



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105424918 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201510814243. 3

(22) 申请日 2015. 11. 20

(71) 申请人 天津科技大学

地址 300457 天津市河西区大沽南路 1038 号

(72) 发明人 生威 王硕 张燕 王俊平 胡高爽

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理有限公司 11401

代理人 李明卓

(51) Int. Cl.

G01N 33/53(2006. 01)

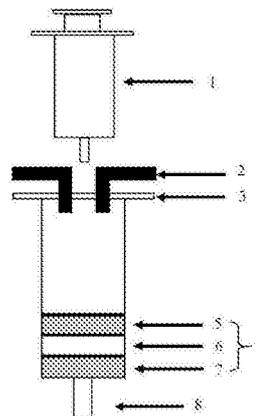
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种检测伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种可视化快速检测食品中伏马毒素的免疫亲和凝胶检测柱的制备方法。以琼脂糖凝胶为固相载体,将伏马毒素抗体和溴化氰活化的琼脂糖凝胶偶联制备抗体胶作为检测层,将HRP抗体与溴化氰活化的琼脂糖凝胶偶联制备HRP抗体胶作为质控层,装入1mL的固相萃取柱,制备免疫亲和凝胶检测柱。本发明研制了一种新型快速定性半定量检测食品中伏马毒素的免疫亲和凝胶柱检测产品,检测限为40 μg/L。发明具有以下突出的优点:1、特异性高,灵敏度好;2、样品前处理简单;3、检测耗时短,准确性高;4、操作简便,不需要大型仪器的辅助。



1. 一种检测伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱,其特征在於:

凝胶检测柱的原理是利用抗原抗体的特异性结合和辣根过氧化物酶的酶催反应,依据质控层和检测层颜色变化,进而对待测物进行定性半定量分析。

2. 根据权利要求 1 所述的检测伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱,其特征在於:

在一个标准的 1mL 固相萃取柱内设有两层,上层为伏马毒素抗体胶与封闭胶混合加入形成的检测层,下层为 HRP 抗体胶与封闭胶混合加入形成的质控层,质控层和检测层之间隔开一个 3mm 的空气层。

3. 一种检测伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱的制备方法,其特征在於:(1) 封闭胶的制备,使用溴化氰活化琼脂糖凝胶,之后加入 HCl 溶液,搅拌溶胀后转移到含有烧结玻璃的柱中,用 HCl 溶液进行淋洗,再用偶联缓冲液冲洗柱子,调解柱子至中性,加入甘氨酸封闭液室温反应 2h,再用偶联缓冲液和醋酸钠缓冲液反复冲洗。待清洗液抽空,将制备好的封闭胶用 PBS(含有 0.3ml/L 的抑菌素)按体积比 1:3 悬起,放置于 4℃ 保存待用。

(2) 抗体胶和 HRP 的制备方法同封闭胶,差别仅在於封闭之前,在凝胶中加入伏马毒素特异性抗体和 HRP 抗体,室温偶联 2h。

4. 根据权利要求 3 所述的抗体胶和封闭胶制备方法进行检测柱的组装,其特征在於:

制作步骤为将聚乙烯垫片加入 1mL 的固相萃取柱中,然后加入 150  $\mu$ L 的 HRP 抗体胶与封闭胶比例为 1:90 的混合胶,加入第二层聚乙烯垫片,用注射器活塞将 PBS 压出,在组装好的质控层上方约 3mm 处加入第三层聚乙烯垫片,然后加入 150  $\mu$ L 的伏马毒素抗体胶与封闭胶比例为 1:10 的混合胶,最后在顶部加入第四层垫片,用注射器活塞将 PBS 压出。

5. 根据权利要求 4 所述的伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱,其特征在於:所述的伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱检测伏马毒素的检测限为 40  $\mu$ g/L。

## 一种检测伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于小分子化合物免疫化学和残留分析技术领域,涉及免疫化学、酶学与分析化学技术等,尤其是涉及一种伏马毒素免疫亲和凝胶可视化检测柱的制备。

