

烟用甜味接装纸中纽甜的衰减特性

楚文娟¹, 张文洁², 田海英¹, 高明奇¹, 赵声辰¹, 冯衍闯², 张峻松²

(1.河南中烟工业有限责任公司技术中心, 郑州 450001; 2.郑州轻工业大学 食品与生物工程学院, 郑州 450001)

摘要:目的 考察甜味接装纸中纽甜的衰减特性, 为明确纽甜烟用接装纸的贮存期提供参考。**方法** 设计和制备 6 个不同纽甜含量的烟用接装纸, 并通过高效液相色谱-二极管阵列检测器 (HPLC-DAD) 法考察存放时间对烟用接装纸中纽甜的衰减情况的影响。**结果** 该方法在 75~500 $\mu\text{g/mL}$ 线性良好 ($r \geq 0.999$), 平均回收率为 92.31%~103.75% (RSD=0.35%~2.32%, $n=5$); 1[#]—3[#], 4[#]和 6[#], 5[#]接装纸的平稳期分别在 20~100 d, 20~160 d, 80~160 d; 在 0~100 d, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 和 0.82~1.37 mg/g 的接装纸衰减率分别在 19.15%~33.87%和 11.68%~31.62%; 在 100~200 d, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 和 0.82~1.37 mg/g 的接装纸衰减率分别在 42.55%~95.74%, 23.36%~65.85%。**结论** 该方法适用于烟用甜味接装纸中纽甜含量的测定; 接装纸中纽甜的平稳期整体随添加量的增加而增加; 在 0~100 d, 接装纸中纽甜含量衰减较缓慢, 不同添加量的接装纸衰减率基本一致; 在 100~200 d, 接装纸中纽甜含量衰减较快, 衰减率随添加量的增加而降低; 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 的接装纸贮存期在 200 d 以内; 纽甜添加范围为 0.82~1.37 mg/g 的接装纸贮存期不能确定。

关键词: 接装纸; 纽甜; 衰减量; 衰减率

中图分类号: O656.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)23-0130-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.23.018

Attenuation Characteristics of Neotame in Sweet Tipping Paper for Cigarette

CHU Wen-juan¹, ZHANG Wen-jie², TIAN Hai-ying¹, GAO Ming-qi¹, ZHAO Sheng-chen¹,
FENG Yan-chuang², ZHANG Jun-song²

(1.Technology Center, China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou 450001, China; 2.School of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

ABSTRACT: The work aims to investigate the attenuation characteristics of neotame in sweet tipping paper and provide a reference for clarifying the storage period of neotame tipping paper. Six types of cigarette tipping paper with different neotame contents were designed and prepared, and the effect of storage period on attenuation of neotame in cigarette tipping paper was investigated by high performance liquid chromatography-diode array detector (HPLC-DAD) method. The method had good linearity in the mass concentration range of 75~500 $\mu\text{g/mL}$ ($r \geq 0.999$), and the average recovery rate was between 92.31% and 103.75% (RSD=0.35%~2.32%, $n=5$). 1[#]~3[#], 4[#] and 6[#], 5[#] tipping paper had a plateau period of 20~100 d, 20~160 d, and 80~160 d respectively. Within 0~100 d, the attenuation rate of the tipping paper with neotame of 0.47~0.62 mg/g and 0.82~1.37 mg/g was between 19.15%~33.87% and 11.68%~31.62%, respectively. Within 100~200 d,

收稿日期: 2021-01-12

基金项目: 河南中烟工业有限责任公司科技项目 (2020410001340008)

作者简介: 楚文娟 (1983—), 女, 博士, 工程师, 主要研究方向为烟草化学和烟用材料。

通信作者: 田海英 (1978—), 女, 高级工程师, 主要研究方向为烟草化学。

the attenuation rate of the tipping paper with neotame of 0.47~0.62 mg/g and 0.82~1.37 mg/g was 42.55%~95.74% and 23.36%~65.85%, respectively. This method is suitable for the determination of neotame content in sweet tipping paper for cigarettes. The stable period of neotame in the tipping paper increases with the increase of the addition content. Within 0~100 d, the neotame content in the tipping paper decays slowly and the attenuation rate of the tipping paper with different addition contents is basically the same. Within 100~200 d, the neotame content in the tipping paper decays fast, and the attenuation rate decreases with the increase of the addition content. The storage period of the tipping paper with neotame in the range of 0.47~0.62 mg/g is within 200 days, while the storage period of the tipping paper with neotame in the range of 0.82~1.37 mg/g is still uncertain.

