

# 聚缬氨酸修饰电极法测定食品中 2,6-二叔丁基对甲苯酚

丁永霞<sup>1\*</sup>, 孙章华<sup>2</sup>, 刘胜光<sup>3</sup>

(1. 山东省菏泽市疾病预防控制中心, 菏泽 274010; 2. 山东菏泽市环境监测中心站, 菏泽 274000;  
3. 菏泽学院化学化工学院, 菏泽 274015)

**摘要:** **目的** 建立聚缬氨酸修饰电极法测定食品中 2,6-二叔丁基对甲苯酚含量的分析方法。**方法** 对循环伏安法制备聚缬氨酸修饰电极的聚合条件进行了优化, 并研究了 2,6-二叔丁基对甲苯酚在此电极上的电化学行为。从测定 pH、电位、扫描速率等方面, 对聚缬氨酸修饰电极法测定饼干中 2,6-二叔丁基对甲苯酚含量时的条件进行了优化。**结果** 在 pH=4.0 的磷酸盐缓冲溶液中, 2,6-二叔丁基对甲苯酚的氧化峰电流与其浓度在  $2.0 \times 10^{-7} \sim 4.0 \times 10^{-5}$  mol/L 范围线性关系良好, 线性方程:  $i_{pa} = 1.27 \times 10^{-7} + 0.23 c$ , 相关系数  $r$  为 0.9962, 检出限为  $4.0 \times 10^{-8}$  mol/L。**结论** 本方法简单、快速、灵敏, 适用于测定食品中 2,6-二叔丁基对甲苯酚的含量。

**关键词:** 缬氨酸; 化学修饰电极; 2,6-二叔丁基对甲苯酚; 循环伏安法; 食品

## Determination of butylated hydroxytoluene in food by poly (valine) modified electrode

DING Yong-Xia<sup>1\*</sup>, SUN Zhang-Hua<sup>2</sup>, LIU Sheng-Guang<sup>3</sup>

(1. Shandong Heze Center for Diseases Control and Prevention, Heze 274010, China; 2. Environmental Monitoring Central Station of Heze, Heze 274000, China; 3. College of Chemistry and Chemical Engineering of Heze University, Heze 274015, China)

**ABSTRACT: Objective** To establish a method for the determination of butylated hydroxytoluene in food by poly (valine) modified electrode. **Methods** The polymerization conditions of poly (valine) modified electrode prepared by cyclic voltammetry were optimized, and the electrochemical behavior of butylated hydroxytoluene on this electrode was studied. The conditions for determination of butylated hydroxytoluene content in biscuits by poly (valine) modified electrode method were optimized from the aspects of pH, potential and scanning rate. **Results** In the pH 4.0 phosphate buffer solution, the oxidation peak current and concentration of butylated hydroxytoluene had a good linear relationship in the range of  $2.0 \times 10^{-7} \sim 4.0 \times 10^{-5}$  mol/L. The linear equation was  $i_{pa} = 1.27 \times 10^{-7} + 0.23 c$ , the correlation coefficient ( $r$ ) was 0.9962, and the limit of detection was  $4.0 \times 10^{-8}$  mol/L. **Conclusion** This method is simple, rapid and sensitive, which is suitable for the determination of butylated hydroxytoluene content in food.

**KEY WORDS:** valine; modified electrode; butylated hydroxytoluene; cyclic voltammetry; food

基金项目: 山东省高校科技计划项目(J17KB062)

Fund: Supported by the Project of Shandong Province Higher Educational Science and Technology Program (J17KB062)

\*通讯作者: 丁永霞, 副主任技师, 主要研究方向为食品理化检验检测领域新(食品安全风险评估)方法。E-mail: sddingyongxia@163.com

\*Corresponding author: DING Yong-Xia, Associate Professor, Shandong Heze Center for Diseases Control and Prevention, Heze 274010, China. E-mail: sddingyongxia@163.com

