

一种适合实验室自制的气调包装充气装置

A homemade gas-flushing device of MAP suitable for laboratory

马 骋 梁 琪 文 鹏 程 张 炎

MA Cheng LIANG Qi WEN Peng-cheng ZHANG Yan

(甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070)

(College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Gansu, Lanzhou 730070, China)

摘要:详细介绍一种便于自制的混合气气调充气包装装置。该装置采用流量法得到各种所需的混合气体,其所有部件均可从市场上采购获得,制备时无需任何机械加工即可自行组装完成。该装置的充气精度为 $\pm 2\%$,适用于肉类和食用菌类的气调包装试验。由于受浮子流量计量程比的限制,不适用于果蔬类产品的包装试验。

关键词:气调包装;充气装置;浮子流量计

Abstract: A homemade gas-flushing device of MAP has been introduced in detail. The device has made various needed gas mixture by measuring flow. All the components of the device can be bought in the market. Without any mechanical processing all the components can be directly used to making the device. The precision of this device was $\pm 2\%$. The device was suitable for the test of meat packaging and edible fungi packaging, but not suitable for the test of fruit and vegetable packaging, for the limit of the measurement range of the float meters.

Keywords: modified atmosphere packaging (MAP); gas-flushing device; float meter

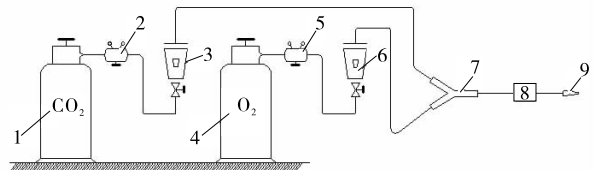
气调包装技术是指采用具有气体阻隔性能的包装材料,将单一气体或一定比例的混合气体(通常为 O_2 、 CO_2 、 N_2 中的 2 种或 3 种)充入包装内,以减缓食品在物理、化学、生物等方面发生的质量下降的速度,从而延长食品货架期,提升食品价值的技术。当前,越来越多的食品实验室开展了有关气调包装的技术开发和研究,但由于受规划、资金及使用率等因素的影响,拥有气调包装设备的实验室并不多见。本课题组在实践的基础上,自行研制了一种便于自制的气调包装充气装置,该装置所有元器件均可从市场采购,便于组装,可

使缺乏机械加工设备和能力的食品实验室具备气调包装能力。

1 气调充气装置的流量法工作原理

1.1 气调充气装置的构造

为便于表述,以充 O_2 和 CO_2 混合气的气调充气装置(见图 1)为例进行论述。充气装置由气源、减压稳压阀、浮子流量计、三通和充气头等组成。



1. CO_2 气源 2. CO_2 减压稳压阀 3. CO_2 流量计 4. O_2 气源 5. O_2 减压稳压阀 6. O_2 流量计 7. 三通 8. 气容 9. 充气头

图 1 O_2 、 CO_2 混合气气调充气装置示意图

Figure 1 The schematic of O_2 , CO_2 gas mixture adjustable gas-flushing device

在高压气瓶中的压缩 O_2 和 CO_2 , 经各自的减压稳压阀, 减压稳压成相同压力的低压气体后, 分别送至各自的浮子流量计, 再按所需的 O_2 和 CO_2 配比, 分别调节相应流量计的流量至所需值, 气体按所需比例送至三通进行两气混合, 混合气经气容缓冲, 送至充气头进行充气。

1.2 流量法配制混合气的原理

配制某种配比的混合气时, 需按该种混合气中各组分的配比控制相应气流的流量值, 并使各组分气流在无泄漏的情况下相互混合, 得到所需配比的混合气。

由流量定义知:

$$V_{\text{充}} = \int_{t_1}^{t_2} q dt \quad (1)$$

式中:

$V_{\text{充}}$ ——充气体积量, L;

基金项目: 国家科技支撑计划(编号:2012BAD28B01)