### 背景技术

[0002] 伏马毒素 (Fumonisin, FBs) 是霉菌毒素之一,是由串珠镰刀菌 (*Fusarium moniliforme* Sheld) 在特定的温度和湿度下产生的水溶性代谢产物,多见于粮食和饲料中。其结构中含有一类不同的多氢醇和丙三羧酸,使其具有生物毒性,且对热很稳定,在多数粮食加工处理过程中均比较稳定,因此其经过粮食饲料的加工生产等过程后仍可以保持其毒性,对人类及畜牧业危害较大。其在人畜体内的作用比较复杂,可以抑制 N-脂酰基神经鞘氨醇合成酶的合成,从而阻断神经鞘氨醇 (Sphingosine, SO) 合成,破坏鞘脂类的代谢或影响鞘脂类的功能,这一抑制可引起二氢神经鞘氨醇 (Sphinganine, SA) 升高,导致组织、血、尿中 SA/SO 比值的升高。而细胞内自由 SA 的聚集是有毒性的,其量的平衡与否直接决定了细胞能否存活。1993年,国际癌症研究机构研究结果为 (The International Agency for Research on Cancer) 伏马毒素定位 2B 级致癌物质 (可能是人类致癌物),其可以引起人畜的中毒,由于人畜有种属和器官的不同,伏马毒素对不同种属的会引起其不同的病理反应,目前已知的病症主要有马脑白质软化症 (Equine Leukoencephalomalacia ELEM),猪的肺水肿 (Pig Pulmonary Edema, PPE),大鼠肝中毒及肝癌,还可以引起人类食道癌 (Human Esophageal Cancer, HEC),鸡的免疫系统紊乱及致死性疾病,狒狒的心血管病变以及羊类肾病等。因此,为了保障人民健康必须建立灵敏度高、特异性强、简单快速测定方法对伏马毒素残留进行监控。

[0003] 目前报到的伏马毒素检测方法主要有:薄层色谱法 (TLC)、高效液相色谱 (HPLC)、免疫学检测方法等。高效液相色谱 (HPLC) 法准确度高,而且是目前应用最多的检测方法,但该方法存在一些缺点,如所需仪器既多又昂贵,且需专业人员进行操作,样品处理步骤繁琐,需要衍生,回收率低等问题,所以不适合广泛的推广使用。可视化快速免疫检测技术,像试纸条、凝胶检测柱等,是相对独立的快速检测方法。不需任何仪器设备,分析过程特别是前处理的步骤大大简化了,几分钟就可用肉眼观察实验结果,非常适合于大量样品的现场筛查和基层推广。因此该技术具有巨大的发展潜力和应用前景。本论文借鉴凝胶柱免疫检测技术,为某些颜色较深及基质影响较大的样品中的伏马毒素残留检测分析,提供一种行之有效的可视化定性半定量快速简单检测方法,为食品安全的有力监管提供可靠的技术保障。

### 发明内容

[0004] 本发明提出一种可以定性半定量的检测食品中的伏马毒素的简单、省时、灵敏的可视化免疫亲和凝胶检测柱的制备。只要样品中含有酶标记抗原,凝胶检测柱的质控层就会出现蓝色,它可以确保检测柱可以正常检测,达到质控的作用。以凝胶检测柱的质控层为

基准,通过检测层颜色深浅变化达到定性或半定量检测食品样品中的伏马毒素的目的。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0006] 封闭胶的制备

[0007] (1) 溶胀:称取 1.00g 溴化氰活化琼脂糖凝胶,加入到 80mL 的配制好的 HCl 溶液中,搅拌溶胀 10min(溶胀后胶的终体积约为 3.5mL)。