## 1 引言

2,6-二叔丁基对甲苯酚(butylated hydroxytoluene, BHT), 是被广泛使用的油溶性抗氧化剂<sup>[1]</sup>, 具有较强的抗氧化能力、耐热及稳定性, 没有特异性臭味, 遇金属离子相对稳定, 一般不会呈显色反应, 且价格低廉的优点, 常用在食品、工业产品、个人护理产品、化妆品中。适量的 BHT 可以延迟和阻止食品氧化变质, 但因其毒性较大, 过量接触和摄入易对人体造成严重危害, 如使人体呼吸酶的活性受到抑制, 甚至致癌等<sup>[2,3]</sup>。我国规定食用油脂、油炸食品、饼干制品中 BHT 的最大使用量为 0.2 g/kg<sup>[4]</sup>。因此为了防止和限制 BHT 的添加使用量, 实现对产品质量的控制, 探求 BHT 的高灵敏检测方法具有非常重要的意义。

目前, 对抗氧化剂 BHT 的测定方法主要是色谱及联用技术<sup>[5-9]</sup>。但这些方法存在一定的缺点, 例如前处理过程复杂, 有机溶剂耗费大, 造成一定的环境污染且价格偏高。由于 BHT 分子中含有羟基等电化学活性基团, 所以可以进行电化学分析<sup>[10]</sup>。电化学分析中的电化学修饰电极具有选择性和灵敏度高、稳定性好、检测简单快速等优点, 在复杂体系中检测微量化合物和生物活性成分等方面应用非常广泛。其中氨基酸含有氨基(-NH<sub>2</sub>)和羧基(-COOH)官能团, 具备独特的性质, 能与电极表面产生吸附作用<sup>[11]</sup>, 以氨基酸为修饰材料制备的电极在检测中应用非常广泛<sup>[12,13]</sup>, 而缬氨酸作为主要的氨基酸之一, 在电化学上已经得到了应用, 并且已成功用于其他活性物质的测定<sup>[14-16]</sup>。但是目前聚缬氨酸修饰电极测定 BHT 的报道较少。

本研究制备了聚缬氨酸修饰电极并对 BHT 的电化学性质进行了研究, 从聚合 pH、电位、扫描速率、段数等方面探讨了聚缬氨酸修饰电极制备的最佳条件, 并探讨了聚缬氨酸修饰电极测定 BHT 的最优条件, 以期建立一种用于饼干中 BHT 的检测的简单、快速、灵敏的新方法。

## 2 材料与方法

### 2.1 仪器与试剂

CHI660C 电化学分析仪器(上海辰华有限公司; 含有三电极系统: 参比电极是 Ag/AgCl 电极, 对电极是铂丝电极, 工作电极是玻碳电极); 85-1 型磁力搅拌器(中外合资深圳天南海北有限公司); KH-100DB 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); 电子天平(沈阳龙腾电子有限公司)。

BHT(分析纯, 上海阿拉丁有限公司); 缬氨酸(分析纯, 天津市光复精细化工研究所); 柠檬酸(分析纯, 上海谱振生物科技有限公司); 磷酸氢二钠(分析纯, 上海试剂二厂); 饼干样品(当地超市)。实验室用水为二次蒸馏水。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 聚缬氨酸修饰电极的制备

在湿润的粒度为 1000 金相砂纸上, 把玻碳电极( $\Phi=3.8$  mm)均匀磨光, 用蒸馏水冲洗干净, 用 0.05  $\mu\text{m}$  中性氧化铝配制悬乳液抛光成镜面, 依次放入到硝酸、乙醇、蒸馏水中超声清洗(1 min/次)。把处理好的电极放在 1.00 mL ( $1.0\times 10^{-3}$  mol/L)缬氨酸、9.00 mL 二次蒸馏水以及 10.00 mL 磷酸盐缓冲液(phosphate buffer saline, PBS, pH=7.0)混合溶液中, 在-1.2~2.0 V 的电位范围内, 60 mV/s 的扫描速度循环扫描 9 周, 用二次蒸馏水淋洗电极表面, 并晾干, 制得聚缬氨酸修饰电极备用。

#### 2.2.2 电化学测定方法

向 50 mL 烧杯中, 依次加入 20 mL 的 PBS (pH=4.0)、一定浓度的 BHT 溶液, 搅拌 70 s 后, 在-1.0~0.5 V 电位范围内, 100 mV/s 扫描速率下扫描, 观察并记录峰的电位与电流。每次测定完成后, 首先将电极放在 20 mL 的 PBS (pH=4.0)的空白底液中循环扫描至峰消失, 再用二次蒸馏水冲洗, 用于下一次的测定。

