



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115299552 B

(45) 授权公告日 2024.04.05

(21) 申请号 202210888861.2

(22) 申请日 2022.07.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115299552 A

(43) 申请公布日 2022.11.08

(73) 专利权人 中科芯禾(深圳)科技有限公司  
地址 518000 广东省深圳市南山区粤海街  
道海珠社区科苑南路2666号中国华润  
大厦L3703

专利权人 国家粮食和物资储备局科学研究  
院

(72) 发明人 张忠杰 胡科 金毅 尹君

(74) 专利代理机构 北京磊垚威宇知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11779  
专利代理师 周明飞

(51) Int.Cl.

A23L 5/20 (2016.01)

A23L 5/30 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 110177470 A, 2019.08.27

CN 111269747 A, 2020.06.12

RU 2101966 C1, 1998.01.20

CN 101731494 A, 2010.06.16

CN 105136748 A, 2015.12.09

CN 109738410 A, 2019.05.10

JP 2010227841 A, 2010.10.14

US 2011094946 A1, 2011.04.28

审查员 杨思琪

权利要求书2页 说明书7页

(54) 发明名称

一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食  
毒素降解方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,包括:将呕吐毒素超标的粮食样品平铺在长槽形容器中;将长槽形容器置于第一紫外LED光源下方;开启第一紫外LED光源;其中,第一紫外LED光源为组合光源,至少包括两种不同波长的光源模组;多次往复移动长槽形容器;其中,两次往复移动之间需将长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在长槽形容器中;将长槽形容器置于第二紫外LED光源下方,开启第二紫外LED光源;多次往复移动长槽形容器;其中,两次往复移动之间需将长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在长槽形容器中;组成第一紫外LED光源的波长取值范围为275nm~365nm;第二紫外LED光源的波长的取值范围为275nm~285nm。

1. 一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、将呕吐毒素超标的粮食样品平铺在长槽形容器中;

步骤二、将所述长槽形容器置于第一紫外LED光源下方,使所述长槽形容器的一端与所述第一紫外LED光源的中轴线位置相对应;开启所述第一紫外LED光源;

其中,所述第一紫外LED光源为组合光源,至少包括两种不同波长的光源模组;

步骤三、沿所述长槽形容器的轴向匀速移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器另一端与所述第一紫外LED光源的中轴线位置相对应;反向移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器回到初始位置;

步骤四、将所述长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中;

以及多次重复所述步骤三至所述步骤四;

步骤五、将所述长槽形容器置于第二紫外LED光源下方,使所述长槽形容器的一端与所述第二紫外LED光源的中轴线设置相对应;开启所述第二紫外LED光源;

步骤六、沿所述长槽形容器的轴向匀速移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器另一端与所述第二紫外LED光源的中轴线的位置相对应;反向移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器回到初始位置;

步骤七、将所述长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中;

以及多次重复所述步骤六至所述步骤七;

其中,组成所述第一紫外LED光源的波长取值范围为275nm~365nm;所述第二紫外LED光源的波长的取值范围为275nm~285nm;

所述第一紫外LED光源包括两个第一光源模组和一个第二光源模组;并且所述第一光源模组和所述第二光源模组沿所述长槽形容器的轴向相间设置;

其中,所述第一光源模组的紫外光波长小于所述第二光源模组的紫外光波长;

所述第二紫外LED光源包括多个第三光源模组;多个所述第三光源模组沿所述长槽形容器的轴向间隔设置;

所述第三光源模组的数量等于所述第一光源模组与所述第二光源模组的数量之和。

2. 根据权利要求1所述的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征在于,所述第一光源模组的紫外光波长为275nm,所述第二光源模组的紫外光波长为365nm。

3. 根据权利要求2所述的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征在于,所述第三光源模组的紫外光波长为275nm。

4. 根据权利要求2或3所述的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征在于,所述长槽形容器的移动速度为0.08m/s~0.1m/s。

5. 根据权利要求4所述的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征在于,所述步骤三至步骤四的重复次数为3~4次,所述步骤六至步骤七的重复次数为2~3次。

