



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110981907 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911072717.6

C07K 16/44(2006.01)

(22)申请日 2019.11.05

G01N 33/53(2006.01)

(71)申请人 华南农业大学

地址 510642 广东省广州市天河区五山路  
483号

(72)发明人 肖治理 柳心梅 田巍 孙远明  
徐振林 沈玉栋 谢波

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 段卉

(51)Int.Cl.

C07F 9/17(2006.01)

C07K 14/765(2006.01)

C07K 14/77(2006.01)

C07K 14/795(2006.01)

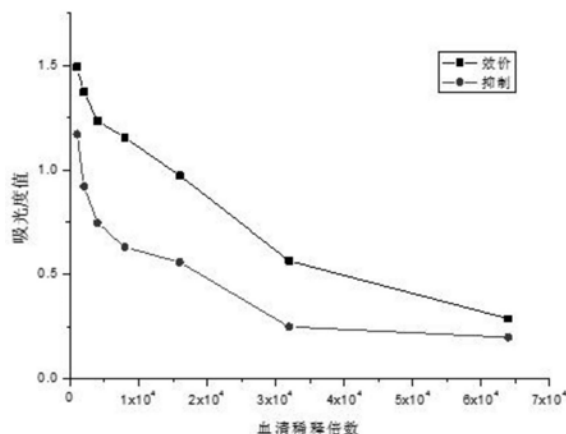
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

## (54)发明名称

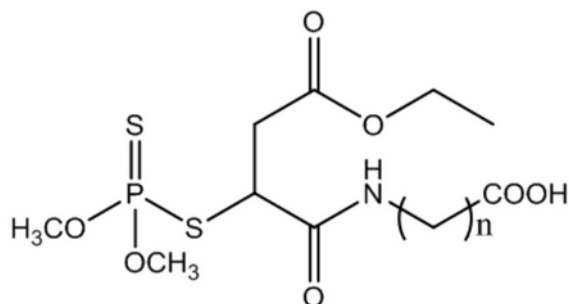
一种马拉硫磷半抗原、人工抗原及其制备方法

## (57)摘要

本发明公开了一种马拉硫磷半抗原、人工抗原及其制备方法。马拉硫磷半抗原的结构如式(I)所示,其中 $n=1\sim 9$ 。本发明以五硫化二磷为起始原料,合成了一种马拉硫磷半抗原;进而制备出马拉硫磷人工抗原,用制备的人工免疫原免疫动物,可以诱导产生针对马拉硫磷的特异性抗体。本发明合成步骤简单方便,原料易得,反应条件温和,适合实验室及工厂生产,可应用于建立马拉硫磷的快速检测方法和研制免疫速测试剂盒,满足马拉硫磷残留的检测需要,应用前景广阔,有很大的推广价值。



1. 一种马拉硫磷的半抗原, 其特征在于, 结构如式 (I) 所示, 其中  $n=1\sim 9$ ,



式 (I)。

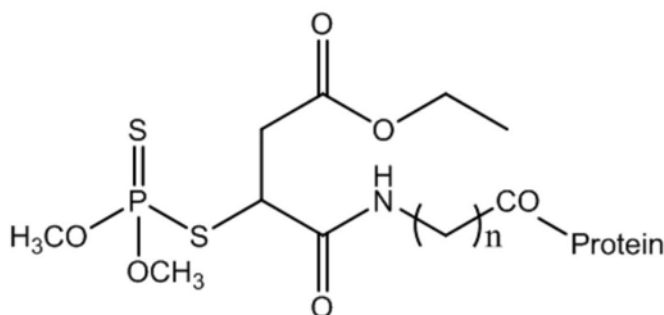
2. 权利要求1所述半抗原的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

S11. 将五硫化二磷溶于甲苯, 在  $35\sim 45^{\circ}\text{C}$  下滴加甲醇,  $50\sim 60^{\circ}\text{C}$  反应  $1.5\sim 2.5\text{h}$ , 冷却, 得粗硫化物a;

S12. 将步骤S11中所述粗硫化物a与马来酸氢乙酯混合,  $50\sim 60^{\circ}\text{C}$  反应  $1\sim 2\text{h}$ , 温度为  $70\sim 75^{\circ}\text{C}$  反应  $6\sim 10\text{h}$ , 得到中间产物b;