#### 2.2.3 饼干样品的制备

准确称取 1.00 g 饼干样品, 研钵研碎, 加入 10 mL 乙醇, 先搅拌超声得浑浊液体, 用 pH=4.0 的磷酸盐缓冲溶液定容至 100 mL, 作为样品待测液备用。

#### 2.2.4 回收率的测定

向 50 mL 烧杯中, 依次加入 20 mL 的 PBS (pH=4.0)、样品待测液, 搅拌 70 s 后, 在-1.0~0.5 V 电位范围内, 100 mV/s 扫描速率下扫描, 记录峰的电位与电流。然后加入一定的  $2\times 10^{-3}$  mol/L 的 BHT 标准样品, 进行同样条件下的测定, 记录峰的电位与电流, 平行测定 6 次, 计算回收率和相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)。

## 3 结果与分析

### 3.1 聚合条件优化

聚合底液的 pH 对缬氨酸修饰电极的催化性能有一定影响。缬氨酸溶液的浓度及其他条件不变, 只改变溶液的 pH, 研究表明: 在聚合底液 pH=7.0 中制备的修饰电极用于测定 BHT, 氧化峰的电流最大。因此选择聚合底液 pH 为 7.0。

聚缬氨酸修饰电极的制备受扫描段数影响, 一方面电极膜要有一定的厚度, 以确保电活性物质的催化氧化; 另一方面电极具有导电性, 太厚电子不容易通过, 峰电流会比较低。实验中, 固定底液浓度, 聚合底液 pH 等其他条件, 只改变扫描段数。结果表明聚合 18 段时聚缬氨酸修饰电极测定的 BHT 氧化峰电流最大, 因此本实验选择聚合 18 段为最佳聚合段数。

聚合的高低电位也会影响聚缬氨酸修饰电极的性能。

在低电位及其他聚合条件和测定条件都固定的情况下,改变高低电位进行实验,分别在高电位 2.0 V 和低电位-1.2 V 时, BHT 的氧化峰电流在聚缬氨酸修饰电极上达到最大,因此本实验选择聚合电位范围为-1.2~2.0 V。

扫描速度对聚缬氨酸修饰电极的性能也有一定的影响。改变扫描速度进行实验。当扫描速度为 60 mV/s 时,修饰电极对 BHT 测定的电流最大,故本实验选用 60 mV/s 作为扫描速度来修饰电极。

综上所述,制备聚缬氨酸修饰电极的最佳条件为:在-1.2~2.0 V 的电位范围内,聚合底液的 pH=7.0,聚合扫描段数为 18 段,扫描速率为 60 mV/s。

### 3.2 聚缬氨酸修饰电极的聚合循环伏安曲线

缬氨酸在最佳聚合条件下聚合循环伏安曲线如图 1。电流先是随扫描段数的增加而逐渐增大,最后趋于稳定。表明随着聚合反应的进行,电极表面的聚合物薄膜趋于完整。

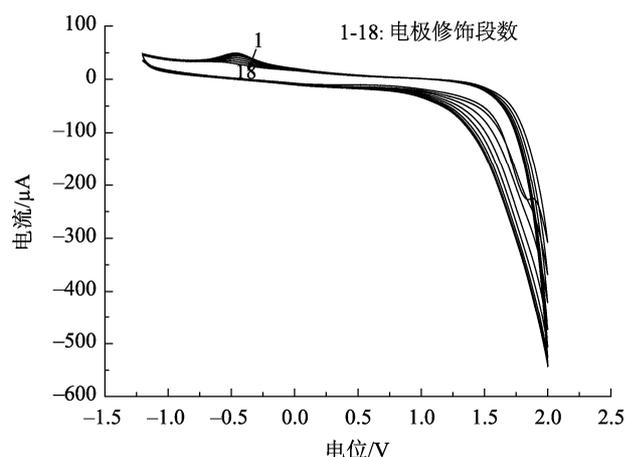


图1 缬氨酸聚合的循环伏安图

Fig.1 Cyclic voltammograms (CVs) of valine on the glassy carbon electrode (GCE)