6. 根据权利要求5所述的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征在于,所述第一紫外LED光源与所述长槽形容器中粮面的距离为80mm~100mm。

7. 根据权利要求6所述的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征在于,所述第二紫外LED光源与所述长槽形容器中粮面的距离为50mm~80mm。

8. 根据权利要求7所述的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,其特征

在于,第一光源模组、所述第二光源模组和所述第三光源模组的功率为模组额定功率的90%~100%。

## 一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于粮食毒素降解技术领域,特别涉及一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法。

### 背景技术

[0002] 据报道,世界上每年平均有2%的粮食谷物由于霉变而不能食用,这不仅在经济上造成巨大的损失,而且霉变的粮食还会产生真菌毒素,引起人畜食用后中毒或致癌。特别是北方小麦和玉米,南方稻谷受土壤环境含菌量以及在收获季受阴雨天气影响来不及收获和干燥造成毒素超标,给农业生产造成极大危害。粮食在储藏过程中由于霉变会造成巨大的损失,而微生物、粮食品质和环境条件是构成粮食霉变的主要因素。微生物具有形体小、数量大、种类多、分布广、繁殖快、代谢强度高特点。在粮食自田间生长到收获储藏、加工、运输的过程中,种类繁多的微生物可以从不同的来源地,通过各种传播途径,不断地聚集到粮食及其制品上来。危害最严重且普遍的是曲霉和青霉。它们所要求的最低生长湿度都在RH90%以下,一些干生性的曲霉可以在RH65%~70%时生长。由于粮食微生物广泛分布在自然界中,不论田间或仓库、土壤或空气和水、农具和仓具等一切空间和物体上,几乎都是粮食微生物活动的场所。

[0003] 现有技术中对粮食毒素降解的方法及其存在的缺点如下:

[0004] (1) 低压强射频冷等离子体处理法,对降解环境要求较高,需要在氦气或氧气环境,压强为140Pa下进行,处理时间较长为60-120s。

[0005] (2) 等离子体处理法,产能较低。

[0006] (3) 臭氧-紫外协同降解黄曲霉毒素法,臭氧和紫外光需要联合应用,且紫外光发射技术依然沿用传统紫外汞灯,功率低,降解效率低。

[0007] 而且上述粮食毒素降解方法均需要在粮食干燥后进行。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是克服现有技术的缺陷,提供了一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,能够同步实现粮食干燥和毒素降解,并且提高毒素降解效率。

[0009] 本发明提供的技术方案为:

[0010] 一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,包括如下步骤:

[0011] 步骤一、将呕吐毒素超标的粮食样品平铺在长槽形容器中;

[0012] 步骤二、将所述长槽形容器置于第一紫外LED光源下方,使所述长槽形容器的一端与所述第一紫外LED光源的中轴线位置相对应;开启所述第一紫外LED光源;

[0013] 其中,所述第一紫外LED光源为组合光源,至少包括两种不同波长的光源模组;

[0014] 步骤三、沿所述长槽形容器的轴向匀速移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器另一端与所述第一紫外LED光源的中轴线位置相对应;反向移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器回到初始位置;