S13. 将步骤S12中所述中间产物b溶于二甲基甲酰胺溶液中, 加入二环己基碳二亚胺、N-羟基琥珀酰亚胺,  $0\sim 4^{\circ}\text{C}$  下反应  $10\sim 12\text{h}$ , 离心, 取上清, 以  $0.2\sim 0.5\text{mL/min}$  的速度, 液滴加至不同碳链长度的氨基酸溶液中,  $0\sim 4^{\circ}\text{C}$  搅拌下反应  $8\sim 10\text{h}$ , 洗涤干燥, 得到半抗原; 所述不同碳链长度的氨基酸溶液包括氨基乙酸、氨基丙酸、氨基丁酸、氨基戊酸和氨基己酸。

3. 一种马拉硫磷的人工抗原, 其特征在于, 由权利要求1所述半抗原与载体蛋白偶联得到的, 结构如式 (II) 所示:



式 (II)。

4. 根据权利要求3所述人工抗原, 其特征在于, 所述载体蛋白为牛血清蛋白、鸡卵清白蛋白、血蓝蛋白、多聚赖氨酸或人血清白蛋白。

5. 根据权利要求4所述人工抗原, 其特征在于, 所述载体蛋白为牛血清蛋白。

6. 由权利要求3~5任一所述人工抗原制备得到的马拉硫磷的抗体。

7. 权利要求1所述半抗原、权利要求3所述人工抗原和/或权利要求6所述抗体在建立马拉硫磷分析检测方法, 和/或在制备马拉硫磷分析检测试剂盒中的应用。

8. 一种马拉硫磷分析检测试剂盒, 其特征在于, 利用权利要求1所述半抗原、权利要求3所述人工抗原和/或权利要求6所述抗体制备得到。

## 一种马拉硫磷半抗原、人工抗原及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于食品分析技术领域。更具体地,涉及一种马拉硫磷半抗原、人工抗原及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 马拉硫磷(malathion)又称为马拉松、4049,是一种无色或黄色油状液体,有蒜臭味和刺激性气味。分子量为330,易溶于醇类、丙酮、酯类和芳香烃类等有机溶剂,微溶于水、石油醚。马拉硫磷作为一种广谱新型有机磷杀虫剂,且具有低毒、高效的特点,是替代高毒品种的理想型农药。目前在农业以及储粮生产上有着极其广泛的应用,但其残留在环境和食品上在一定程度上对人们的健康构成了潜在的威胁。在部分果、蔬、粮中,马拉硫磷是检出量比较高的农药之一,同时也是许多农药残留检测项目的必检品种。

[0003] 目前,我国主要采用气相色谱法、气相色谱-质谱法、高效液相色谱法、液相色谱-质谱法等仪器法进行农药残留的定量检测。仪器检测法虽然比较准确可信,但也存在样品前处理繁琐、耗时、昂贵、不适合现场检测等缺点。相比较而言,以酶联免疫法等为代表的免疫检测方法具有检测方便、快捷、适合大批量样品快速检测的优点,在快速检测领域发挥着越来越重要的作用。

[0004] 然而免疫学检测方法建立的基础是要有质量高、特异性强的抗体,而半抗原的设计及人工抗原的合成是获得高质量抗体的关键。目前关于马拉硫磷半抗原、人工抗原、抗体以及以此为基础的免疫分析方法尚未成熟,现有的半抗原结构不合理,合成步骤复杂,抗体亲和力和特异性低,严重阻碍马拉硫磷的免疫学检测方法的发展。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是克服上述现有技术的缺陷和不足,提供一种马拉硫磷半抗原、人工抗原及其制备方法。该马拉硫磷半抗原结构合理,合成步骤简单,制备的马拉硫磷抗血清亲和力高,灵敏度好。

[0006] 本发明第一个目的是提供一种马拉硫磷的半抗原。

[0007] 本发明第二个目的是提供上述半抗原的制备方法。

[0008] 本发明第三个目的是提供一种马拉硫磷的人工抗原。

[0009] 本发明第四个目的是提供一种马拉硫磷的抗体。

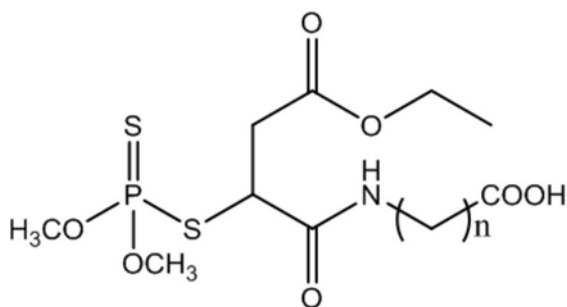
[0010] 本发明第五个目的是提供所述半抗原、人工抗原和/或抗体在建立马拉硫磷分析方法,和/或马拉硫磷分析检测试剂盒中的应用。