### 3.3 BHT 在聚缬氨酸修饰电极上的电化学特性

图 2 中的曲线分别为 BHT 在玻碳电极(glassy carbon electrode, GCE) (1)和聚缬氨酸修饰电极(2)上的循环伏安曲线,以及聚缬氨酸修饰电极测定空白溶液(3)的循环伏安曲线。可见看出: BHT 在裸玻碳电极和缬氨酸修饰电极上的电流值分别为 1.33 μA 和 2.17 μA,表明聚缬氨酸修饰膜加速了 BHT 在电极上的电化学反应速率。

### 3.4 测定 BHT 的最佳条件

保持其他测定条件不变,只改变测定底液的 pH 进行实验,当底液 pH=4.0 时氧化峰电流达到最大(图 3),所以本实验选 pH=4.0 的 PBS 为测试底液。实验还表明:氧化峰电位随着 pH 值增大逐渐向负方向移动, pH 在 2.2~8.0 之间,  $E_{pa}$  与 pH 呈线性关系,线性方程:  $E_{pa}=0.76-0.063 \text{ pH}$ , 其

相关系数  $r=0.9935$ 。因为其斜率的绝对值为 0.063,这与能斯特的理论电势值 0.059 V 很接近,说明 BHT 在聚缬氨酸修饰电极上的氧化还原过程中有质子参与,并且质子数等于电子转移数。

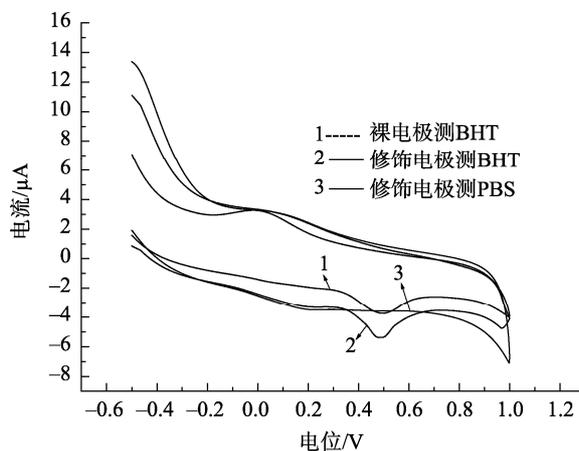


图2 BHT 在不同条件下的循环伏安图

Fig.2 CVs of BHT at different conditions

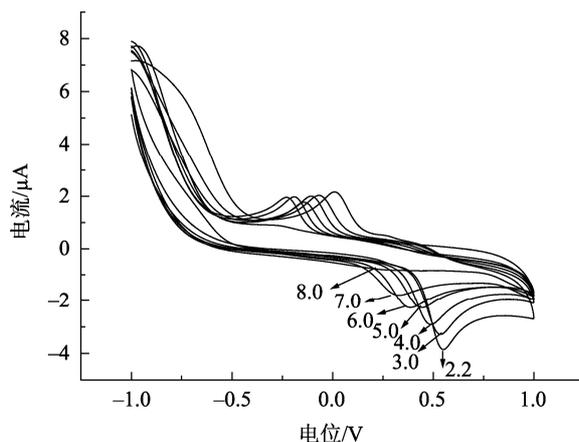


图3 不同 pH 磷酸盐缓冲溶液中 BHT(1.0×10<sup>-5</sup> mol/L)循环伏安图

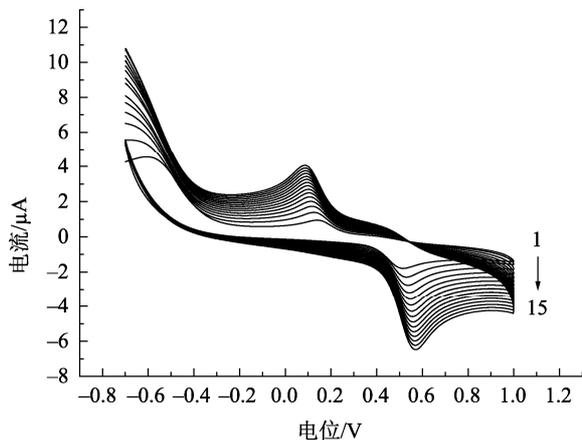
Fig.3 CVs of BHT in the citric acid-phosphate buffer with different pH (2.2, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0)