[0008] (2) 淋洗:将溶胀好的琼脂糖凝胶转移到在具砂板层析柱中,再加入 200mL HCl 淋洗,然后用偶联缓冲液冲洗柱子,调节柱子 pH 至中性。

[0009] (3) 封闭:加入 9mL 甘氨酸封闭液,密封柱子,室温下震荡反应 2h。

[0010] (4) 清洗:首先加入 10mL 的偶联缓冲液淋洗一次,然后用 10mL 的醋酸钠缓冲溶液和 10mL 的偶联缓冲液分别冲洗 3 遍。

[0011] (5) 贮存:待清洗液抽空,制备好的封闭胶用 PBS 悬起,约 10mL PBS(含有 0.3ml/L 的抑菌素),放置于 4℃ 保存待用。

[0012] 伏马毒素抗体胶和 HRP 抗体胶的制备

[0013] (1) 溶胀:准确称取 0.50g 溴化氰活化琼脂糖凝胶,加入到 40mL 的配制好的 HCL 溶液中,搅拌溶胀 10min(溶胀后胶的终体积约为 1.8mL)。

[0014] (2) 淋洗:将溶胀好的琼脂糖凝胶转移到在具砂板层析柱中,再加入 200mL HCL 淋洗,然后用偶联缓冲液冲洗柱子,调节柱子 pH 至中性,将淋洗液全部淋完。

[0015] (3) 偶联抗体:取 1.50mg/mL 抗体,用 1mL 的偶联缓冲液稀释,然后加入到在具砂板层析柱中,密封柱子,室温下震荡反应 2h。

[0016] (4) 封闭:加入 10mL 的偶联缓冲液淋洗柱子,然后加入 10mL 的封闭液,再次密封柱子,室温震荡反应 2h。

[0017] (5) 清洗:首先加入 10mL 的偶联缓冲液淋洗一次,然后用 10mL 的醋酸钠缓冲溶液和 10mL 的偶联缓冲液分别冲洗 3 遍;

[0018] (6) 贮存:待清洗液抽空,制备好的抗体胶用 PBS 悬起,约 5mL PBS(含有 0.3ml/L 的抑菌素),放置于 4℃ 保存待用。

[0019] HRP 抗体胶由 HRP 多克隆抗体与 CNBr 活化的琼脂糖凝胶偶联后制得,用于免疫亲和凝胶检测柱的对照层。HRP 抗体胶的制备步骤同抗体胶制备过程。

[0020] 将所述封闭胶和抗体胶(HRP 抗体胶)按一定比例混合制备凝胶检测柱的质控层和检测层,即:

[0021] (1) 质控层是由 HRP 抗体胶与封闭胶以一定比例混合好后,取 150  $\mu$ L 混合胶加入到 1mL 的 SPE 塑料柱中,用注射器活塞将 PBS 压出;

[0022] (2) 检测层是由优化好的抗体胶与封闭胶以一定的比例混合好后,取 150  $\mu$ L 加入其中,用注射器活塞将 PBS 压出;

[0023] 进一步的,所述质控层和检测层,制备检测柱,即:

[0024] (1) 检测柱由下到上,分别是对照层和检测层,对照层和检测层之间隔开一个 3mm 的空气层,可以防止加入底物显色后试剂和颜色从对照层迁移到检测层中。

[0025] (2) 首先将聚乙烯垫片加入 1mL 的塑料柱中,然后加入对照层混合胶,加入第二层聚乙烯垫片,在对照层上方约 3mm 处加入第三层聚乙烯垫片,然后加入其检测层的混合胶,最后在顶部加入第四层垫片。

[0026] 本发明创造所述的免疫检测柱相对于现有技术具有以下优势：

[0027] (1) 本发明提供的伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱，可专一识别伏马毒素，具有非常高的选择性。

[0028] (2) 本发明伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱是一种可视化的定性半定量检测产品。对目标待测物的检测，检测柱会以检测层颜色的有无给出检测结果，即以是 / 否的可视定性信号给予应答，操作方便，结果判断简单。

[0029] (3) 本发明制得的伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱既可以使之与净化柱串联，消除样品基质影响；又可容纳较大体积的清洗缓冲液和样品溶液，提高了方法灵敏度。检测产品前处理方法简便，快速，稳定性好，所用试剂均无毒、无污染，具有很好的易用性和准确性，满足现场快速检测的要求。