[0011] 本发明第六个目的是提供一种马拉硫磷检测试剂盒。

[0012] 本发明上述目的通过以下技术方案实现:

[0013] 一种马拉硫磷的半抗原,结构如式(I)所示,其中 $n=1\sim 9$ ,

[0014]

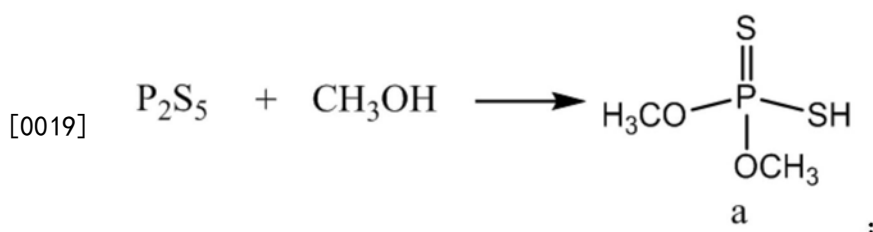


[0015] 式(I)

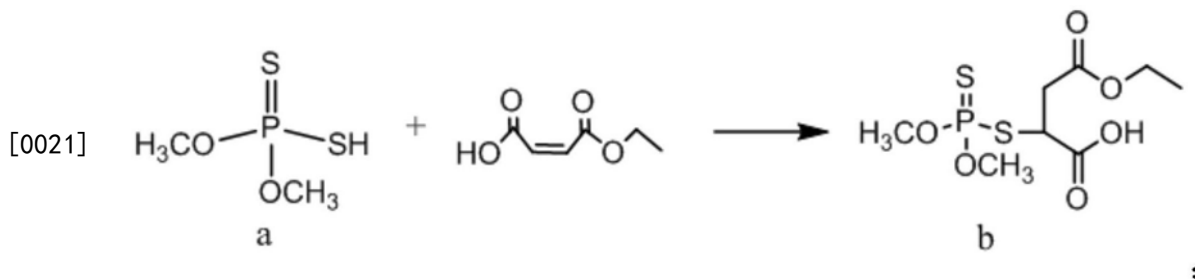
[0016] 上述半抗原具有羧基结构和不同长度的手臂。

[0017] 上述半抗原的制备方法,包括以下步骤:

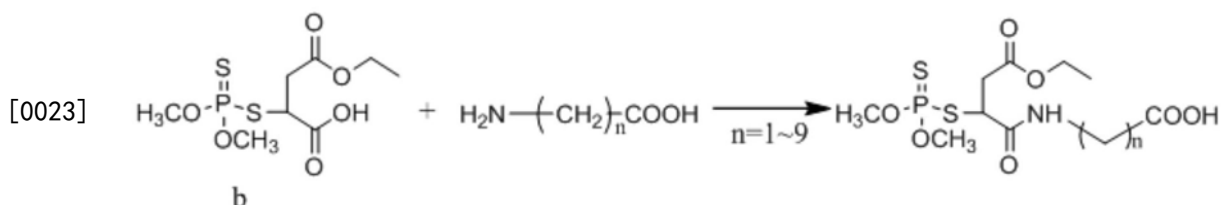
[0018] S11.将五硫化二磷溶于甲苯,在35~45℃下滴加甲醇,50~60℃反应1.5~2.5h,冷却,得粗硫化物a,其反应式如下:



[0020] S12.将步骤S11中所述粗硫化物a与马来酸氢乙酯混合,50~60℃反应1~2 h,温度为70~75℃反应6~10h,得到中间产物b,其反应式如下:



[0022] S13.将步骤S12中所述中间产物b溶于二甲基甲酰胺(DMF)溶液中,加入二环己基碳二亚胺(DCC)、N-羟基琥珀酰亚胺(NHS),0~4℃下反应10~12h,离心,取上清,以0.2~0.5mL/min的速度,液滴加至不同碳链长度的氨基酸溶液中,0~4℃搅拌下反应8~10h,洗涤干燥,得到半抗原,其反应式如下:



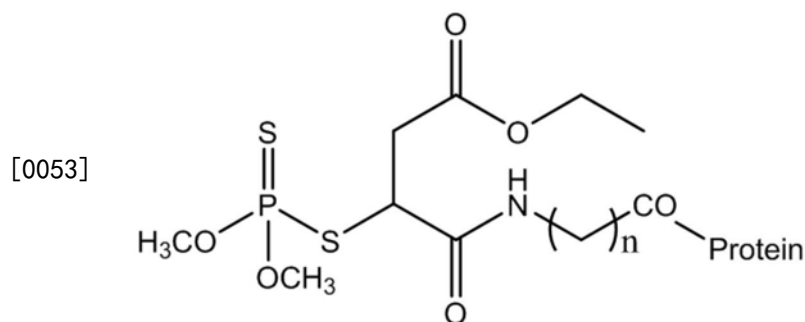
[0024] 所述不同碳链长度的氨基酸溶液包括氨基乙酸、氨基丙酸、氨基丁酸、氨基戊酸和氨基己酸。

[0025] 优选地,步骤S11中所述五硫化二磷与甲苯的质量体积比为66%~100%。

[0026] 更优选地,步骤S11中所述五硫化二磷与甲苯的质量体积比为83%。

[0027] 优选地,步骤S11中所述升温到45℃时,滴加甲醇。

- [0028] 优选地,步骤S11中所述甲醇滴加的速度为0.1~0.3mL/min。
- [0029] 更优选地,步骤S11中所述甲醇滴加的速度为0.2mL/min。
- [0030] 优选地,步骤S11中所述五硫化二磷与甲醇的质量体积比为1:1~1.5。
- [0031] 更优选地,步骤S11中所述五硫化二磷与甲醇的质量体积比为1:1。
- [0032] 优选地,步骤S11中所述反应的温度为55℃。
- [0033] 优选地,步骤S11中所述反应的时间为2h。
- [0034] 优选地,步骤S11中所述冷却到40℃以下时,得粗硫化物a。
- [0035] 优选地,步骤S12中所述粗硫化物a与马来酸氢乙酯的摩尔比为1~1.2: 1~1.5。
- [0036] 更优选地,步骤S12中所述粗硫化物a与马来酸氢乙酯的摩尔比为1:1。
- [0037] 优选地,步骤S12中所述反应的条件为55℃反应1h。
- [0038] 优选地,步骤S12中所述反应的条件为70~75℃反应8h。
- [0039] 优选地,步骤S13中所述中间产物b与DMF溶液的质量体积比为1~3:1。
- [0040] 更优选地,步骤S13中所述中间产物b与DMF溶液的质量体积比为1.5:1。
- [0041] 优选地,步骤S13中所述中间产物b与DCC、NHS的摩尔比为0.8~1.2: 1.2~2:1.2~2。
- [0042] 更优选地,步骤S13中所述中间产物b与DCC、NHS的摩尔比为1:1.2:1.2。
- [0043] 优选地,步骤S13中所述中间产物b、DCC、NHS反应12h。
- [0044] 优选地,步骤S13中所述离心的条件为10000~15000rpm离心10~15min。
- [0045] 更优选地,步骤S13中所述离心的条件为12000rpm离心10min。
- [0046] 优选地,步骤S13中所述滴加的速度为0.2mL/min。
- [0047] 优选地,步骤S13中所述不同碳链长度的氨基酸溶液为氨基己酸。
- [0048] 优选地,步骤S13中所述上清液滴与氨基酸溶液在4℃反应10h。
- [0049] 优选地,步骤S13中所述洗涤所需的试剂为乙酸乙酯。
- [0050] 优选地,步骤S13中所述中间产物b与氨基酸的摩尔比为1:1~2。
- [0051] 更优选地,步骤S13中所述中间产物b与氨基酸的摩尔比为1:1.2。
- [0052] 一种马拉硫磷的人工抗原,由上述半抗原与载体蛋白偶联得到的,结构如式 (II) 所示:



- [0054] 式 (II)。
- [0055] 优选地,所述人工抗原通过活泼酯法、碳二亚胺法或混合酸酐法制备实现。
- [0056] 优选地,所述人工抗原通过活泼酯法制得,包括以下步骤:
- [0057] S21.将上述半抗原、DCC、NHS以摩尔比0.8~1.2:1.2~2:1.2~2溶于 DMF中,4℃避光震荡活化反应10~15h,得到活化的马拉硫磷衍生物;