改变扫描速率进行实验,图 4 是不同扫描速率下 BHT 在聚缬氨酸修饰电极上循环伏安曲线。实验结果表明, BHT 的氧化峰电流随着扫描速率的增加而增大,但是扫描速率太大,会使样品的检出限降低,影响实验结果。在扫描速率为 100 mV/s 时,峰形最好,所以最佳扫描速率应选为 100 mV/s。在 20~300 mV/s 范围内,氧化峰电流与扫描速率的平方根成线性关系:  $i_{pa}=-1.51+0.53 v^{1/2}$ , 线性相关系数  $r=0.9942$ 。说明 BHT 在修饰电极上的电极过程为扩散过程。

对于 BHT 的氧化还原过程,扫描速率在 80~300 mV/s 范围内,  $E_{pa}=0.058+0.0821gv(\text{mV/s})$ ,  $r=0.9957$  (1) 和  $E_{pc}=0.24-0.0671gv(\text{mV/s})$ ,  $r=0.9940$  (2)。根据可逆薄层电化学的 Laviron 理论可知:  $E_{pa}=a+(2.303RT/(1-\alpha)n_aF)lgv(\text{mV/s})$

和  $E_{pc}=b-(2.303RT/naF)\lg v(\text{mV/s})$ , 两式中  $a$ 、 $b$  均为常数。由(1)(2)两式求得电子转移数  $n_a=1.6$ , 表明电子转移数为 2, 由于电子转移数等于质子转移数, 所以质子转移数也等于 2, 电子传递系数  $\alpha=0.55$ , 接近理论值 0.5, 符合准可逆反应的特征。

搅拌时间对 BHT 氧化峰电流有比较大的影响。改变搅拌时间, 对 BHT 进行测定, 见图 5。氧化峰电流随搅拌时间的增大先增大后趋于稳定, 搅拌 70 s 时氧化峰达到最大, 故搅拌时间选为 70 s。



注: 1~15 表示扫描速率为 20、40、60、80、100、120、140、160、180、200、220、240、260、280、300 mV/s

图 4 不同扫描速率下 BHT 在聚缬氨酸修饰电极上循环伏安图  
Fig.4 CVs of BHT at different scanning rates

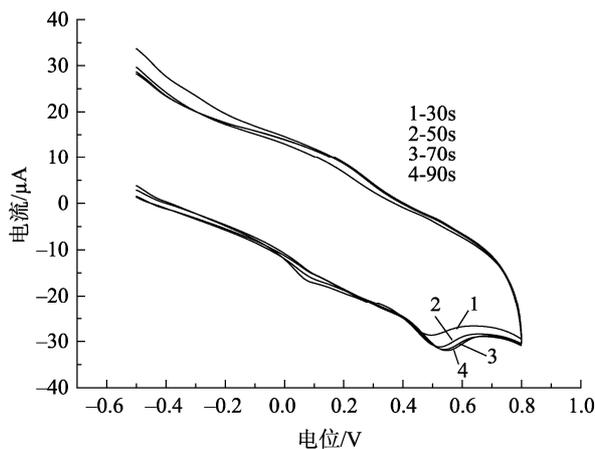
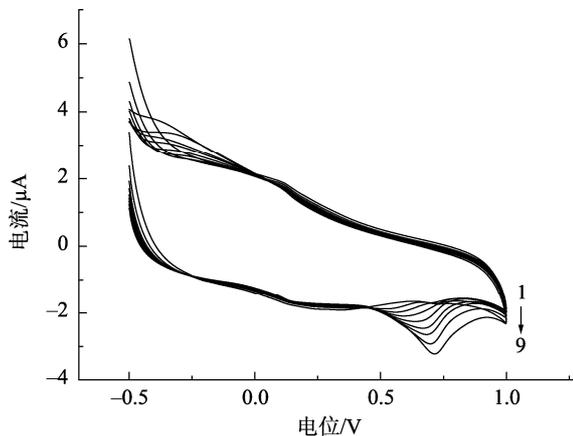


