

附件 5

湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划 项 目 申 报 表

项目名称: 基于 PDDA 等聚阳离子复合材料修饰的电化学传感器对猪血清中 L-色氨酸的灵敏检测				
学校名称	长沙理工大学			
学生姓名	学 号	专 业	性 别	入 学 年 份
康俊锋	201667090214	应用化学	男	2016.09
管世叶	201667090330	应用化学	男	2016.09
古锬山	201667090228	应用化学	男	2016.09
戴 闽	201667090210	应用化学	女	2016.09
陈雅兰	201667090208	应用化学	女	2016.09
指导教师	李 丹	职 称	副教授	
项目所属一级学科	化 学	项目科类(理科/文科)	理 科	
<p>学生曾经参与科研的情况</p> <p>本项目申请人康俊锋、古锬山、管世叶、戴闽、陈雅兰在学习的同时，在老师的指导下积极参加科学研究项目，同时参加了各项科技比赛。康俊锋同学、戴闽同学参加了“第九届湖南省大学生课外化学化工创新作品竞赛”，“湖南省第七届大学生化学化工实验与创新设计竞赛”；管世叶同学参加了“湖南省金凯杯化工设计大赛”，“李锦记杯学生创意大赛”；古锬山同学参加了“第九届湖南省大学生课外化学化工创新作品竞赛”，“第十届节能减排社会实践与科技竞赛校内推选赛”；均获得了很好的奖项，具体成果请参照申请书中“已获得的成绩”；陈雅兰同学专业知识基础扎实，有较好的英语功底，已成功通过英语六级。</p>				

指导教师承担科研课题情况

李丹老师长期从事分析测试、化学/生物传感技术、材料制备等方面的研究工作，先后主持和参与国家自然科学基金、湖南省科技厅科技计划项目、湖南省自然科学基金、湖南省教育厅科学研究项目等课题 10 余项，在国内外核心刊物公开发表研究论文 30 余篇，SCI、EI 收录 10 余篇。这些研究经历足以证明李丹老师能够很好地指导本项目组成员顺利实施和完成研究创新性实验。

项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题

a.研究和实验的目的:

L-色氨酸 (Trp) 是生物体内必需的氨基酸，是蛋白质的重要组成部分，它对于建立和保持生物营养的正氮平衡也是不可或缺的。色氨酸的检测在食品加工、生物化学、临床分析等领域都具有广泛应用，因此建立一个简单、灵敏度高、选择性好的检测色氨酸的方法具有重要意义。目前生物体内氨基酸的检测方法普遍成本高，需要昂贵的精密仪器，样品制备流程复杂，现希望通过 PDDA 等聚阳离子复合材料修饰玻碳电极，制备一种新型电化学传感器对猪血清中的 L-色氨酸进行检测，以此类推至生物体内其余氨基酸，建立一套健全及完整的检测体系，为市场快速检测氨基酸提供行之有效的方法及稳定的设备仪器。

b.研究和实验的内容

1) 基于 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰的电化学传感器的研制与最佳响应条件的优化。

首先将氧化石墨烯功能化，然后制备金属氧化物材料与之进行复合，进而修饰玻碳电极，制备出对 L-色氨酸具有选择性好和高灵敏检测的电化学传感器。采用循环伏安法 (CV) 研究该修饰电极下的电化学行为，分别对 pH 值、扫速等响应条件进行优化。

2) L-色氨酸与修饰电极之间作用的传感评价研究

选择对 L-色氨酸具有高灵敏响应的修饰电极，系统地研究 L-色氨酸与修饰电极的作用，对传感器响应的影响，研究该传感器对 L-色氨酸的响应范围和检测限。

3) 基于 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰的电化学传感器用于猪血清中 L-色氨酸的检测研究

配制样品的标准溶液，对该传感器进行实际应用性分析。根据效果，再此基础之上选取猪血清待测样品，进行 L-色氨酸的分析检测，根据测试情况，探讨此传感器的实际应用性。

c.要解决的主要问题：

1) 对于猪血清中 L-色氨酸的测定方法一般主要有 HPLC 法、毛细管电泳法、分光光度法以及酸碱滴定法，但这些方法有些仪器昂贵，有些操作起来比较麻烦。因此，找到一种对 L-色氨酸可以简单易操作并且检测灵敏度高的方法是急需解决的关键。