- [0058] S22. 将步骤S21中所述衍生物离心,收集上清液,得到马拉硫磷半抗原衍生物,记为A液;适量载体蛋白BSA、KLH、OVA或PLL溶于PBS缓冲液,记为B液;
- [0059] S23. 4℃下,将步骤S22之内所述A液缓慢滴加到B液,使半抗原与载体蛋白的摩尔比为200~600:1,振荡反应8~12h,即得到马拉硫磷人工抗原混合液;
- [0060] S24. 将步骤S23中所述混合液移入透析袋,PBS溶液透析,得到人工抗原,分装,于-20℃保存备用。
- [0061] 优选地,步骤S21中所述半抗原、DCC、NHS的摩尔比为1:1.5:1.5。
- [0062] 优选地,步骤S21中所述半抗原的终浓度为0.5~1.5mmol/100μL。
- [0063] 更优选地,步骤S21中所述半抗原的终浓度为1mmol/100μL。
- [0064] 优选地,步骤S21中所述避光震荡活化反应时间为10~15h。
- [0065] 更优选地,步骤S21中所述避光震荡活化反应时间为12h。
- [0066] 优选地,步骤S22中所述离心的条件为10000~15000rpm离心10~15min。
- [0067] 更优选地,步骤S22中所述离心的条件为12000rpm离心10min。
- [0068] 优选地,步骤S22中所述PBS缓冲液的pH为6~8。
- [0069] 更优选地,步骤S22中所述PBS缓冲液的pH为7.4。
- [0070] 优选地,步骤S22中所述载体蛋白溶液的终浓度为4~6mg/mL。
- [0071] 更优选地,步骤S22中所述载体蛋白溶液的终浓度为5mg/mL。
- [0072] 优选地,步骤S23中所述半抗原与载体蛋白的摩尔比为200~600:1。
- [0073] 更优选地,步骤S23中所述半抗原与载体蛋白的摩尔比为400:1。
- [0074] 优选地,步骤S23中所述振荡反应时间为8~12h。
- [0075] 更优选地,步骤S23中所述振荡反应时间为10h。
- [0076] 优选地,步骤S24中所述PBS缓冲液的pH为6~8。
- [0077] 更优选地,步骤S24中所述PBS溶液的pH为7.4。
- [0078] 优选地,步骤S24中所述透析的条件为透析3天,每天换3次透析液。
- [0079] 优选地,所述载体蛋白为牛血清蛋白、鸡卵清白蛋白、血蓝蛋白、多聚赖氨酸、人血清清白蛋白中。
- [0080] 更优选地,所述载体蛋白为牛血清蛋白。
- [0081] 此外,由上述人工抗原制备得到的马拉硫磷抗体,也在本发明保护范围之内。
- [0082] 优选地,上述抗体,具体包括以下步骤:
- [0083] S31. 选取小鼠作为实验动物,将上述人工抗原作为免疫原,与等体积完全佐剂混合,在腹部、背部、脚掌注射,进行初次免疫;
- [0084] S32. 第二次免疫,三周后以不完全佐剂代替完全佐剂,操作方法与步骤S31 相同;
- [0085] S33. 第三次加强免疫,每隔两周加强免疫一次,操作方法与步骤S32相同;
- [0086] S34. 取血,37℃静置30min后,于4℃,12000rpm离心15min,取上清,并采用间接竞争免疫法检测小鼠血清效价。
- [0087] 优选地,步骤S31中所述小鼠为6~8周龄小鼠。
- [0088] 优选地,步骤S31中所述初次免疫时,按每只小鼠40~75μg (以蛋白含量计算) 剂量免疫。
- [0089] 更优选地,步骤S31中所述初次免疫时,按每只小鼠50μg (以蛋白含量计算) 剂量免

疫。

[0090] 上述半抗原、人工抗原和/或多克隆抗体在建立马拉硫磷分析检测方法,和/或在制备马拉硫磷分析检测试剂盒中的应用,也在本发明保护范围之内。

[0091] 一种马拉硫磷分析检测方法,利用上述半抗原、上述人工抗原和/或上述抗体制备得到。

[0092] 本发明具有以下有益效果:

[0093] 本发明提供了一种马拉硫磷半抗原,其较好的保持了原药的化学结构和化学特性,保留了马拉硫磷二甲氧基和乙酯基的特征结构,同时引入一条含多个碳的手臂,并暴露羧基端活性基团,利用此马拉硫磷半抗原偶联载体蛋白合成人工抗原,并用于免疫动物,得到了灵敏度高的多克隆抗体。本发明合成步骤简单方便,原料易得,反应条件温和,适合实验室及工厂生产,可应用于建立马拉硫磷的快速检测方法并研制快速检测该物质残留的免疫检测试剂盒,满足马拉硫磷残留的检测需要,应用前景广阔,有很大的推广价值。