### 附图说明

[0030] 构成本发明创造的一部分的附图用来提供对本发明创造的进一步理解，本发明创造的示意性实施例及其说明用于解释本发明创造，并不构成对本发明创造的不当限定。在附图中：

[0031] 图 1 为本发明创造实施例所述的凝胶检测柱的组装示意图；

[0032] 1- 注射器，2- 转接头，3- 进样口，4- 聚乙烯垫片，5- 检测层，6- 空气层，7- 质控层，8- 出口。

[0033] 图 2 为本发明创造实施例所述的伏马毒素凝胶检测柱检测限的判定：伏马毒素浓度从左到右分别为： $0 \mu\text{g/L}$ ， $20.0 \mu\text{g/L}$ ， $30.0 \mu\text{g/L}$ ，and  $40.0 \mu\text{g/L}$ ；

[0034] 图 3 本发明创造实施例所述的伏马毒素凝胶检测柱特异性的判定（与其它真菌毒素的交叉反应结果），从左至右依次为：(a) FB1 浓度为  $40 \mu\text{g/L}$ ；(b) FB2 浓度为  $100 \mu\text{g/L}$ ；(c) OTA 浓度为  $1000 \mu\text{g/L}$ ；(d) ZEN 浓度为  $1000 \mu\text{g/L}$

### 具体实施方式

[0035] 下面结合实施例，对本发明进一步说明；下述实施例是说明性的，不是限定性的，不能以下述实施来限定本发明的保护范围。

[0036] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明创造。

[0037] 实施例 1

[0038] 1、伏马毒素抗血清的纯化

[0039] 采用 Protein A - Sepharose 4B 作亲和层析介质纯化伏马毒素抗血清，可一次性获得接近纯度较高的特异性抗体。具体操作步骤为 (1) 平衡：用平衡缓冲液 ( $0.2\text{mol/L}$  的磷酸缓冲液) 冲洗管路，平衡柱子，至基线平稳。(2) 上样：用平衡缓冲液将伏马毒素特异性抗血清等体积稀释后上柱。(3) 洗杂：用平衡缓冲液洗杂至杂蛋白的紫外吸收峰出现后继续冲洗至基线平稳。(4) 洗脱收集：用  $0.1\text{mol/L}$  pH 2.7 的甘氨酸缓冲液洗脱特异性 IgG 抗体。当紫外吸收曲线呈上升趋势，收集特异性抗体。并迅速用 Tris-HCl 中和抗体至中性。(5) 封柱：抗体收集完成后迅速用醋酸缓冲液酸化纯化柱后，用平衡缓冲液中和纯化柱，最后用 20% 乙醇饱和封柱。将纯化收集的抗体，用 pH7.4 的磷酸缓冲液  $4^\circ\text{C}$  透析三天后取出，测定抗体蛋白浓度，添加 0.1% (w/v) 的叠氮钠， $4^\circ\text{C}$  储存备用。利用该抗体与活化琼

脂糖凝胶结合制备伏马毒素抗体胶。

#### [0040] 2、伏马毒素标抗原的制备

[0041] 准确称取 4.0mg HRP 溶于 1mL 双蒸水中,用高碘酸钠溶液(4.2mg 溶于 0.2mL 双蒸水中)活化 HRP,室温活化 20min。将活化好的 HRP 在 1mmol 的醋酸钠缓冲溶液(pH 4.0)透析过夜。将一定量的活化好的 HRP(1.5mg 到 0.4mL 中)与 1mL FB1(1mg FB1 溶于 1mL pH 9.5 的碳酸盐缓冲液中)溶液混合,室温搅拌反应 2h。再向反应溶液中加入 0.1mL 硼氢化钠溶液(4mg/mL,溶于双蒸水),4℃下搅拌 1h,终止该反应。取出反应液,在 4℃条件下,PBS 透析三天后取出,然后按照偶联液与丙三醇 1:1 的比例添加丙三醇,混合均匀,-20℃贮存待用。利用该酶标抗原与标品特异性竞争结合抗体,产生颜色深浅变化,鉴定待测物。