作者简介: 马骋, 女, 甘肃农业大学在读硕士研究生。

通讯作者: 梁琪(1969—), 女, 甘肃农业大学教授, 硕导。

E-mail: liangqi@gsau.edu.cn

收稿日期: 2015-11-05

q ——充气流量, L/s;
 t_1 ——充气开始时间, s;
 t_2 ——充气结束时间, s。

当 q 为常量时:

$$V_{\text{充}} = q(t_2 - t_1) \quad (2)$$

因中国 JB/T 9255—2015《玻璃转子流量计》规定的气体浮子流量计的标准状态为:温度 20 °C, 绝对气压 0.101 325 MPa, 所以浮子流量计是在标准状态下标定刻度的。因此, 以下分两种情况进行论述。

假设需配制 O₂ 与 CO₂ 气体体积比为 m/n 的混合气, 则:

① 当浮子流量计工作在标准状态下时, 由式(2)可得:

$$V_{\text{充}} = q_{\text{示值}}(t_2 - t_1) \quad (3)$$

式中:

$V_{\text{充}}$ ——充气(O₂ 或 CO₂)量, L;

$q_{\text{示值}}$ ——流量计示值, L/s。

为得到 O₂ 与 CO₂ 气体体积比为 m/n 的混合气, 则需使:

$$\frac{V_{\text{O}_2\text{充}}}{V_{\text{CO}_2\text{充}}} = \frac{m}{n} \quad (4)$$

由式(3)、(4)得:

$$\frac{q_{\text{O}_2}}{q_{\text{CO}_2}} = \frac{m}{n} \quad (5)$$

即: 只需将两流量计的流量示值调至 m/n 即可。

② 当浮子流量计工作在室温(10~30 °C)和减压稳压阀出口压力调节范围 0.02~0.25 MPa 内的状态时, 可用式(6)对流量计示值进行修正^{[1]148-153}:

$$q_0 = q_{\text{示值}} \sqrt{\frac{PT_0}{P_0 T}} \quad (6)$$

式中:

q_0 ——换算至标准状态下的流量, L/s;

$q_{\text{示值}}$ ——流量计示值, L/s;

P_0 ——绝对气压力, 0.101 325 MPa;

T_0 ——绝对温度, 293.15 K;

P ——流量计工作绝对压力, MPa;

T ——流量计工作绝对温度, K。

为得到 O₂ 与 CO₂ 气体体积比为 m/n 的混合气, 由式(4)、(5)知, 只需使

$$\frac{q_{\text{O}_2}}{q_{\text{CO}_2}} = \frac{m}{n} \quad (7)$$

因两种高压气瓶长期存放于同一室温下, 且工作时已将两种气体稳压至相同的压力, 即 $T_{\text{O}_2} = T_{\text{CO}_2}$, $P_{\text{O}_2} = P_{\text{CO}_2}$ 则由式(6)、(7)可得

$$\frac{q_{\text{O}_2\text{示值}}}{q_{\text{CO}_2\text{示值}}} = \frac{m}{n} \quad (8)$$

由以上论述可知, 在这两种情况下, 均只需将两流量计的示值调至 m/n 即可。

2 充气装置的制备

2.1 气源部分

购买高压钢瓶装的高纯 O₂ 和食品级 CO₂ (纯度均为

99.5%以上)各 1 瓶、输出压力调节范围 0.02~0.25 MPa 的 O₂ 减压阀和 CO₂ 减压阀各 1 只。

使用时需注意: 高压 O₂ 钢瓶和 O₂ 减压阀应绝对禁油, 不能使二者与汽油或润滑油相接触; CO₂ 气路应使用有防干冰功能的 CO₂ 减压阀来增加流量的稳定性。组装时按说明书要求, 将各自的减压阀安装在高压钢瓶上。

2.2 浮子流量计的选用和充气时间

浮子流量计较其他种类的流量计更适合测量小流量, 且压力损失小^{[1]138-142}, 因此, 适用于本装置的工作状况。选用浮子流量计时, 应注意以下几点:

2.2.1 浮子流量计的选用

(1) 被测气体种类应与浮子流量计标注的气体种类相一致, 因浮子流量计的刻度是用该种气体标定和检定的。若浮子流量计没有标注被测气体, 则表明被测气体为空气。

(2) 应选用 1.5 级以上的浮子流量计, 以保证装置的充气精度。因根据试验误差合成定律, 只有选用了 1.5 级以上的浮子流量计, 同时考虑到气源气体的精度、真空包装的真空度、温度和压力等因素造成的间接误差, 才能保证本装置的充气精度为 ±2%。

2.2.2 测量范围和充气时间的关系 浮子流量计的测量范围应根据各自实验室常用的气调包装袋的大小来确定。充气流量太小会降低工作效率, 太大则不易操作。

本研究推荐选用流量计测量范围是: 25~250 L/h。以实验室常用的肉类试验为例: 每袋包装量 100 g、充气量 500 mL, 则当需要配置 20% CO₂/80% O₂ 的气体组分时:

① 若 q_{CO_2} 取测量范围下限 25 L/h, 则由式(8)得:

$$q_{\text{O}_2} = q_{\text{CO}_2} \times 4 = 100 \text{ L/h}$$

$$\text{则装置的充气流量为: } q_{\text{充气}} = q_{\text{CO}_2} + q_{\text{O}_2} = 125 \text{ L/h} =$$

$$34.72 \text{ mL/s}$$

$$\text{此时每袋充气时间为: } T = 500 \text{ mL} \div 34.72 \text{ mL/s} =$$

$$14.4 \text{ s}$$

② 若 q_{O_2} 取测量范围上限 250 L/h, 则由式(8)得:

$$q_{\text{CO}_2} = q_{\text{O}_2} \div 4 = 62.5 \text{ L/h}$$

$$\text{则装置的充气流量为: } q_{\text{充气}} = q_{\text{O}_2} + q_{\text{CO}_2} = 312.5 \text{ L/h} =$$

$$86.8 \text{ mL/s}$$

$$\text{此时每袋的充气时间为: } T = 500 \text{ mL} \div 86.8 \text{ mL/s} =$$

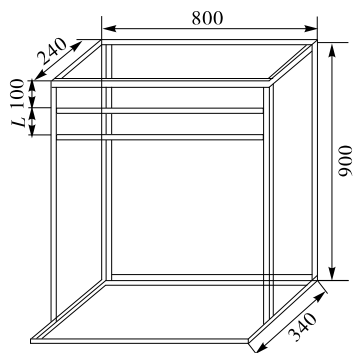
$$5.8 \text{ s}$$

由以上计算可知, 每充 1 袋的可调时间范围: 5.8~14.4 s, 还是较合适的。

实验室做肉类试验时所冲入的混合气的范围通常为: 20% CO₂/80% O₂ 至 80% CO₂/20% O₂, 因此, 在该范围之间的其他混合比的充气时间可调范围更大, 完全适用。

2.3 固定流量计的角钢架

可购买 30 mm×30 mm×1 mm 货架角钢、货架专用角片、M 6 mm×12 mm 螺丝和 M 6 mm 螺母来组装固定流量计的角钢架。图 2 为角钢架尺寸推荐图, 其中, 底座在前面加宽的部分是为了在调节流量计时使角钢架更稳定。流量计



L. 流量计安装孔间宽度尺寸

图 2 固定流量计的角钢架尺寸图

Figure 2 The dimensions figure of slotted-angle shelf of fixing the flow meters

可直接固定在横梁上,固定时,前后和左右两个方向均要保持垂直。推荐的角钢架应放在实验桌上使用。

2.4 各部分的连接

本装置可直接采用室内煤气管线组件进行连接。按实际需要长度购买 $\Phi 10$ mm 煤气橡胶软管;再购 1 个煤气三通和若干卡口。按图 1 用橡胶软管将各部分连接,每个软管接头处用卡口卡紧。充气头可采用中性笔笔杆,其外径大小恰好与软管口径相配。

当管线过短时,为避免充气头插入包装袋时造成的压力变化对气路稳定性的影响,可在三通和充气头间加一个 3 L 以上的容器作为气容,以达到维持气路稳定性的目的。当浮子流量计至充气头的管线超过 5 m 时,由于管线本身会吸收这一波动,因此不需再安装气容。