## 附图说明

[0094] 图1为马拉硫磷半抗原MLH (n=5) 及其人工抗原、载体蛋白的紫外扫描图谱。

[0095] 图2为以马拉硫磷半抗原MLH (n=5) 所制备的马拉硫磷抗血清的性能鉴定图。

## 具体实施方式

[0096] 以下结合说明书附图和具体实施例来进一步说明本发明,但实施例并不对本发明做任何形式的限定。除非特别说明,本发明采用的试剂、方法和设备为本技术领域常规试剂、方法和设备。

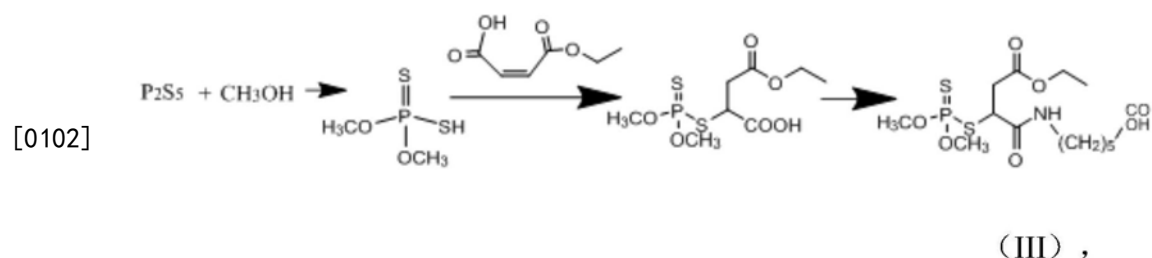
[0097] 除非特别说明,以下实施例所用试剂和材料均为市购。

[0098] 以下实施例以6-氨基己酸 (n=5) 为例制备马拉硫磷半抗原。

[0099] 实施例1马拉硫磷半抗原MLH (n=5) 的制备

[0100] 1、实验步骤

[0101] 马拉硫磷半抗原MLH (n=5) 的制备,合成路线如下:



[0103] 具体步骤包括:

[0104] 1.1取1g P<sub>2</sub>S<sub>5</sub>放入反应瓶中,加入1.2mL甲苯,搅拌,升温至45℃,按 0.2mL/min,开始滴加甲醇1mL,通过滴管缓慢滴加到反应瓶中,保持55±5℃,反应2h,冷却至40℃以下时,取出无色有刺激性气味的粗硫化物;

[0105] 1.2取步骤1.1中所述粗硫化物0.948g,加入6mmol马来酸氢乙酯,加完后在55℃保温反应1h,70~75℃保温反应8h,得到中间产物b;

[0106] 1.3取步骤1.2中所述中间产物b 0.302mg (为0.83mmol),溶于0.2mL DMF 溶液中,

分别加入1mmol DCC和NHS溶液,4℃下反应12h,反应后的混合液经12000rpm离心10min后,将上清液以0.2mL/min滴加至含有1mmol的 6-氨基己酸溶液中,0~4℃下反应10h,用乙酸乙酯洗涤,蒸干溶剂,粗产物呈淡黄色固体。

## [0107] 2、实验结果

[0108] 经TLC(薄层色谱法)调控,柱层析分离提纯,得到马拉硫磷半抗原,结构式如(III)所示。

### [0109] 2.1 马拉硫磷半抗原的鉴定

[0110] 2.1.1 傅里叶红外光谱分析:制备得到的马拉硫磷半抗原(III)进行傅里叶红外光谱分析(FTIR)分析,羰基(C=O)伸缩振动的特征频率范围在1850~1600cm<sup>-1</sup>,由于马拉硫磷本身具备酯基,在1725~1750cm<sup>-1</sup>附近有很强的特征峰,而制得的马拉硫磷半抗原在这个部位也有很强的吸收峰,说明马拉硫磷半抗原保留了一个酯基,并且在波数1600cm<sup>-1</sup>附近也有明显的特征吸收峰,可以初步认为此结构中带有羧基,而马拉硫磷原药结构中无羧基基团;

[0111] 2.1.2 电喷雾分离质谱(ESI)鉴定:利用电喷雾分离质谱鉴定羧基化的马拉硫磷(III),经鉴定后,制备得到的马拉硫磷半抗原(III)分子量为415,质谱分析图中ESI[M-1]<sup>-</sup>分子离子峰为414,与所制备马拉硫磷半抗原分子量相符。