KEY WORDS: tipping paper; neotame; attenuation; attenuation rate

甜味剂属于食品添加剂中重要的分支之一，起到赋予食品甜味和改进食品性质的作用^[1-3]，种类繁多，应用广泛，不仅对食品工业有着积极的影响^[4-11]，在烟草行业中也起着重要作用。如在胶基型嚼烟^[12-13]、电子烟烟液^[14-15]中均使用甜味剂。甜味剂在烟草行业中更常见的使用方式是将其均匀涂布在烟用接装纸上^[16]，抽吸时可以增强甜润感，使烟气更加柔和舒畅。由于甜味剂直接涂布在接装纸上，甜味接装纸的存放时间可能会对甜味剂的含量有较大的影响，进而影响卷烟的感官品质。烟草行业关于烟用甜味接装纸中甜味剂的使用量及其衰减特性方面的研究相对较少，尚未明确甜味接装纸的存放周期。文中以不同纽甜含量接装纸为研究对象，建立高效液相色谱-二极管阵列检测器（HPLC-DAD）测定烟用甜味接装纸中纽甜含量的分析方法，并考察存放时间对接装纸中纽甜衰减特性的影响，旨在为甜味接装纸中纽甜的合理使用及其货架期提供参考。

1 实验

1.1 材料、试剂和仪器

主要材料：6 个不同梯度浓度的烟用甜味接装纸（定量 32.8 g/m²，厚度 45 μm，纵向抗张强度 1.71 kN/m），样品 1[#]—6[#]，其中样品 3[#]为市售卷烟产品 A 所用甜味接装纸，由河南中烟工业有限责任公司提供。

甜味接装纸加工工艺：涂布 2 次纽甜光油，自然晾干。

主要试剂：纽甜，纯度 ≥98%，上海阿拉丁生化科技股份有限公司；超纯水；甲醇，色谱纯，北京迪马科技有限公司。

主要仪器：高效液相色谱仪，Agilent 1260 Infinity LC，美国 Agilent 公司；二极管阵列检测器，Agilent 1260 Infinity DAD，美国 Agilent 公司；MS303S 电子天平，感量 0.0001 g，瑞士 Mettler Toledo 公司；超声萃取仪，SB-3200DT，宁波新芝生物科技有限公司；全温振荡仪，HZQ-F160，大仓市实验设备厂。

1.2 样品前处理

称取 2 g 烟用甜味接装纸样品，剪碎成 5 mm×

5 mm，置于 50 mL 的具塞三角瓶中，加入 20 mL 超纯水摇床振荡萃取 35 min，取适量萃取液过 0.22 μm 滤膜，待进样。

摇床振荡条件：摇床转速 200 r/min，摇床温度 25 °C。超声振荡条件：超声功率 200 W，超声温度 25 °C。

1.3 液相色谱条件

色谱柱：ZORBAX SB-C18 柱（4.6 mm×250 mm，5 μm），柱温 30 °C，进样量 10 μL，流速 1.0 mL/min。流动相：A 为超纯水，B 为乙腈。梯度洗脱程序：0~15 min，体积分数为 50%~100% 的 B。二极管阵列检测器：210 nm。

1.4 溶液的配制

1.4.1 标准储备液的配制

称取纽甜 0.050 g（精确至 0.1 mg），置于 50 mL 容量瓶中，用超纯水定容至刻度，摇匀，得到浓度为 1.0 mg/mL 的混合标准溶液，将其作为标准储备液备用。

1.4.2 标准工作溶液的配制

移取混合标准储备液 0.75，1.00，1.50，2.00，3.00，4.00，5.00 mL 于 10 mL 容量瓶中，分别加入超纯水至刻度，摇匀，得到质量浓度为 75，100，150，200，300，400，500 μg/mL 的 1—7 级标准工作溶液。

