜜素和糖精钠含量。发现其中 8 个批次的样品有检出甜蜜素, 5 个批次的样品有检出糖精钠, 结果如表 5 所示。

4 结 论

本研究通过优化前处理方法和色谱、质谱参数, 建立了白酒中甜蜜素和糖精钠超高效液相色谱-串联四级杆质谱同时检测的方法。结果表明, 糖精钠在负离子模式下获得 m/z 182 的分子离子峰, 进一步优化显示为 m/z 82 和 106 的 2 个离子峰。正离子模式下, 甜蜜素在乙酸铵溶液中, 钠从分子中解离, 出现加氨现象, 从而表现出 m/z 197 的分子离子峰, 但是现行国标中正离子模式下监测的 m/z 202 的分子离子峰信号远低于 m/z 197 强度, 因此正离子模式下

选取 m/z 197 的分子离子峰更适合在质谱法分析检测中使用, 为阳性样品的判断提供更好的依据, 能较好满足实际检测需要。

表 5 白酒样品中甜蜜素和糖精钠测定结果

Table 5 Test result of sodium cyclamate and saccharin sodium content in liquor

批次	甜蜜素含量 X (mg/kg)	批次	糖精钠含量 X (mg/kg)
1	32.6	1	10.6
2	55.5	2	21.0
3	10.2	3	12.5
4	46.9	4	22.9
5	100	5	33.8
6	20.8		
7	16.5		
8	10.1		

参考文献

[1] 孙磊. 浅谈白酒中的甜蜜素[J]. 农家参谋, 2018, (19): 281.
Sun L. Talk about the sodium cyclamate in liquor [J]. Farm Consul, 2018, (19): 281.

[2] 裴娟娟, 周晓燕, 荣汝繁, 等. 气相色谱法测定食醋中环己基氨基磺酸钠[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(2): 178–180.
Pei JJ, Zhou XY, Rong RF, *et al.* Determination of sodium cyclamate in vinegar by gas chromatography [J]. Food Res Dev, 2017, 38(2): 178–180.

[3] 刘娟娟, 舒静, 张莉. 糖精钠行业存在问题和解决措施[J]. 价值工程, 2015, (7): 305–306.
Liu JJ, Shu J, Zhang L. The problems and some measures of sodium saccharin industry [J]. Val Eng, 2015, (7): 305–306.

[4] 高敏娟, 陆小燕. 我国几类食品添加剂滥用现状、危害及应对措施[J]. 职业与健康, 2013, 29(24): 3351–3353.
Gao MG, Lu XY. Current situation, hazards and response measures on abuse of some food additives in China [J]. Occupat Health, 2013, 29(24): 3351–3353.

[5] Chen ZH, Chen G, Zhou K, *et al.* Toxicity of food sweetener-sodium cyclamate on osteoblasts cells [J]. Biochem Biophys Res Commun, 2019, (2): 507–511.

[6] 杨双春, 刘慧芳, 王健, 等. 国内外人工合成的非能量型甜味剂研究现状[J]. 食品工业, 2013, 34(4): 181–184.
Yang SC, Liu HF, Wang J, *et al.* The state of domestic and international synthetic non-energy sweetener by spray drying [J]. Food Ind, 2013, 34(4): 181–184.

[7] 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 standard-Standard for uses of food

additives [S].

[8] GB 5009.97-2016 食品安全国家标准 食品中环己基氨基磺酸钠的测定[S].
GB 5009.97-2016 National food safety standard-Determination of sodium cyclamate in foods [S].

[9] 马雪丰, 向彩彬, 张庆, 等. 高效液相色谱法同时测定白酒中 6 种甜味剂[J]. 应用化工, 2019, 48(2): 497–500.
Ma XF, Xiang CB, Zhang Q, *et al.* Simultaneous determination of six sweeteners in liquor by high performance liquid chromatography [J]. Appl Chem Ind, 2019, 48(2): 497–500.

[10] 李静, 王雨, 梁立娜. 离子色谱法同时测定食品中 3 种甜味剂和 2 种防腐剂[J]. 食品科学, 2011, 32(12): 239–242.
Li J, Wang Y, Liang LN. Simultaneous determination of sweeteners and preservatives by ion chromatography method [J]. Food Sci, 2011, 32(12): 239–242.