#### [0042] 3、伏马毒素检测柱的制备和组装方法

##### [0043] (1) 制备封闭胶、伏马毒素抗体胶和 HRP 抗体胶

[0044] 制备封闭胶,首先称取 1.00g 溴化氰活化琼脂糖凝胶,加入到 80mL 的配制好的 HCl 溶液中,搅拌溶胀 10min(溶胀后胶的终体积约为 3.5mL)。将溶胀好的琼脂糖凝胶转移到在具砂板层析柱中,再加入 200mL HCl 淋洗,然后用偶联缓冲液冲洗柱子,调节柱子 pH 至中性。加入 9mL 甘氨酸封闭液,密封柱子,室温下震荡反应 2h。之后先加入 10mL 的偶联缓冲液淋洗一次,然后用 10mL 的醋酸钠缓冲溶液和 10mL 的偶联缓冲液分别冲洗 3 遍。待清洗液抽空,制备好的封闭胶用 PBS 悬起,约 10mL PBS(含有 0.3ml/L 的抑菌素),放置于 4℃保存待用。

[0045] 伏马毒素抗体胶和 HRP 抗体胶的制备方法同封闭胶,差别仅在于在封闭之前 1.5mg/mL 的伏马毒素特异性抗体和 1mg/mL 的 HRP 特异性抗体被加入到凝胶当中,室温偶联 2h。

##### [0046] (2) 制备免疫亲和凝胶检测柱质控层与检测层

[0047] 质控层是由 HRP 抗体胶与封闭胶以一定比例混合好后,取 150 μL 混合胶加入到 1mL 的 SPE 塑料柱中,用注射器活塞将 PBS 压出得到;检测层是由优化好的抗体胶与封闭胶以一定的比例混合好后,取 150 μL 加入其中,用注射器活塞将 PBS 压出得到;

##### [0048] (3) 组装伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱

[0049] 检测柱由下到上,分别是质控层和检测层,质控层和检测层之间隔开一个 3mm 的空气层,可以防止加入底物显色后试剂和颜色从质控层迁移到检测层中。首先将聚乙烯垫片加入 1mL 的塑料柱中,然后加入质控层混合胶,加入第二层聚乙烯垫片,在质控层上方约 3mm 处加入第三层聚乙烯垫片,然后加入其检测层的混合胶,最后在顶部加入第四层垫片。

#### [0050] 实施例 2

##### [0051] 伏马毒素凝胶检测柱使用方法

###### [0052] 1、检测步骤

[0053] (1) 加样:加入 1mL 的伏马毒素样品与酶标抗原混合液,用注射器控制其流速,在 1min 中内推出液体;

[0054] (2) 洗柱:为了除去偶联物残留,用 PBST 淋洗三遍,用 PBS 清洗一遍。

[0055] (3) 显色:加入 300 μL 底物液,反应 30s 后,用注射器活塞注入空气,将底物液完全排出,继续显色 4min 后,观察结果。

###### [0056] 2、结果判定

[0057] 目测凝胶柱的质控层和检测层颜色。质控层呈明显蓝色,说明检测柱可以正常使用。使用检测柱检测不同浓度的伏马毒素 ( $0 \mu\text{g/L}$ ,  $20.0 \mu\text{g/L}$ ,  $30.0 \mu\text{g/L}$ , and  $40.0 \mu\text{g/L}$ ),当目测检测层颜色完全消色时待测物的最低浓度作为检测柱的检出限。由图 2 结果表明,当伏马毒素浓度大于等于  $40 \mu\text{g/L}$  时,检测层颜色完全消失,其他毒素因此确定伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱检测限为  $40 \mu\text{g/L}$ 。