1.5 烟用甜味接装纸中纽甜含量的测定

对烟用甜味接装纸按照 1.2 节的方法进行处理和分析测定，样品中纽甜的含量按式（1）进行计算。

$$X = (C \times V) \div (1000 \times m) \quad (1)$$

式中：X 为样品中纽甜的含量（mg/g）；C 为由标准工作曲线得出的样品中纽甜的质量浓度（μg/mL）；V 为萃取液体积（mL）；m 为样品质量（g）。

1.6 不同存放时间下烟用甜味接装纸中纽甜含量的测定

将接装纸置于室内，温度为室温，暴露在空气中，自出厂日起 0~200 d，每隔 20 d 各取 1 次样检测，将

初始测定值记为出厂检测值。

1.6.1 衰减量计算

衰减量按式(2)计算。

$$H = m_0 - m_1 \quad (2)$$

式中: H 为衰减量 (mg/g); m_0 为出厂检测值 (mg/g); m_1 为当日检测值 (mg/g)。

1.6.2 衰减率计算

衰减率按式(3)计算。

$$S = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中: S 为衰减率; m_0 为出厂检测值 (mg/g); m_1 为当日检测值 (mg/g)。

2 结果和讨论

2.1 前处理条件的确定

2.1.1 萃取溶剂体积的选择

以样品 3[#]为研究对象,按照 1.2 节的方法,改变萃取溶剂体积,考察不同体积萃取溶剂(15, 18, 20, 22, 25 mL)对萃取效果的影响,结果见图 1。当萃取溶剂体积为 20 mL 时,接装纸中纽甜含量达到最大值,可能的原因是 20 mL 的萃取剂已经能够将样品中的纽甜完全萃取,此时继续增大萃取溶剂体积,纽甜含量不会继续增加,趋于平缓。萃取溶剂体积选定为 20 mL。

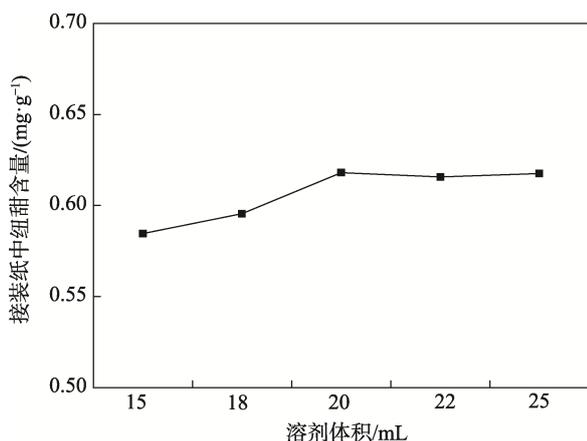


图 1 不同体积萃取溶剂对萃取效果的影响

Fig.1 Effect of different volume extraction solvents on extraction efficiency

2.1.2 萃取方式的选择

以样品 3[#]为研究对象,按照 1.2 节的方法,改变萃取方式,考察超声振荡和摇床振荡这 2 种萃取方式对萃取效果的影响,结果见图 2。摇床振荡的效果明显优于超声振荡,这可能是因为萃取溶剂体积较小,

在摇床振荡过程中可使萃取物与溶剂接触更充分。摇床振荡萃取效果更好,选定摇床振荡为萃取方式。

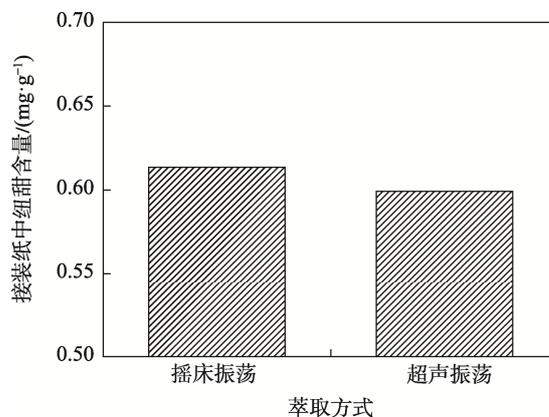


图 2 不同萃取方式对萃取效果的影响

Fig.2 Effect of different extraction methods on extraction efficiency

2.1.3 萃取时间的选择

以样品 3[#]为研究对象,按照 1.2 节的方法,改变萃取时间,考察不同萃取时间(25, 30, 35, 40, 45 min)对萃取效果的影响,结果见图 3。当萃取时间为 35 min 时,接装纸中纽甜含量达到最大值,继续延长萃取时间,接装纸中纽甜含量趋于平缓,萃取液已达到饱和。萃取时间选定为 35 min。