- [0015] 步骤四、将所述长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中;
- [0016] 以及多次重复所述步骤三至所述步骤四;
- [0017] 步骤五、将所述长槽形容器置于第二紫外LED光源下方,使所述长槽形容器的一端与所述第二紫外LED光源的中轴线设置相对应;开启所述第二紫外LED光源;
- [0018] 步骤六、沿所述长槽形容器的轴向匀速移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器另一端与所述第二紫外LED光源的中轴线的位置相对应;反向移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器回到初始位置;
- [0019] 步骤七、将所述长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中;
- [0020] 以及多次重复所述步骤六至所述步骤七;
- [0021] 其中,组成所述第一紫外LED光源的波长取值范围为275nm~365nm;所述第二紫外LED光源的波长的取值范围为275nm~285nm。
- [0022] 优选的是,所述第一紫外LED光源至少包括两个第一光源模组和一个第二光源模组;并且所述第一光源模组和所述第二光源模组沿所述长槽形容器的轴向相间设置;
- [0023] 其中,所述第一光源模组的紫外光波长小于所述第二光源模组的紫外光波长。
- [0024] 优选的是,所述第一光源模组的紫外光波长为275nm,所述第二光源模组的紫外光波长为365nm。
- [0025] 优选的是,所述第二紫外LED光源包括多个第三光源模组;所述第三光源模组的紫外光波长为275nm;
- [0026] 其中,多个所述第三光源模组沿所述长槽形容器的轴向间隔设置。
- [0027] 优选的是,所述第三光源模组的数量等于所述第一光源模组与所述第二光源模组的数量之和。
- [0028] 优选的是,所述长槽形容器的移动速度为0.08m/s~0.1m/s。
- [0029] 优选的是,所述步骤三至步骤四的重复次数为3~4次,所述步骤六至步骤七的重复次数为2~3次。
- [0030] 优选的是,所述第一紫外LED光源与所述长槽形容器中粮面的距离为80mm~100mm。
- [0031] 优选的是,所述第二紫外LED光源与所述长槽形容器中粮面的距离为50mm~80mm。
- [0032] 优选的是,第一光源模组、所述第二光源模组和所述第三光源模组的功率为模组额定功率的90%~100%。
- [0033] 本发明的有益效果是:
- [0034] (1) 本发明提供的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,对毒素降解环境无要求,可实现在实验室、粮库、粮仓内外等多种场景应用。
- [0035] (2) 本发明提供的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,采用两阶段的处理方法,并且通过在两个阶段中合理设置模组的波长组合,能够同步实现粮食干燥和毒素降解,并且进一步提高毒素降解效率。
- [0036] (3) 本发明提供的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,处理速率可满足常规粮库干燥作业需求,产能达40-60吨/h。

[0037] (4) 本发明采用芯片式高功率紫外LED单模组功率50W,可产生 $0.98\text{mW}/\text{cm}^2$ 辐照剂量(照射距离30cm测量结果),是传统紫外汞灯产生能量密度的数十倍,毒素降解效率高。

[0038] (5) 模组布置灵活,可针对不同目标毒素开发多波长组合模组,且更换方便;且模组使用寿命长,远超传统紫外汞灯。

### 具体实施方式

[0039] 下面对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0040] 本发明提供了一种基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,具体实施过程包括:

[0041] 一、将待处理的粮食平铺于容器中

[0042] 将呕吐毒素超标的粮食样品平铺在长槽形容器中。在粮食铺层时,尽量避免粮食颗粒重叠。

[0043] 二、进行第一阶段处理

[0044] (1) 将铺满粮食的长槽形容器置于第一紫外LED光源下方,并开启所述第一紫外LED光源。

[0045] 其中,所述长槽形容器的一端与所述第一紫外LED光源的中轴线位置相对应;所述第一紫外LED光源为组合光源,至少包括两种不同波长的LED光源模组。所述第一紫外LED光源中的LED光源模组的紫外光波长取值范围为 $275\text{nm} \sim 365\text{nm}$ ;LED单模组功率为50W,可产生 $0.98\text{mW}/\text{cm}^2$ 辐照剂量(照射距离30cm测量结果)。

[0046] 作为一种优选,第一紫外LED光源与所述长槽形容器中粮面的距离为 $80\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 。

[0047] (2) 沿所述长槽形容器的轴向匀速移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器另一端与所述第一紫外LED光源的中轴线的位置相对应;反向匀速移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器回到初始位置。其中,长槽形容器正向移动和反向移动的速度相同。

[0048] (3) 长槽形容器往返移动一次后,将所述长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中。

[0049] 多次重复进行(2)至(3),完成第一阶段的处理过程。

[0050] 三、进行第二阶段处理

[0051] (1) 将所述长槽形容器置于第二紫外LED光源下方,并开启所述第二紫外LED光源。其中,所述长槽形容器的一端与第一紫外LED光源的中轴线位置相对应。

[0052] 作为一种优选,所述第二紫外LED光源与所述长槽形容器中粮面的距离为 $50\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 。