### [0058] 3、特异性判定

[0059] 选择与 FB1 结构类似的伏马毒素 B2 (FB2) 和另外两种常见的谷物中常见的真菌毒素赭曲霉毒素 (OTA) 和玉米赤霉烯酮 (ZEN),用伏马毒素凝胶检测柱检测。如图 3 所示,伏马毒素浓度为  $40 \mu\text{g/L}$  时,检测层颜色完全消失,其他毒素浓度达到  $1000 \mu\text{g/L}$  时,检测柱检测层仍会出现明显的蓝色,进而说明使用此凝胶检测柱检测样品中伏马毒素的含量具有高度的特异性。

### [0060] 实施例 3

#### [0061] 本发明的应用效果举例

##### [0062] 1、样品处理方法

[0063] (1) 玉米粉:准确称取  $1.0\text{g}$  玉米粉,添加  $400 \mu\text{g/kg}$  FB1 标准品,加入  $2\text{mL}$  PBS,漩涡混合震荡  $5\text{min}$ ,离心 ( $4^\circ\text{C}$ ,  $5000\text{r/min}$ ,  $5\text{min}$ ),取上清液用 PBS ( $\text{pH } 7.2$ ) 稀释 5 倍,可以消除基质影响,然后取  $1\text{mL}$  的稀释液与 FB1-HRP 混合后,加入免疫亲和凝胶检测柱进行检测。

[0064] (2) 谷物奶:取  $10\text{mL}$  谷物奶于  $50\text{mL}$  离心管中,添加 FB1 标准品  $4\text{mg/L}$ ,离心 ( $4^\circ\text{C}$ ,  $5000\text{r/min}$ ,  $20\text{min}$ ),取上层液体用 PBS ( $\text{pH } 7.2$ ) 稀释 10 倍,然后取  $1\text{mL}$  的稀释液与 FB1-HRP 混合后,加入免疫亲和凝胶检测柱检测。

[0065] (3) 白酒:取  $200 \mu\text{L}$  白酒,添加  $200 \mu\text{g/L}$  的 FB1 标准品,用 PBS ( $\text{pH } 7.2$ ) 稀释 5 倍,然后取  $1\text{mL}$  白酒稀释液与 FB1-HRP 混合,加入免疫亲和凝胶检测柱进行检测。

[0066] (4) 啤酒:啤酒同白酒一样,同为液体样品,本实验同样采用直接稀释的方法消除基质影响后进行免疫亲和凝胶检测柱检测。取  $200 \mu\text{L}$  啤酒,添加  $200 \mu\text{g/L}$  的 FB1 标准品,用 PBS ( $\text{pH } 7.2$ ) 稀释 5 倍,然后取  $1\text{mL}$  啤酒稀释液与 FB1-HRP 混合,加入免疫亲和凝胶检测柱。

##### [0067] 2、有效性实验

[0068] 向阴性组织样品中添加伏马毒素使样品中伏马毒素最终浓度为  $200$ 、 $400 \mu\text{g/kg}$ 。玉米粉、谷物奶、白酒、啤酒中伏马毒素浓度分别为  $400 \mu\text{g/kg}$ 、 $400 \mu\text{g/L}$ 、 $200 \mu\text{g/L}$ 、 $200 \mu\text{g/L}$  时,伏马毒素凝胶检测柱检测层颜色消失,所以玉米粉、谷物奶、白酒、啤酒中伏马毒素检测限分别为  $400 \mu\text{g/kg}$ 、 $400 \mu\text{g/L}$ 、 $200 \mu\text{g/L}$ 、 $200 \mu\text{g/L}$ 。

[0069] 实验表明本发明的凝胶检测柱准确性好、灵敏度高、特异性好,而且样品前处理方法简单,整个检测过程不超过  $10\text{min}$ ,可作为是伏马毒素残留快速检测的有效筛检新工具。

[0070] 以上所述仅为本发明创造的较佳实施例而已,并不用以限制本发明创造,凡在本发明创造的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明创造的保护范围之内。