图 5 不同搅拌时间下 BHT 在聚缬氨酸修饰电极上的循环伏安图  
Fig.5 CVs of different stirring time of BHT

### 3.5 工作曲线

在最优的实验条件下, 用循环伏安法对不同浓度的 BHT 进行测定, 如图 6。BHT 在  $2.0 \times 10^{-7} \sim 4.0 \times 10^{-5}$  mol/L 范围内呈线性关系, 线性方程:  $i_{pa}=1.27 \times 10^{-7}+0.23 c(\text{mol/L})$ , 相关系数  $r$  为 0.9962, 检出限为  $4.0 \times 10^{-8}$  mol/L。



注: 1~9 表示 BHT 浓度为  $2.0 \times 10^{-7}$ 、 $4.0 \times 10^{-7}$ 、 $8.0 \times 10^{-7}$ 、 $1.0 \times 10^{-6}$ 、 $4.0 \times 10^{-6}$ 、 $8.0 \times 10^{-6}$ 、 $1.0 \times 10^{-5}$ 、 $2.0 \times 10^{-5}$ 、 $4.0 \times 10^{-5}$  mol/L

图 6 不同浓度的 BHT 在聚缬氨酸修饰电极上的循环伏安图  
Fig.6 CVs of different concentrations of BHT

### 3.6 干扰实验

在上述实验条件下, 允许相对误差在  $\pm 5\%$  范围内, 对于  $8.0 \times 10^{-6}$  mol/L 的 BHT, 选择饼干中常见的物质进行干扰测定。依次加入 100 倍浓度的氯化钠、蔗糖、10 倍浓度的乙基麦芽酚、维生素 C、溶液, 结果如图 7, 可以看出, 这些常见的物质不干扰其测定。

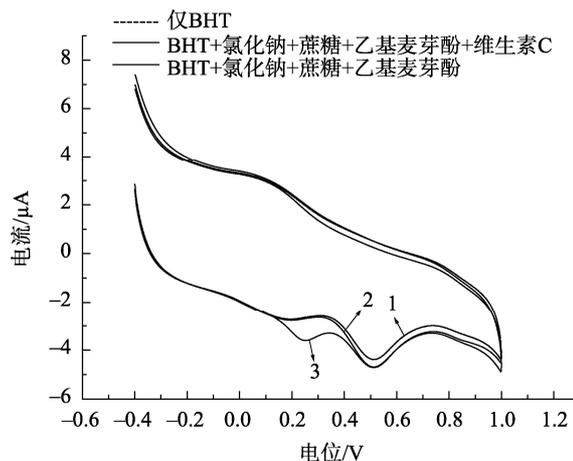


图 7 氯化钠、蔗糖和维生素 C 存在时 BHT 在聚缬氨酸修饰电极上的循环伏安图

Fig.7 CVs of BHT in presence of interfering substances of NaCl, sucrose and vitamin C

### 3.7 重现性实验

以最佳聚合条件下制备好的聚缬氨酸修饰电极为工作电极, 测定底液  $8.0 \times 10^{-6}$  mol/L 的 BHT 标准溶液进行平行测定 6 次, 如图 8, 得到相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)为 2.7%, 说明聚缬氨酸修饰电极有较好的重现性。

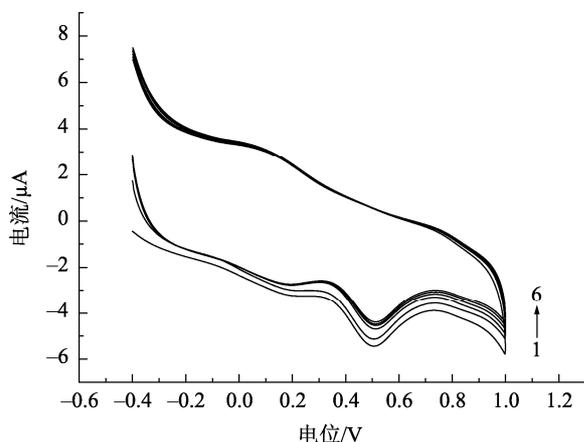


图8 BHT在优化的聚缬氨酸修饰电极上的循环伏安法图( $n=6$ )  
Fig.8 CVs of BHT on the optimized polyproline modified electrode ( $n=6$ )

### 3.8 回收率的测定

准确称取 1.00 g 饼干样品, 研钵研碎, 加入 10 mL 乙醇, 先搅拌超声得浑浊液体, 用 pH=4.0 的磷酸盐缓冲溶液定容至 100 mL, 用聚缬氨酸修饰电极进行回收率的测定, 结果见表 1。