[0053] (2) 沿所述长槽形容器的轴向匀速移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器另一端与所述第二紫外LED光源的中轴线的位置相对应;反向移动所述长槽形容器,直到所述长槽形容器回到初始位置。其中,长槽形容器正向移动和反向移动的速度相同。

[0054] (3) 长槽形容器往返移动一次后,将所述长槽形容器内的粮食样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中。

[0055] 多次重复进行(2)和(3),完成第二阶段的处理过程。

[0056] 其中,组成所述第二紫外LED光源的波长取值范围为275nm~285nm。LED单模组额定功率为50W,可产生 $0.98\text{mW}/\text{cm}^2$ 辐照剂量(照射距离30cm测量结果)。

[0057] 作为一种优选,所述第一紫外LED光源至少包括两个第一光源模组和一个第二光源模组;并且所述第一光源模组和所述第二光源模组沿所述长槽形容器的轴向相间设置;并且所述第一紫外LED光源中相邻两个光源模组的中轴线的距离为:1cm-5cm。其中,所述第一光源模组的紫外光波长小于所述第二光源模组的紫外光波长。

[0058] 作为进一步的优选,所述第一光源模组的紫外光波长为275nm,所述第二光源模组的紫外光波长为365nm。

[0059] 作为一种优选,所述第二紫外LED光源包括多个第三光源模组;所述第三光源模组的紫外光波长为275nm;其中,多个所述第三光源模组沿所述长槽形容器的轴向间隔设置;并且所述第二紫外LED光源中相邻两个光源模组的中轴线距离为:1cm-5cm。

[0060] 作为进一步的优选,第三光源模组的数量等于所述第一光源模组与所述第二光源模组的数量之和。

[0061] 作为一种优选,在第一阶段处理和第二阶段处理的过程中,所述长槽形容器的移动速度均设置为 $0.08\text{m}/\text{s} \sim 0.1\text{m}/\text{s}$ 。如果移动速度过快会导致光照不充分,毒素降解效果较差。如果移动速度过慢,可能导致粮食含水率过低。

[0062] 作为一种优选,在第一阶段处理中(2)至(3)的重复次数为3~4次,在第二阶段处理中(2)至(3)的重复次数为2~3次。如果照射次数过多可能导致粮食含水率过低及能源浪费。

[0063] 作为一种优选,第一光源模组、所述第二光源模组和所述第三光源模组的功率为90%~100%。

[0064] 其中,所述第一光源模组、所述第二光源模组和所述第三光源模组均由多个芯片式高功率LED灯单体组成。

[0065] 所述长槽容器可采用轨道槽或输送带,以保证长槽形容器的平顺稳定移动。采用移动式的长槽容器进行粮食处理,使粮食收到均匀的间歇式光照,防止采用固定照射造成粮食局部照射时间过长或温度过高,导致处理效果不稳定,甚至出现粮食被高温灼伤的问题。

[0066] 实施例

[0067] 第一阶段处理

[0068] 第一紫外LED光源包括两个第一光源模组和一个第二光源模组;所述第一光源模组的紫外光波长为275nm,所述第二光源模组的紫外光波长为365nm;并且所述第一光源模组和所述第二光源模组沿所述长槽形容器的轴向相间设置。所述第一紫外LED光源中相邻两个光源模组的中轴线之间的距离为:1cm-5cm,第一光源模组和第二光源模组在长槽容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽形容器的宽度。第一光源模组的额定功率为50W,第一光源模组的实际功率为额定功率的91.9%。第一光源模组的额定功率为50W,第二光源模组的实际功率为额定功率的99.73%,第一紫外LED光源中的光源模组与长槽容器中的粮面之间的垂直距离为100mm;单个第一光源模组和单个第二光源模在粮面(沿长槽容器轴向)上的有效辐射宽度约为10cm;长槽形容器的移动速度均设置为 $0.08\text{m}/\text{s}$ 。