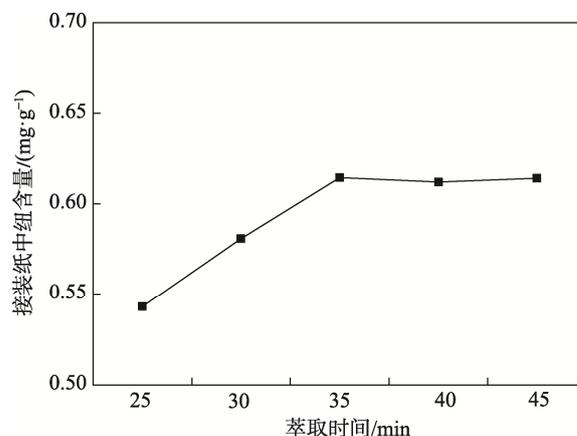


图 3 不同萃取时间对萃取效果的影响

Fig.3 Effect of different extraction time on extraction efficiency

2.2 方法的验证

2.2.1 标准曲线、检出限和定量限

分别取系列标准工作溶液进行 HPLC-DAD 分析,横坐标为纽甜标准品峰面积,纵坐标为纽甜标准品的浓度,作纽甜标准品的标准工作曲线,结果见表 1。结果显示,纽甜在 75~500 μg/mL 线性良好 ($r \geq 0.999$),检出限为 0.05 μg/mL,能够满足纽甜的定量

分析要求。

2.2.2 加标回收率和精密度

以烟用接装纸样品 3[#]为研究对象，分别加入低、中、高等 3 个不同浓度水平的纽甜标准样品，按照 1.2 节的方法进行处理分析，平行测定 5 次不同加标水平下纽甜的回收率，实验结果见表 2。在 3 个加标水平下，纽甜的平均回收率在 92.31%~103.75% (RSD=0.35%~2.32%，n=5)，回收率较高，重复性好，适用于烟用甜味接装纸中纽甜含量的测定。

2.3 烟用甜味接装纸中纽甜的衰减特性研究

2.3.1 不同存放时间下烟用甜味接装纸中纽甜含量的变化趋势

烟用接装纸样品 3[#]为市售卷烟产品 A 所用甜味接装纸，以烟用接装纸样品 3[#]中纽甜的含量为参考值，间隔 0.10 mg/g 设置 6 个不同梯度浓度，实际操作过程中存在偏差，实际含量见表 3。按照 1.5 和 1.6 节的方法，对接装纸中的纽甜衰减情况进行分析，结果见图 4 和表 4。随着存放时间的增加，各接装纸中纽甜含量整体呈先下降后趋于平稳再下降的趋势。在

0~20 d, 1[#]—3[#]中纽甜含量呈下降趋势；在 20~100 d, 1[#]—3[#]中纽甜含量无明显变化，处于平稳期；在 100~200 d, 1[#]—3[#]中纽甜含量呈下降趋势，200 d 时，1[#]—3[#]中纽甜含量接近于零。在 0~20 d, 4[#]和 6[#]中纽甜含量呈下降趋势；在 20~160 d, 4[#]和 6[#]中纽甜含量无明显变化，处于平稳期；在 160~200 d, 4[#]和 6[#]中纽甜含量呈下降趋势。在 0~80 d, 5[#]中纽甜含量呈下降趋势；在 80~160 d, 5[#]中纽甜含量无明显变化，处于平稳期；在 160~200 d, 5[#]中纽甜含量呈下降趋势。

2.3.2 不同存放时间下烟用甜味接装纸中纽甜的衰减率变化情况

按照 1.6.2 节的方法计算不同存放时间下烟用甜味接装纸中纽甜的衰减率，结果见表 5 和图 5。在 0~100 d, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 的接装纸 (1[#]—3[#]) 衰减率为 19.15%~33.87%；纽甜添加范围为 0.82~1.37 mg/g 的接装纸 (4[#]—6[#]) 衰减率为 11.68%~31.62%。在 100~200 d, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 的接装纸 (1[#]—3[#]) 衰减率为 42.55%~95.74%；纽甜添加范围为 0.82~1.37 mg/g 的接装纸 (4[#]—6[#]) 衰减率为 23.36%~65.85%。