3 使用操作注意事项

① 高压气瓶应放置在墙角等不易触碰处,同时近处不得使用热源。

② 先用真空包装机对样品进行真空封装,再在样品袋上剪一小口,插入充气头进行充气,当充至所需气量时,用热封机封袋即可。

③ 包装前应使装置的充气头放空 3 min,使管线内的空气得以充分排出,与此同时可对流量计进行调整。

④ 除定量配气并充入高压钢瓶的集中供气型气调包装机外,其他气调包装机充的气体均没做过定量分析^[2-4]。所以,从严格意义上来讲,做定量气调包装试验时,均应对气调包装袋内的各气体组分进行定量分析,以满足定量气调包装试验的要求。因此,在用本装置做定量气调包装试验的过程中,每充一组混合气包装组时,可多充一个无食品的样包,并用二氧化碳红外线分析仪和顺磁式氧气分析仪或氧化锆氧气分析仪对样包内的样气进行定量分析,以更好地满足定量气调包装试验的需求^[5]。无分析仪的实验室,也可送检样包来进行定量分析。

⑤ 配置 3 种气体的混合气时,需增加一路气源和一只流量计,并将三通改为四通。

4 结论

该气调充气装置的充气精度可达 $\pm 2\%$ 。根据肉类气调包装的储藏条件,一般要求包装内的 O_2 含量达 $10\% \sim 80\%$, CO_2 含量达 $10\% \sim 80\%$ ^[6-9];对于食用菌类,通常要求包装内的 O_2 含量为 $10\% \sim 80\%$ ^[10-11],而该装置所制得的气调包装试样中的 O_2 和 CO_2 的配比含量均可达 $9\% \sim 91\%$,因此,可满足肉类和食用菌类气调包装试验的要求。

该装置的最大优点在于:费用低且便于制作,其所有部件全部可从市场上采购得到,制备时无需任何机械加工,即可自行组装完成。缺点在于:新鲜果蔬的气调包装储藏条件一般为: O_2 浓度配比 $1\% \sim 5\%$, CO_2 浓度配比 $1\% \sim 5\%$;只有少量的浓度配比上限为 10% ^[12-13],因而,不能满足果蔬类气调包装的要求。

参考文献

- [1] 杨有涛,徐英华,王子钢. 气体流量计[M]. 北京:中国计量出版社,2007.
- [2] 赵淮. 包装机械产品样本[M]. 北京:机械工业出版社,2008:367-418.
- [3] 吴瑞平,林泽安. 食品气调保鲜包装技术及设备发展状况[J]. 包装与食品机械,2005,23(6):41-47.
- [4] 姜浩,黄俊彦,林敏. 气调保鲜包装机气体比例混合器的研究[J]. 包装与食品机械,2006,24(5):4-7.
- [5] 刘季孟. 气调包装气体含量检测分析[J]. 食品与机械,2001(3):37-42.
- [6] 赵毓芝,刘成国,周玄. 气调包装技术在冷鲜肉生产中的研究进展[J]. 肉类研究,2011,25(1):72-77.
- [7] 赵素芬,刘晓燕. 高氧气调包装对冷鲜肉的保鲜研究[J]. 包装工程,2010,31(15):15-17.
- [8] 胡长利,郝慧敏,刘文华,等. 不同组分气调包装牛肉冷藏保鲜效果的研究[J]. 农业工程报,2007,23(7):241-245.
- [9] 施帅,王正云,蒲丽丽,等. 气调保藏对苏姜猪肉货架期的影响[J]. 食品与机械,2011,27(5):145-148.
- [10] 赵春霞,李大虎. 高氧气调包装对双孢蘑菇品质的影响[J]. 包装工程,2014,35(15):15-17.
- [11] 王洪霞,张敏. 高氧气调包装对金针菇保鲜品质的影响[J]. 包装工程,2013,34(9):18-23.
- [12] 罗云波,生吉萍. 园艺产品贮藏加工学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010:147-148.
- [13] 张玉敏,胡长鹰,吴宇梅,等. 气调包装对番石榴贮藏品质的影响[J]. 食品与机械,2012,28(2):180-183.