[0069] 往复照射的次数为3次(长槽容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次)。

[0070] 第二阶段处理

[0071] 第二紫外LED光源包括三个第三光源模组;所述第三光源模组的紫外光波长为275nm;相邻两个第三光源模组的中轴线之间的距离为1cm-5cm,第三光源模组在长槽形容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽形容器的宽度。第三光源模组的额定功率为50W,第三光源模组的实际功率为第三模组额定功率的99.76%。第三光源模组与长槽形容器中的粮面之间的垂直距离为50mm;单个第三光源模组在粮面(沿长槽形容器轴向)上的有效辐射宽度约为10cm;长槽形容器的移动速度均设置为0.08m/s。

[0072] 往复照射的次数为3次(长槽形容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次)。

[0073] 对比例1

[0074] 只进行一个阶段处理

[0075] 紫外LED光源包括三个光源模组;所述光源模组的紫外光波长为275nm;相邻两个光源模组的中轴线之间的距离为1cm-5cm,光源模组在长槽形容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽形容器的宽度。光源模组的额定功率为50W,光源模组的实际功率为额定功率的91.9%。光源模组与长槽形容器中的粮面之间的垂直距离为50mm;单个光源模组在粮面(沿长槽形容器轴向)上的有效辐射宽度约为10cm;长槽形容器的移动速度均设置为0.08m/s。

[0076] 往复照射的次数为6次(长槽形容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次);每往返照射1次后,将所述长槽形容器内的小麦样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中。

[0077] 对比例2

[0078] 只进行一个阶段处理

[0079] 紫外LED光源包括三个光源模组;所述光源模组的紫外光波长为365nm;相邻两个光源模组的中轴线之间的距离为1cm-5cm,光源模组在长槽形容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽形容器的宽度。光源模组的额定功率为50W,光源模组的实际功率为额定功率的99.73%。光源模组与长槽形容器中的粮面之间的垂直距离为100mm;单个光源模组在粮面(沿长槽形容器轴向)上的有效辐射宽度约为10cm;长槽形容器的移动速度均设置为0.08m/s。

[0080] 往复照射的次数为6次(长槽形容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次);每往返照射1次后,将所述长槽形容器内的小麦样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽形容器中。

[0081] 对比例3

[0082] 只进行一个阶段处理

[0083] 紫外LED光源包括三个光源模组;所述光源模组的紫外光波长为385nm;相邻两个光源模组的中轴线之间的距离4cm-10cm,光源模组在长槽形容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽形容器的宽度。光源模组的额定功率为50W,光源模组的实际功率为额定功率的94.91%。光源模组与长槽形容器中的粮面之间的垂直距离为80mm;单个光源模组在粮面(沿长槽形容器轴向)上的有效辐射宽度约为10cm;长槽形容器的移动速度均设置为0.08m/s。

[0084] 往复照射的次数为6次(长槽形容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次);

每往返照射1次后,将所述长槽容器内的小麦样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽容器中。

[0085] 对比例4

[0086] 只进行一个阶段处理

[0087] 紫外LED光源包括三个光源模组;所述光源模组的紫外光波长为395nm;相邻两个光源模组的中轴线之间的距离为4cm-10cm,光源模组在长槽容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽容器的宽度。光源模组的额定功率为50W,光源模组的实际功率为额定功率的94.36%。光源模组与长槽容器中的粮面之间的垂直距离为100mm;单个光源模组在粮面(沿长槽容器轴向)上的有效辐射宽度约为10cm;长槽容器的移动速度均设置为0.08m/s。

[0088] 往复照射的次数为6次(长槽容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次);每往返照射1次后,将所述长槽容器内的小麦样品搅拌均匀后,再次平铺在所述长槽容器中。

[0089] 对比例5

[0090] 第一阶段处理

[0091] 紫外LED光源包括三个相同的光源模组;光源模组的紫外光波长为365nm;相邻两个光源模组的中轴线之间的距离为1cm-5cm,光源模组在长槽容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽容器的宽度。光源模组的额定功率为50W,光源模组的实际功率为额定功率的99.73%。光源模组与长槽容器中的粮面之间的垂直距离为100mm;单个第三光源模组在粮面(沿长槽容器轴向)上有效辐射宽度约为10cm;长槽容器的移动速度均设置为0.08m/s。