## 4 结论

本研究建立了聚缬氨酸修饰电极法快速灵敏测定微量 BHT 的分析测试方法, 传统的 BHT 的检测方法因仪器昂贵、操作复杂、分析时间长, 不易进行现场快速测定, 难以在大范围内推广使用, 而电化学检测法以其低成本、低能耗、操作简便、高灵敏度等特点广泛应用于分析检测领域。缬氨酸修饰电极法重现性好, 检出限低, 可以测定饼干中抗氧化剂 BHT 的含量, 有较好的应用前景。

表 1 饼干中 BHT 的测定结果( $n=6$ )

Table 1 Chromatogram determination of BHT in biscuits ( $n=6$ )

样品编号	样品测定值/(mol/L)	加入的标准量/(mol/L)	样品的测定总量/(mol/L)	回收率/%	RSD/%
1	0	$6.0 \times 10^{-7}$	$6.02 \times 10^{-7}$	100.3	2.1
2	0	$2.0 \times 10^{-6}$	$1.97 \times 10^{-6}$	98.5	1.6
3	0	$1.0 \times 10^{-5}$	$9.99 \times 10^{-6}$	99.9	1.1

## 参考文献

- Wageeh AY, Noorsaadah AR, Azhar A, *et al.* Understanding the chemistry behind the antioxidant activities of butylated hydroxytoluene (BHT): A review [J]. *Eur J Med Chem*, 2015, (101): 295–312.
- 李井涛, 孙迪, 刘洋. 气相色谱法测定食用油中 BHA 和 BHT 残留量的对比研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2018, 9(1): 173–177.  
Li JT, Sun D, Liu Y. Comparative study on the determination of residues of BHA and BHT in edible oil by gas chromatography [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(1): 173–177.
- 冷鹏, 李亲凯, 刘素. 基于纳米材料增效的 2,6-二叔丁基对甲酚分子印迹电化学传感器的研究及应用[J]. *化学分析计量*, 2015, 24(4): 11–15.  
Leng P, Li QK, Liu S. Study and application of molecularly imprinted electrochemical sensor for detection of 2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol based on nano-materials [J]. *Chem Anal Meter*, 2015, 24(4): 11–15.
- 邓鹏, 巩东营, 李桂龙, 等. BHT 的电化学性质研究[J]. *中国食物与营养*, 2013, 19(10): 29–31.  
Deng P, Gong DY, Li GL, *et al.* Study on electrochemistry nature of BHT [J]. *Food Nutr China*, 2013, 19(10): 29–31.
- 耿红超, 韩锦伟, 曹晶, 等. 气质联用法测定液晶材料中微量 2,6-二叔丁基对甲酚杂质[J]. *安徽化工*, 2017, 43(2): 120–121.  
Geng HC, Han JW, Cao J, *et al.* Determination of BHT in liquid crystal materials by GC-MS method [J]. *Anhui Chem Ind*, 2017, 43(2): 120–121.
- 余琼虹, 洪瑞申. 气质联用法测定植物油中 BHA 和 BHT[J]. *广东化工*, 2013, 21(4): 234–237.  
She QH, Hong RS. The determination of BHA and BHT in the vegetable oil by GC-MS [J]. *Guangzhou Chem Ind*, 2013, 21(4): 234–237.
- 余涛, 叶坚. 高效液相色谱同时测定食品中 BHA、BHT、TBHQ 方法的研究[J]. *中国卫生检验杂志*, 2007, (12): 2136–2137.  
Yu T, Ye J. Determination of BHA, BHT and TBHQ in foods by high performance liquid chromatography [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2007, (12): 2136–2137.
- 林太凤, 刘阳, 王慧琴, 等. PSE-HPLC 法测定食品中叔丁基羟基茴香醚和 2,6-二叔丁基羟基甲苯[J]. *食品科学*, 2010, 31(14): 254–257.  
Lin TF, Liu Y, Wang HQ, *et al.* Pressurized solvent extraction and HPLC determination of BHA and BHT in food [J]. *Food Sci*, 2010, 31(14): 254–257.
- 王浩, 杨悠悠, 刘佟, 等. 分散式固相萃取结合高效液相色谱法快速测定油脂中三种抗氧化剂含量[J]. *食品安全质量检测学报*, 2014, 42(11): 3620–3625.  
Wang H, Yang YY, Liu T, *et al.* Determination of 3 antioxidant residues in edible oil by high performance liquid chromatography with dispersive solid phase extraction [J]. *J Food Saf Qual*, 2014, 42(11): 3620–3625.
- 王佳蕊, 郝雅茹, 李书国. 电分析法同时快速测定植物油中 TBHQ、BHA 和 BHT 的研究[J]. *中国粮油学报*, 2018, 33(8): 126–132.  
Wang JR, Hao YR, Li SG. Rapid determination of three synthetic antioxidants: TBHQ, BHA and BHT in vegetable oils by electrical method [J]. *J Chin Cere Oil Assoc*, 2018, 33(8): 126–132.
- 陶琳丽, 黄伟, 杨秀娟, 等. 20 种氨基酸近红外光谱及其分子结构的相关性[J]. *光谱学与光谱分析*, 2016, (9): 2766–2772.  
Tao LL, Huang W, Yang XJ, *et al.* Correlations between near infrared spectra and molecular structures of 20 standard amino acids [J]. *Spectrosc*