[0112] 2.1.3 核磁共振氢谱(<sup>1</sup>H NMR)鉴定:<sup>1</sup>H NMR(600MHz,DMSO) δ8.55(s,1H),8.34(s,2H),8.22(s,1H),7.95(s,1H),6.99(d,J=15.5Hz,1H),6.55(d,J=15.5Hz,1H),4.18(dd,J=14.2,7.1Hz,3H),3.73(ddd,J=15.3,9.9,3.9Hz,2H),3.65(s,1H),3.40(dd,J=14.8,4.0Hz,2H),2.89(s,3H),2.73(s,3H),2.50(s,7H),2.17(s,1H),2.09(s,1H),1.45(ddd,J=21.8,14.3,7.0Hz,2H),1.38-1.31(m,1H),1.24(d,J=7.1Hz,2H),1.15(t,J=6.9Hz,1H),1.06(t,J=7.0Hz,1H)。

## [0113] 实施例2 马拉硫磷人工抗原MLH-BSA的制备

### [0114] 1、实验步骤

[0115] 马拉硫磷人工抗原的制备,具体步骤包括:

[0116] 1.1 取实施例1制备的马拉硫磷半抗原(III)2mmol溶于200μL DMF中,加入3mmol的DCC和3mmol的NHS,4℃避光震荡活化反应12h,得到活化的马拉硫磷衍生物;

[0117] 1.2 将步骤1.1中所述马拉硫磷衍生物12000rpm离心10min,收集上清液,得到马拉硫磷半抗原衍生物。用pH为7.4的PBS缓冲溶液配制含有5mg/mL载体蛋白BSA的溶液;

[0118] 1.3 将步骤1.2中所述半抗原衍生物,逐滴滴加到含载体蛋白的PBS缓冲溶液中,使马拉硫磷半抗原与载体蛋白的摩尔比为400:1,4℃振荡反应10h,即得到马拉硫磷人工抗原混合液;

[0119] 1.4 将步骤1.3中所述混合液转移至透析袋中,用pH=7.4的PBS缓冲溶液透析3d,每天更换3次透析液,即得到马拉硫磷人工抗原MLH-BSA,分装后,于-20℃保存备用。

## [0120] 2、实验结果

[0121] 分别将马拉硫磷半抗原MLH(n=5)、载体蛋白(BSA)和马拉硫磷人工抗原(MLH-BSA)配成1mg/mL的溶液进行紫外扫描(200~400nm)。

[0122] 结果如图1所示,比较马拉硫磷半抗原MLH、马拉硫磷人工抗原MLH-BSA和载体蛋白BSA的紫外扫描图,可以看出马MLH-BSA发生偏移,三种曲线并不重叠,说明马拉硫磷人工



抗原偶联成功。

[0123] 实施例3马拉硫磷多克隆抗体的制备

[0124] 1、实验步骤

[0125] 马拉硫磷多克隆抗体的制备,具体步骤包括:

[0126] 1.1将制备的马拉硫磷人工抗原MLH-BSA与等量完全佐剂混合乳化,作为免疫原,选取小鼠作为实验动物,采用腹部、背部、脚掌皮下注射方式,按每只小鼠50 $\mu$ g (以蛋白含量计算)剂量免疫6周龄小鼠,进行初次免疫;

[0127] 1.2第二次免疫:三周后,以不完全佐剂代替完全佐剂,加强免疫一次,操作方法与步骤1.1相同;

[0128] 1.3第三次加强免疫:每隔两周加强免疫一次,操作方法与步骤1.2相同;

[0129] 1.4取血:尾部取血,37 $^{\circ}$ C静置30min后,于4 $^{\circ}$ C,12000rpm离心15min,取上层血清备用。

[0130] 1.5检测:将制备的血清梯度稀释,按照间接竞争酶联免疫检测法测定其吸光度值在1.0左右对应的血清稀释倍数,并以此稀释倍数作为血清效价值,同时测定该血清对农药马拉硫磷的抑制效果。

[0131] 2、实验结果

[0132] 结果如图2所示,结果表明本发明设计的马拉硫磷半抗原MLH(n=5)对应的抗血清效价为13000~16000,且对马拉硫磷有很好的识别能力,灵敏度高。