[0092] 往复照射的次数为3次(长槽容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次)。

[0093] 第二阶段处理

[0094] 紫外LED光源包括三个相同的光源模组;光源模组的紫外光波长为275nm;相邻两个光源模组的中轴线之间的距离为1cm-5cm,光源模组在长槽容器宽度方向的有效辐射宽度不小于长槽容器的宽度。光源模组的额定功率为50W,光源模组的实际功率为额定功率的99.76%。光源模组与长槽容器中的粮面之间的垂直距离为50mm;单个第三光源模组在粮面(沿长槽容器轴向)上的有效辐射宽度约为10cm;长槽容器的移动速度均设置为0.08m/s。

[0095] 往复照射的次数为3次(长槽容器从初始位置开始至回到初始位置计为一次)。

[0096] 实施例和对比例1-5中均采用小麦籽粒作为粮食样本,原粮呕吐毒素浓度为5500ppd,超过国家标准( $\leq 1000$ ppb)的5倍,原粮含水率为25%。对实施例和对比例1-5处理后的小麦籽粒进行呕吐毒素和含水率测试,计算得到呕吐毒素平均降解率和降水幅度如表1所示:

[0097] 表1测试结果

[0098]

项目	小麦籽粒平均降水幅度	呕吐毒素平均降解率
实施例	1.11%	67.77%
对比例1	0.41%	66.3%
对比例2	2.03%	73.88%

对比例3	2.34%	54.03%
对比例4	2.58%	57.35%
对比例5	1.91%	58%

[0099] 表1中试验结果为进行三次平行试验后,分别对三次平行得到测试结果取平均值后计算得到。

[0100] 通过表1中的实验结果可以看出实施例采用两阶段,组合光源的处理方法,处理后的小麦籽粒在平均降水幅度和呕吐毒素平均降解率两个方面均取得了很好的效果。对比例1中单独采用275nm波长的紫外光进行处理,虽然呕吐毒素平均降解率较好,但是降水幅度较小,辅助干燥效果较差。对比例2中单独采用波长365nm的紫外光进行处理,虽然呕吐毒素平均降解率较好,但是降水幅度过大,不利于保质干燥。对比例3和4中分别单独采用波长385nm和波长395nm的紫外光进行处理,呕吐毒素平均降解率较低,且降水幅度过大,甚至引起粮食籽粒局部过热导致爆裂,处理效果较差;此外,局部过热会产生明火,在实际应用中影响粮食安全及生产安全。对比例5中采用两阶段处理方式,但两阶段分别采用365nm和275波长的紫外光进行处理,也是存在降水幅度较大,且呕吐毒素的平均降解率比实施例差的问题。此外,在对比例2和对比例5中单独采用365nm波长的紫外光进行试验时,由于365nm波长的紫外光携带能量较高,也会使部分粮食籽粒局部过热,导致部分粮食籽粒爆裂的情况发生。不利于后续加工,且加速储藏过程中品质劣变。

[0101] 综上,实施例具有最优处理效果。在小麦处于高水分时,降水幅度如过大( $\geq 2\%$ /30s)会导致小麦籽粒品质下降,实施例中处理后(照射时间30s内),小麦水分从25%(湿基)降至23.9%,共降低1.1%(湿基),处理过程柔和,品质无劣变趋势;呕吐毒素超标小麦经紫外辐照处理(照射时间30s内)可降解67.77%的呕吐毒素,与其他对比例相比,处于中上水平,结合较好的辅助干燥效果,最终证明实施例具有最优处理效果。

[0102] 本发明还进行了降解稳定性测试,将实施例中处理后的样品分为3份,1份马上送检,其余2份别放置15天和30天后送检。经测试,3份样品的呕吐毒素浓度基本持平,说明经实施例中的方法处理后,呕吐毒素降解的稳定性好,具有长时间的持续效果。

[0103] 本发明提供的基于芯片式高功率紫外LED技术的粮食毒素降解方法,采用两阶段的处理方法,并且通过在两个阶段中合理设置模组的波长组合,能够同步实现粮食干燥和毒素降解,并且进一步提高毒素降解效率。

[0104] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的实施例。