[11] 丁立平. 气相色谱-质谱联用法测定酒类中的甜蜜素[J]. 酿酒科技, 2011, (12): 101–103.
Ding LP. Determination of sodium cyclamate in wines by gas chromatography-mass spectrometry [J]. Liq Make Sci Technol, 2011, (12): 101–103.

[12] 肖晶, 方从容, 杨大进, 等. 高效液相色谱-质谱法测定酒中甜蜜素含量的研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(3): 254–256.
Xiao J, Fang CR, Yang DJ, *et al.* Determination of sodium cyclamate in wine by UPLC-MS/MS [J]. Chin J Food Hyg, 2013, 25(3): 254–256.

[13] 牛之瑞, 王秀君, 于毅涛, 等. 液相色谱-质谱联用同时测定白酒中 8 种甜味剂[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 178–181.
Niu ZR, Wang XJ, Yu YT, *et al.* Determination of 8 sweeteners in spirits by liquid chromatography-mass spectrometry [J]. Food Sci, 2016, 37(2): 178–181.

[14] 徐春祥, 秦金平. 液相色谱-质谱联用直接测定白酒中的甜蜜素[J]. 食品与发酵工业, 2006, (2): 106–107.
Xu CX, Qin JP. Determination of sodium cyclamate in wine by UPLC-MS/MS [J]. Food Ferm Ind, 2006, (2): 106–107.

[15] 柯润辉, 王丽娟, 安红梅, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法直接测定白酒中 8 种甜味剂[J]. 酿酒科技, 2016, (5): 107–109, 114.
Ke RH, Wang LJ, An HM, *et al.* Simultaneous determination of eight sweeteners in liquor by UPLC-MS/MS [J]. Liq Mak Sci Technol, 2016, (5): 107–109, 114.

[16] 胡强, 王延云, 李超豪, 等. 超高效液相色谱串联质谱法快速测定白酒中痕量甜味剂[J]. 食品科学, 2013, 34(20): 232–236.
Hu Q, Wang YY, Li CH, *et al.* Rapid determination of trace sweeteners in distilled spirit by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Food Sci, 2013, 34(20): 232–236.

[17] 陈晓红, 赵永纲, 姚珊珊, 等. 超快速液相色谱-串联质谱法测定黄酒和葡萄酒中的 9 种防腐剂和甜味剂[J]. 色谱, 2011, 29(12): 1147–1154.
Chen XH, Zhao YG, Yao SS, *et al.* Simultaneous determination of nine preservatives and sweeteners in yellow wine and wine by ultrafast liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2011,

29(12): 1147–1154.

- [18] 戴琴, 毛锐, 王艳, 等. UPLC-MS/MS 法同时检测配制酒中 8 种甜味剂[J]. 食品工业, 2018, 39(6): 323–326.

Dai Q, Mao R, Wang Y, *et al.* UPLC-MS-MS determination of 8 kinds of sweeteners in blending liquor [J]. Food Ind, 2018, 39(6): 323–326.

- [19] 邵彪, 周小兰, 王琳琳, 等. 甜蜜素的电喷雾串联质谱行为及其在酒类分析检测中的应用研究[J]. 中国食品添加剂, 2018, (6): 166–172.

Shao B, Zhou XL, Wang LL, *et al.* Sodium cyclamate detection by electrospray ionization tandem mass spectrometry and its application in wine [J]. Chin Food Addit, 2018, (6): 166–172.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



鄢兵华, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测与质量管理体系。

E-mail: 1109569003@qq.com



裴娟娟, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品质量与安全检测。

E-mail: weini_pjj@163.com

“果蔬加工和质量安全控制”专题征稿函

我国是果蔬生产大国,水果蔬菜的总产量在世界名列前茅,果蔬产品也成为我国较好的经济来源之一。蔬菜、水果等农产品的质量安全越来越受到全社会关注,在生产阶段和加工、包装、储运等采后阶段进行质量安全风险控制显得越来越必要和紧迫。

鉴于此,本刊特别策划了“果蔬加工和质量安全控制”专题。专题将围绕**(1)果蔬加工过程质量安全识别控制; (2)果蔬生产过程质量安全溯源控制; (3)果蔬产后处理与贮运过程质量安全控制**。或您认为本领域有意义的问题综述及研究论文均可,专题计划在 2019 年 12 月出版。

本刊主编国家风险评估中心**吴永宁研究员**特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件,综述、研究论文和研究简报均可。请在 2019 年 10 月 31 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。

投稿方式(注明专题):

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsqa@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部