2) 因为 L-色氨酸拥有较强的氧化过电位以及缓慢的电子转移过程，采用电化学方法在未经修饰的电极表面进行 L-色氨酸浓度的检测，并不是一种快速有效的方法，故而寻求一种能够减小 L-色氨酸过电位的材料至关重要。

国内外研究现状和发展动态

近些年来电化学分析方法在国内外的的发展称得上是非常迅速，尤其是在国内，电化学分析在越来越多领域占有及其重要的地位。其中，利用电化学分析方法对于一些生命物质，如常见的酶、抗体、激素、氨基酸等和生物体内机能紧密相关的物质的测定，更成为我们研究的主要方向以及重点。化学修饰电极因其稳定的化学性质、良好的导电性、响应速度快等优良特性，一般被用来作为检测氨基酸的三电极体系中的工作电极^[1,2]。

现如今常见的氨基酸的检测方法可分为：分光光度法（包括可见光光度法、紫外光度法、荧光光度法）、化学分析法、电化学法。分光光度法通常利用紫外、荧光或者可见光等仪器检测目标物质，其检测氨基酸的机理是通过衍生反应进行，即在氨基酸中加入衍生剂，使其与氨基酸分子的一些活性基团发生反应，进一步产生衍生反应产物，这些产物含有紫外生色团、能产生荧光或者可见光，故而能进行分析检测^[3,4]。对于生物体内 L-色氨酸的测定，常见的方法有 HPLC 法，毛细管电泳法，分光光度法等，但这些方法操作起来比较麻烦，仪器较昂贵。因此，需要找到一种可以简单操作并且灵敏度高的方法应用到生物体内 L-色氨酸的检测。近年来，人们对于电化学方法中 L-色氨酸的分析检测投入相当多的关注，不仅因为它的灵敏度高，准确性高，更重要的是成本低，易于日常操作。

另一方面，化学修饰电极在社会实际应用方面具有越来越广阔的前景。化学修饰电极在分析化学研究中一般包括生物分析、环境监测、食品安全检测、药品监测等各个方面^[5,6]。其中，化学修饰电极在化学和生物分析中的应用非常广泛。例如在生物分析方面，化学修饰电极不仅可以用于检测多种生物物质，还可以用来构建各种生物传感器，用途可谓是非常的广泛。

本申请项目主要通过研究 PDDA 等聚阳离子复合材料修饰玻碳电极，制作一种新型电化学传感器，用于猪血清中 L-色氨酸的检测，认识其在生物检测方面所具有的高选择性、低检测限、高灵敏度、稳定性好等特性^[7]。通过研究化学修饰电极的种类、了解聚阳离子等复合材料修饰玻碳电极的制备方法，聚阳离子等复合材料修饰玻碳电极在介质中的电催化活性，修饰玻碳电极对于 L-色氨酸的灵敏性检测，来初步探究该新型电化学传感器在生命科学领域的发展前景及其实际应用^[8]。

参考文献:

- [1] 陆大班. 石墨烯基纳米复合材料的制备及其在电分析化学中的应用[D]. 兰州大学, 2014.
- [2] 石 丽. 基于电化学还原的石墨烯修饰玻碳电极的制备及应用[D]. 辽宁师范大学, 2013.
- [3] Okoth O K, Yan K, Liu L, et al. Simultaneous Electrochemical Determination of Paracetamol and Diclofenac Based on Poly (diallyldimethylammonium chloride) Functionalized Graphene[J]. *Electroanalysis*, 2016, 28(1):76-82.
- [4] Cogulet V, Branger E, Hoarau J M, et al. Une attitude raisonne pour la prophylaxie antitetanique dans un service d'accueil des urgencesS[J]. *Journal of the Electrochemical Society*, 2015, 162(3):H164-H169.
- [5] 吴玲, 曹忠, 宋天铭, 宋铖, 谢晶磊, 何婧琳, 肖忠良. 电化学还原氧化石墨烯/纳米金-壳聚糖复合膜修饰玻碳电极对尿酸的灵敏测定[J]. *分析化学*, 2014, 42(11):1656-1660.
- [6] 张乐华, 张华阳, 李冲, 贾丽萍, 王怀生. 普鲁士蓝/PDDA-石墨烯复合膜修饰电极的制备及应用用于过氧化氢无酶传感器[J]. *传感技术学报*, 2014,

27(04):438-445.