表 1 纽甜标线方程、相关系数、检出限和定量限

Tab.1 Line equation, correlation coefficient, detection limit and quantitative limit of neotame

保留时间/min	甜味剂名称	线性方程	相关系数 r	检出限/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	定量限/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)
10.382	纽甜	$y=10^{-5}x+28.422$	0.9993	0.05	0.19

注：检出限按最低浓度标准偏差的 3 倍计算；定量限按最低浓度标准偏差的 10 倍计算

表 2 加标回收率和精密度

Tab.2 Standardized recovery rate and precision

甜味剂名称	样品含量/($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	加标量/($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	测定值/($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	回收率/%	RSD 值/%
纽甜	0.62	0.30	0.90	96.77	1.85
		0.67	1.20	92.31	1.05
		0.97	1.66	103.75	0.35

表 3 接装纸中纽甜 6 种不同梯度浓度的设置
Tab.3 Setting of 6 different gradient concentrations of neotame in tipping paper

样品名称	纽甜含量/($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)
1 [#]	0.47
2 [#]	0.57
3 [#]	0.62
4 [#]	0.82
5 [#]	1.17
6 [#]	1.37

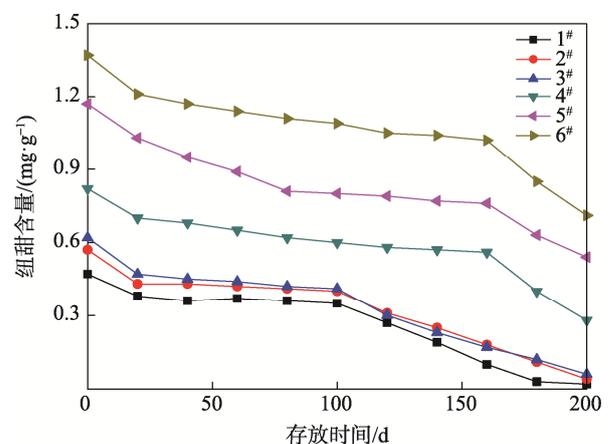


图 4 不同存放时间对接装纸中纽甜含量的影响
Fig.4 Effect of different storage time on neotame content in tipping paper

表4 不同存放时间下接装纸中纽甜含量的测定结果
Tab.4 Determination results of neotame content in tipping paper for different storage time

存放时间/d	纽甜含量/(mg·g ⁻¹)					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
存放初始	0.47	0.57	0.62	0.82	1.17	1.37
20	0.38	0.43	0.47	0.70	1.03	1.21
40	0.36	0.43	0.45	0.68	0.95	1.17
60	0.37	0.42	0.44	0.65	0.89	1.14
80	0.36	0.41	0.42	0.62	0.81	1.11
100	0.35	0.40	0.41	0.60	0.80	1.09
120	0.27	0.31	0.30	0.58	0.79	1.05
140	0.19	0.25	0.23	0.57	0.77	1.04
160	0.10	0.18	0.17	0.56	0.76	1.02
180	0.03	0.11	0.12	0.40	0.63	0.85
200	0.02	0.04	0.06	0.28	0.54	0.71

表5 不同存放时间下接装纸中纽甜的衰减率
Tab.5 Attenuation rate of neotame in tipping paper for different storage time

存放时间/d	衰减率/%					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
20	19.15	24.56	24.19	14.63	11.97	11.68
40	23.40	24.56	27.42	17.07	18.80	14.60
60	21.28	26.32	29.03	20.73	23.93	16.79
80	23.40	28.07	32.26	24.39	30.77	18.98
100	25.53	29.82	33.87	26.83	31.62	20.44
120	42.55	45.61	51.61	29.27	32.48	23.36
140	59.57	56.14	62.90	30.49	34.19	24.09
160	78.72	68.42	72.58	31.71	35.04	25.55
180	93.62	80.70	80.65	51.22	46.15	37.96
200	95.74	92.98	90.32	65.85	53.85	48.18