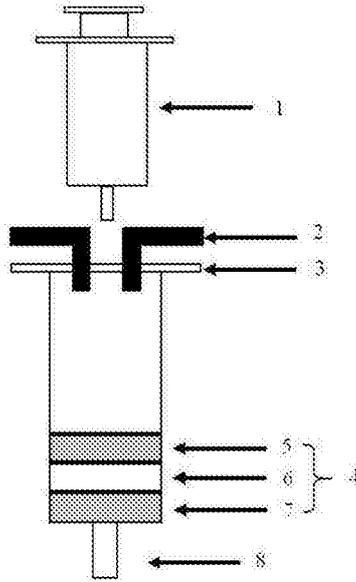


图 1

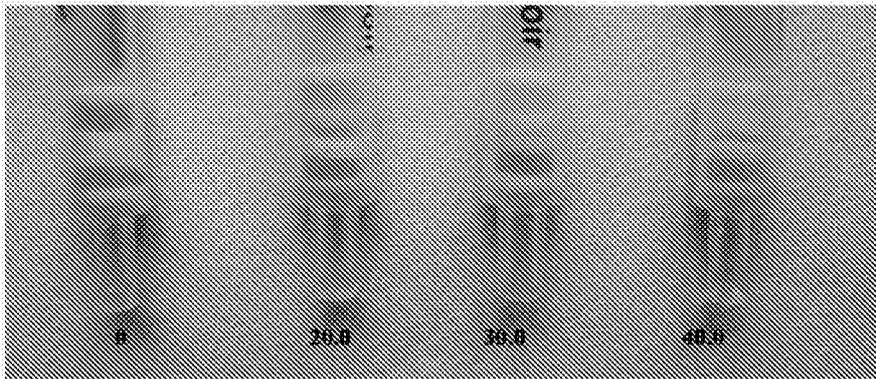


图 2

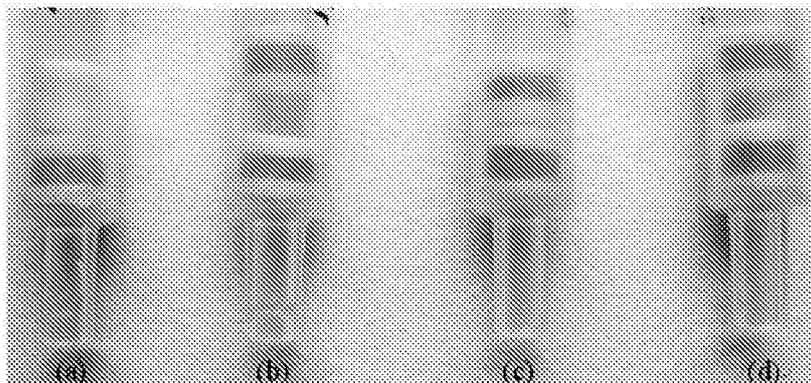


图 3

专利名称(译)	一种检测伏马毒素免疫亲和凝胶检测柱及其制备方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN105424918A</a>	公开(公告)日	2016-03-23
申请号	CN201510814243.3	申请日	2015-11-20
[标]申请(专利权)人(译)	天津科技大学		
申请(专利权)人(译)	天津科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	天津科技大学		
[标]发明人	生威 王硕 张燕 王俊平 胡高爽		
发明人	生威 王硕 张燕 王俊平 胡高爽		
IPC分类号	G01N33/53		
CPC分类号	G01N33/5304		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供了一种可视化快速检测食品中伏马毒素的免疫亲和凝胶检测柱的制备方法。以琼脂糖凝胶为固相载体，将伏马毒素抗体和溴化氰活化的琼脂糖凝胶偶联制备抗体胶作为检测层，将HRP抗体与溴化氰活化的琼脂糖凝胶偶联制备HRP抗体胶作为质控层，装入1mL的固相萃取柱，制备免疫亲和凝胶检测柱。本发明研制了一种新型快速定性半定量检测食品中伏马毒素的免疫亲和凝胶柱检测产品，检测限为40μg/L。发明具有以下突出的优点：1、特异性高，灵敏度好；2、样品前处理简单；3、检测耗时短，准确性高；4、操作简便，不需要大型仪器的辅助。