[7] 李忠财,董会娜,张大伟,丛丽娜. L-色氨酸检测技术的研究进展[J].工业微生物, 2016, 46(05):61-65.

[8] Hossain M F, Park J Y. Fabrication of sensitive enzymatic biosensor based on multi-layered reduced graphene oxide added PtAu nanoparticles-modified hybrid electrode[J]. Plos One, 2017, 12(3): e0173553.

本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩

a. 有关的研究积累

本项目申请人康俊锋、管世叶、古锬山、戴闽、陈雅兰在老师的指导下，依托我们学校较为先进的技术设备和老师丰厚的专业经验，已掌握各类电化学分析技术，比如电化学测试包括循环伏安（CV）、计时电流法等研究方法，能够分析表征复合材料在修饰电极上的电化学行为，优化各组份的比例，获得最佳响应的电化学传感器，并将其应用于猪血清中 L-色氨酸的灵敏检测。

b. 已取得的成绩

本项目小组成员参与了各类科技竞赛，取得了较好的成绩。康俊锋同学荣获“第九届湖南省大学生课外化学化工创新作品竞赛”特等奖；“湖南省第七届大学生化学化工实验与创新设计竞赛”三等奖；管世叶同学荣获“湖南省金凯杯化工设计大赛”优胜奖，“李锦记杯学生创意大赛”校级三等奖，“创青春大学生创新创业大赛”校级一等奖；古锬山同学荣获“第九届湖南省大学生课外化学化工创新作品竞赛”二等奖，“第十届节能减排社会实践与科技竞赛校内推选赛”三等奖。戴闽同学荣获“第九届湖南省大学生课外化学化工创新作品竞赛”特等奖；“湖南省第七届大学生化学化工实验与创新设计竞赛”三等奖。

项目的创新点和特色

a. 创新点

1、将基于 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰的电化学传感器用于 L-色氨酸的检测研究中，为其含量的测定提供了一种高效灵敏且方便的研究方法。

2、利用石墨烯和 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料复合后，产生协同优势，弥补氧化石墨烯的导电性，而该复合材料也通过石墨烯较高的比表面积增加其电