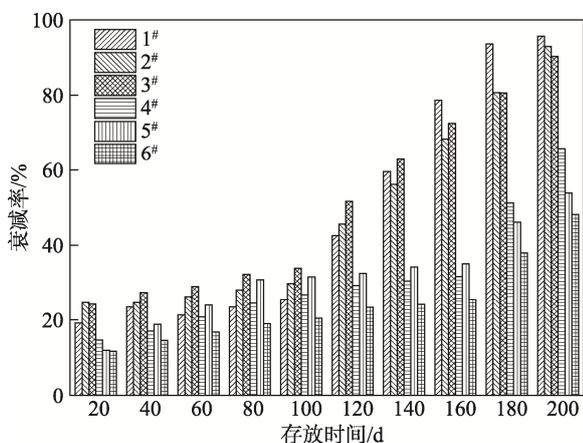


图5 不同存放时间对接装纸中纽甜衰减率的影响
Fig.5 Effect of different storage time on the attenuation rate of neotame in tipping paper

根据衰减量和衰减率, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 的接装纸放置 200 d 后基本完全衰减, 贮存期在 200 d 以内, 具体的贮存期要结合感官评吸结果确定; 纽甜添加范围为 0.82~1.37 mg/g 的接装纸放置 200 d 后还未衰减完全, 贮存期还不能确定。

3 结语

建立了 HPLC-DAD 测定烟用甜味接装纸中纽甜含量的分析方法, 并研究了接装纸中纽甜的衰减特性。结果表明, 该方法前处理简单, 在 75~500 μg/mL 线性良好 ($r \geq 0.999$), 平均回收率为 92.31%~103.75% (RSD 为 0.35%~2.32%, $n=5$), 回收率高, 重复性好, 适用于烟用甜味接装纸中纽甜含量的测定。

1[#]—3[#], 4[#]和 6[#], 5[#]的平稳期分别为 20~100 d, 20~160 d, 80~160 d, 接装纸中纽甜的平稳期整体随添加量的增加而增加。在 0~100 d, 接装纸中纽甜含量下降较为缓慢, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 和 0.82~1.37 mg/g 的接装纸衰减率分别为 19.15%~33.87%和 11.68%~31.62%, 不同添加量的接装纸衰减率基本一致。在 100~200 d, 接装纸中纽甜含量下降较为快速, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 和 0.82~1.37 mg/g 的接装纸衰减率分别为 42.55%~95.74%和 23.36%~65.85%, 衰减率随添加量的增加而降低。根据衰减量和衰减率, 纽甜添加范围为 0.47~0.62 mg/g 的接装纸贮存期在 200 d 以内; 纽甜添加范围为 0.82~1.37 mg/g 的接装纸放置 200 d 后还未衰减完全, 贮存期不能确定。

参考文献:

- [1] 廖惠云, 吴洋, 马梦婕, 等. 基质匹配曲线校正-HPLC-MS/MS 法同时测定干性食品包装纸中 8 种甜味剂[J/OL]. 食品科学: 1—11[2020-05-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20200330.1142.020.html>. LIAO Hui-yun, WU Yang, MA Meng-jie, et al. Simultaneous Determination of Eight Sweeteners in Dry Food Wrappings by using Matrix Matched Solvent Calibration-High Performance Chromatography/Tandem Mass Spectrometry[J/OL]. Food Science: 1—11[2020-05-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20200330.1142.020.html>.
- [2] TEY S L, SALLEH N B, HENRY J, et al. Effects of Aspartame-, Monk Fruit-, Stevia- and Sucrose- Sweetened Beverages on Postprandial Glucose, Insulin and Energy Intake[J]. International Journal of Obesity, 2017, 10: 450—457.
- [3] 苏海霞. 功能性高倍甜味剂研究现状及复配注意事项[J]. 食品安全导刊, 2016, 151(28): 79—82. SU Hai-xia. Research Status of Functional High-Strength Sweeteners and Precautions for Compounding[J]. Food Safety Guide, 2016, 151(28): 79—82.
- [4] 阳曦, 刘玮. 液相色谱-串联质谱法同时测定糕点中 6 种甜味剂[J]. 食品工业, 2019(6): 316—319. YANG Xi, LIU Wei. Simultaneous Determination of Six Sweeteners in Cakes by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry[J]. Food Industry, 2019(6): 316—319.
- [5] 李蓉. 焙烤食品安全与检测[M]. 北京: 中国质检出版社, 2018: 181—195. LI Rong. Baked Food Safety and Inspection[M]. Beijing: China Quality Inspection Press, 2018: 181—195.
- [6] 刘益锋, 李蓉, 张朋杰, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法同时测定焙烤食品中 9 种水溶性添加剂的研究[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(2): 137—141. LIU Yi-feng, LI Rong, ZHANG Peng-jie, et al. Simultaneous Determination of 9 Water-Soluble Additives in Baked Goods by Ultra Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry[J]. China Food Additives, 2019, 30(2): 137—141.
- [7] 蔡才, 王红波, 王亚珍, 等. 纽甜的合成及应用现状[J]. 化学与生物工程, 2019, 36(5): 6—11. CAI Cai, WANG Hong-bo, WANG Ya-zhen, et al. Synthesis and Application Status of Neotame[J]. Chemistry and Bioengineering, 2019, 36(5): 6—11.
- [8] 柴梅梅, 侯磊磊, 加力, 等. 饮料中甜味剂的应用与食品安全[J]. 食品安全质量检测学报, 2018(11): 163—170. CHAI Mei-mei, HOU Lei-lei, JIA Li, et al. Application of Sweeteners in Beverages and Food Safety[J]. Journal of Food Safety and Quality Inspection, 2018(11): 163—170.
- [9] 邓虹. 纽甜的特性及稳定性研究[J]. 饲料博览, 2016(12): 65—80. DENG Hong. Study on the Characteristics and Stability of Neotame[J]. Feed Expo, 2016(12): 65—80.
- [10] WIKLUND A K E, BREITHOLTZ M, BENGTTSSON B E, et al. Sucralose-An Ecotoxicological Challenger[J]. Chemosphere, 2012, 86(1): 50—55.
- [11] 方光伟, 何建仁, 陈忍, 等. 高效液相色谱-蒸发光散射检测法同时测定食品中 9 种甜味剂[J]. 食品安全质量检测学报, 2017(12): 243—248. FANG Guang-wei, HE Jian-ren, CHEN Ren, et al. Simultaneous Determination of 9 Sweeteners in Food by High Performance Liquid Chromatography-Evaporative Light Scattering Detection[J]. Journal of Food Safety and Quality Inspection, 2017(12): 243—248.
- [12] 付强, 李国政, 林奕云, 等. UPLC-MS/MS 法测定胶基型嚼烟中 13 种甜味剂[J]. 烟草科技, 2019, 52(12): 31—38. FU Qiang, LI Guo-zheng, LIN Yi-yun, et al. Determination of 13 Sweeteners in Gum-Based Chewing Tobacco by UPLC-MS/MS[J]. Tobacco Science & Technology, 2019, 52(12): 31—38.
- [13] BATES C, FAGERSTROM K, JARVISM J, et al. European Union Policy on Smokeless Tobacco: a Statement in Favour of Evidence Based Regulation for Public Health[J]. Tobacco Control, 2003, 12(4): 360—367.
- [14] 廖惠云, 吴洋, 马梦婕, 等. SPE-HPLC-MS/MS 法同时测定电子烟烟液中 9 种甜味剂[J/OL]. 烟草科技: 1—12[2020-05-25]. <https://doi.org/10.16135/j.issn1002-0861.2020.0002>. LIAO Hui-yun, WU Yang, MA Meng-jie, et al. Simultaneous Determination of 9 Sweeteners in E-Cigarette Liquid by SPE-HPLC-MS/MS[J/OL]. Tobacco Science and Technology: 1—12[2020-05-25]. <https://doi.org/10.16135/j.issn1002-0861.2020.0002>.
- [15] 杨飞, 李中皓, 严俊, 等. UPLC-MS/MS 同时测定电子烟烟液中安赛蜜等 5 种合成甜味剂[J]. 中国烟草学报, 2019, 25(4): 1—8. YANG Fei, LI Zhong-hao, YAN Jun, et al. Simultaneous Determination of 5 Synthetic Sweeteners Including Acesulfame K in E-Cigarette Liquid by UPLC-MS/MS[J]. Acta Tobacco Sinica, 2019, 25(4): 1—8.
- [16] 单垒, 王英名, 冯东升, 等. 香甜味烟用接装纸的研制[J]. 中国包装, 2018(1): 42—43. SHAN Lei, WANG Ying-ming, FENG Dong-sheng, et al. Development of Tipping Paper for Fragrant and Sweet Cigarettes[J]. China Packaging, 2018(1): 42—43.