[0133] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

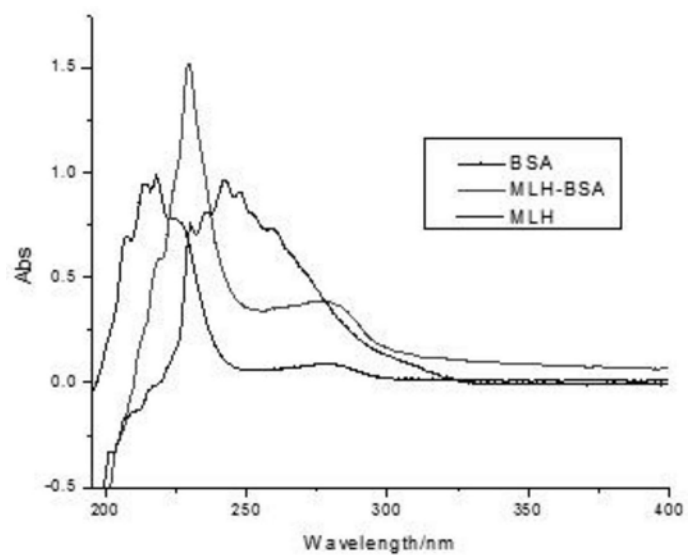


图1

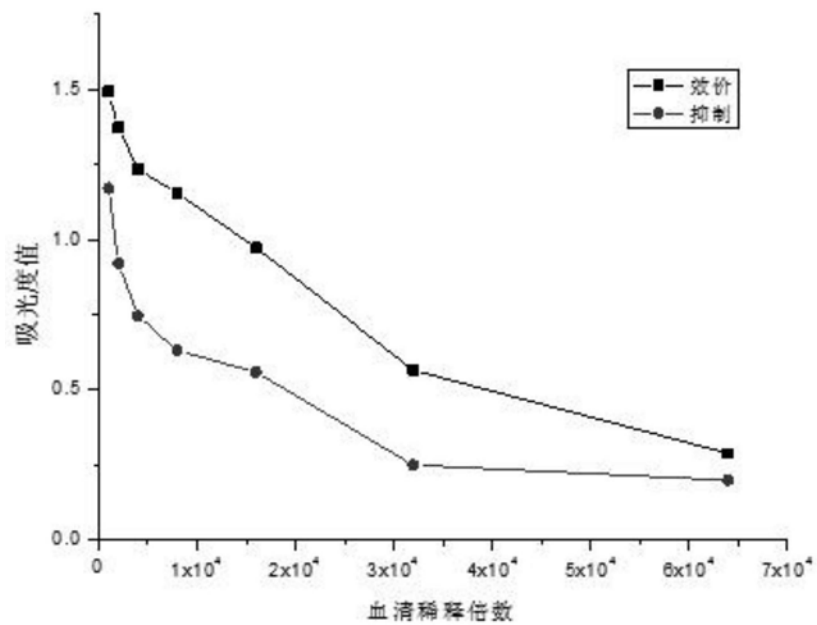


图2

专利名称(译)	一种马拉硫磷半抗原、人工抗原及其制备方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN110981907A</a>	公开(公告)日	2020-04-10
申请号	CN201911072717.6	申请日	2019-11-05
[标]申请(专利权)人(译)	华南农业大学		
申请(专利权)人(译)	华南农业大学		
当前申请(专利权)人(译)	华南农业大学		
[标]发明人	肖治理 田巍 孙远明 徐振林 沈玉栋 谢波		
发明人	肖治理 柳心梅 田巍 孙远明 徐振林 沈玉栋 谢波		
IPC分类号	C07F9/17 C07K14/765 C07K14/77 C07K14/795 C07K16/44 G01N33/53		
CPC分类号	C07F9/17 C07K14/765 C07K14/77 C07K14/795 C07K16/44 G01N33/53 G01N2033/184		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开了一种马拉硫磷半抗原、人工抗原及其制备方法。马拉硫磷半抗原的结构如式(I)所示, 其中 $n = 1 \sim 9$ 。本发明以五硫化二磷为起始原料, 合成了一种马拉硫磷半抗原; 进而制备出马拉硫磷人工抗原, 用制备的人工免疫原免疫动物, 可以诱导产生针对马拉硫磷的特异性抗体。本发明合成步骤简单方便, 原料易得, 反应条件温和, 适合实验室及工厂生产, 可应用于建立马拉硫磷的快速检测方法和研制免疫速测试剂盒, 满足马拉硫磷残留的检测需要, 应用前景广阔, 有很大的推广价值。