催化效果，最终得到能够有效检测 L-色氨酸的新型电化学传感器。

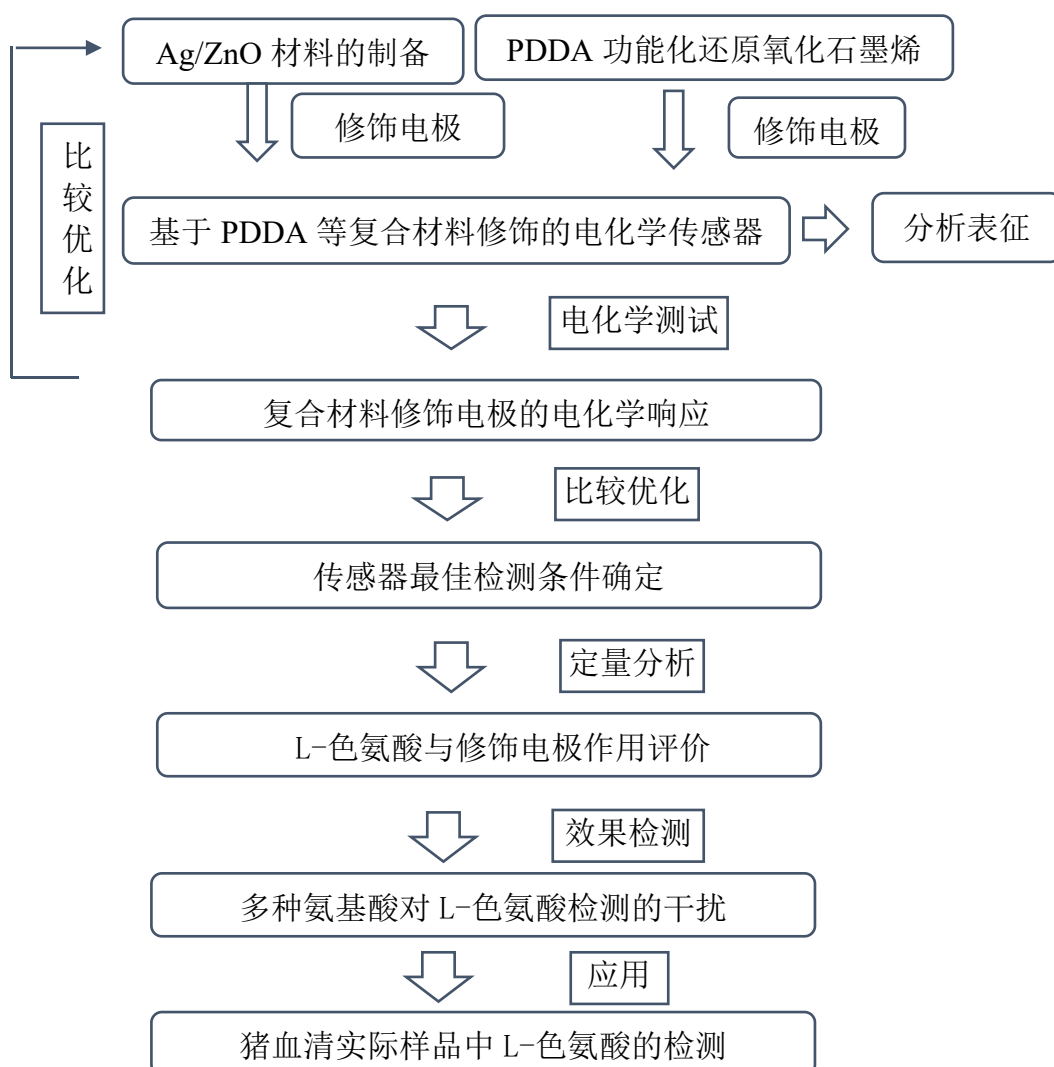
b.特色

1、石墨烯作为理想电极材料具有高的表面积，优异的导电性，独特的表面结构和低制造成本，石墨烯及其复合材料在电化学催化、传感和生物传感领域都产生了重要影响。

2、该新型电化学传感器在生物体内氨基酸的检测方面具有高选择性、低检测限、高灵敏度、稳定性好等特性。

项目的技术路线及预期成果

a 项目的技术路线:



b. 预期成果:

1、利用 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰玻碳电极，通过研究 PDDA 聚阳离子复合材料修饰玻碳电极对于以 L-色氨酸为主的氨基酸的检测，制作新型电化学传感器，并将其运用到猪血清中 L-色氨酸的检测。

2、研究成果主要以论文的形式提交，将在国内外核心期刊上发表相关研究论文 1-2 篇。

年度目标和工作内容（分年度写）

1、2018.06—2018.07，基于 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰的电化学传感器的构建。在氧化石墨烯中加入 PDDA，进而使氧化石墨烯功能化。再制备 ZnO/Ag 复合材料，进行超声混合后，将上述材料用滴涂法修饰玻碳电极，从而完成对该传感器的构建。

2、2018.09-2019.01，基于 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰的电化学传感器的分析表征。用表面分析技术包括 X 射线衍射（XRD）、扫描电子显微镜（SEM）；光谱技术包括傅立叶红外光谱（FTIR）、紫外可见光谱；电化学测试包括循环伏安（CV）、计时电流法等研究方法，分析表征复合材料在修饰电极上的电化学行为，优化各组份的比例，获得最佳响应的电化学传感器。

3、2019.03-2019.07，基于 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰的电化学传感器对 L-色氨酸的响应性能研究。用循环伏安法考察 L-色氨酸对该传感器中电化学响应信号的影响，建立 L-色氨酸与该修饰电极材料的快速传感评价方法。

4、2019.09-2019.12，基于 PDDA-GO-Ag/ZnO-MB 复合材料修饰的电化学传感器用于猪血清样品中 L-色氨酸的灵敏检测。配制出多种氨基酸混合液，进行该传感器的选择性和灵敏性的测试，于此基础上配制与生物体内环境溶液，论证此复合材料修饰的生物电化学传感器在生物血清样品方面的实际应用性。

指导教师意见

签字:

日期:

注：本表栏空不够可另附纸张