- Spect Anal, 2016, 36(9): 2766–2772.
- [12] 孙章华, 陈美凤, 尹明静, 等. 聚甘氨酸修饰电极测定食品中的诱惑红 [J]. 食品与发酵工业, 2014, (12): 185–189.  
Sun ZH, Chen MF, Yin MJ, *et al.* Poly (glycine) modified electrode for determination of allura red in food [J]. Food Ferm Ind, 2014, (12): 185–189.
- [13] 胡晴晴, 朱庆仁, 孙登明. 聚 L-精氨酸/石墨烯修饰电极对日落黄的测定 [J]. 化学传感器, 2016, (2): 57–61.  
Hu QQ, Zhu RQ, Sun DM. The determination of sunset yellow by poly-L-arginine-graphene modified electrode [J]. Chem Sens, 2016, (2): 57–61.
- [14] Yu ZY, Li XC, Wang XL, *et al.* Voltammetric determination of dopamine and norepinephrine on a glassy carbon electrode modified with poly(L-aspartic acid) [J]. J Chem Sci, 2012, 24(2): 537–544.
- [15] 马心英, 陈美凤. 氧氟沙星的聚缬氨酸修饰电极法测定 [J]. 中国医药工业杂志, 2014, 45(7): 680–683.  
Ma XY, Chen MF. Electrochemical determination of loxacin by polyvaline modified electrode [J]. Chin J Pharm, 2014, 45(7): 680–683.
- [16] 孙登明, 胡文娜, 马伟. 银掺杂聚 L-缬氨酸修饰电极的制备及对肾上腺素的测定 [J]. 分析实验室, 2011, 30(9): 50–54.  
Sun DM, Hu WN, Ma W. Preparation of a silver doped poly (L-valine) modified electrode and its determination for epinephrine [J]. Chin J Anal Lab, 2011, 30(9): 50–54.

(责任编辑: 苏笑芳)

### 作者简介



丁永霞, 副主任技师, 主要研究方向为食品理化检验检测领域新(食品安全风险评估)方法的研究。

E-mail: sddingyongxia@163.com

## “食品分析样品前处理方法研究”专题征稿函

食品安全检测是每个人都重视的问题, 其中食品分析的样品前处理是影响检测结果的重要步骤。前处理是样品的制备和对样品中待测组分进行提取、净化和浓缩的过程。在整个食品检测分析中, 前处理常常需要整个检测时间的 70%~80%, 而且实验中的误差很多时候来自样品的前处理过程。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品分析样品前处理方法研究”专题, 主要围绕食品检测中样品制备方法、样品中待测组分提取、净化、浓缩等方面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 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, 学报主编吴永宁研究员和中山大学李攻科教授特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 2019 年 5 月出版, 请在 2019 年 4 月 15 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, 再次感谢您的关怀与支持!

谢谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://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-投稿选择“专题: 食品分析样品前处理方法研究”)

E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)(投稿请备注“专题: 食品分析样品前处理方法研究”)

《食品安全质量检测学报》编辑部