

试验条件对圣女果呼吸速率测定的影响

朱永¹, 卢立新^{1,2}

(1. 江南大学, 无锡 214122; 2. 中国包装总公司食品包装技术与安全重点实验室, 无锡 214122)

摘要: 在密闭容器法的基础上, 测试了圣女果在不同初始氧气含量和容积率下的呼吸速率。通过对实验数据的处理, 得出了圣女果在初始氧气含量(体积分数)为 15%~20% 以及容积率为 5%~10% 时, 呼吸速率测定结果更加接近真实值。对圣女果的气调保鲜和储存具有指导意义。

关键词: 密闭容器法; 圣女果; 呼吸速率

中图分类号: TB487; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)03-0027-04

Influence of Test Conditions on Determining the Respiration Rate of Cherry-tomato

ZHU Yong¹, LU Li-xin^{1,2}

(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Key Laboratory of Food Packaging Techniques and Safety of China National Packaging Corporation, Wuxi 214122, China)

Abstract: The respiration rate of cherry-tomato was measured under different initial Oxygen concentration and volume ratio using closed container method. The results showed that the respiration rate of cherry tomato closer to the true value in oxygen concentration of 15% to 20% and the volume rate of 5% to 10%. The purpose was to provide reference for modified atmosphere packaging and storage of cherry-tomato.

Key words: closed container method; cherry-tomato; respiration rate

气调保鲜通过改变果蔬周围气氛, 达到储藏保鲜的目的, 在国际上被认为是最先进有效的果蔬保鲜方法之一。其主要机理是在一定的封闭体系内, 通过各种调节方式得到不同于正常大气组分的气体, 抑制导致食品腐败的生理生化过程及微生物的活动, 从而延长其货架寿命与贮藏期, 使其保持一般的新鲜和可食状态^[1]。果蔬的呼吸速率是气调包装中设计薄膜的重要参数, Kader 认为果蔬呼吸速率的准确测定是 MAP 领域中至关重要的一个因素^[2]。正确测试果蔬的呼吸速率, 对于正确进行 MAP 设计, 在果蔬中普及 MAP, 具有重要的意义。

目前国内外学者对果蔬呼吸速率的研究主要集中在外因素, 如包装材料、空气流动、包装的气体成分、温度等^[3-5]。研究方向集中在不同的气体配比对果蔬气调包装的效果, 如谢晶等人研究了不同氧气浓度结合低温条件对猪肉保鲜效果的影响^[6]; 金文等人

研究了不同氮气气氛在各温度下对大豆和蕹菜品质的影响^[7-8]。与以往的气体氛围研究的区别在于, 以氧气浓度和容积率为研究点, 文中探讨了这 2 个因素下测定圣女果呼吸速率的最佳条件。

1 呼吸速率测定方法的选取

目前, 呼吸速率测定主要有 3 种方法: 流动系统法、渗透系统法以及密闭系统法^[9]。3 种方法都存在一定的缺点, 对于流动系统法不仅要预测气体的流速, 还要能够测出包装容器内外气体浓度的差值, 对低呼吸速率强度果蔬测定不准确。渗透系统法需要测试的参数多, 实验比较繁琐。静态密闭法测试存在的问题是浓度差值不能太大, 在尽可能小的基础上能够被测试仪器检测出相应的变化量。对比 3 种方法, 为尽可能的降低误差影响, 选择密闭法测试果蔬呼吸

收稿日期: 2011-10-23

作者简介: 朱永(1987—), 男, 江苏泰州人, 江南大学硕士生, 主攻食品包装。

通讯作者: 卢立新(1966—), 男, 江苏宜兴人, 博士, 江南大学教授、博士生导师, 主要研究方向为包装动力学、包装材料等。

速率。

2 圣女果呼吸速率的测定

2.1 材料选取

圣女果购于无锡华润万家超市,要求要果实均匀、无病虫害、成熟度一致、无机械损伤。容器选用自制 1 200 mL 容积的 PE 塑料密封罐,在盖口打 2 个孔,在充入气体后用硅胶膜封住。

2.2 仪器

主要仪器:MA-35 型气体自动混合机;ED1-302 型天平;DQB-360W 包装机;6600 型 O_2/CO_2 顶空气体分析仪。

2.3 方法

采用密闭系统法测试圣女果不同初始氧气含量以及不同容积率下的呼吸速率。

2.3.1 试验条件控制方法

为降低温湿度条件对结果的影响,在每个密闭容器内放入 40 mL 过饱和的 KNO_3 溶液(维持容器内相对湿度为 50%),并将密闭容器罐全部放入 25 °C 恒温恒湿箱内。

容积率是指测试果蔬在密闭容器内占的体积比例。通过水置法测算出圣女果的密度,按照设定的容积率(5%,10%,15%和 20%),称取不同质量的圣女果放入相应的密闭容器内。

氧气含量指密闭容器内氧气的含量占整个容器内气体体积的比例;初始氧气含量需要通过气体混合机进行气体混合,先将圣女果装入自制的 PE 塑料容器内,将容器内空气排尽,充入气调混合机混合好的气体(O_2 体积分数分别为 5%,10%,15%,20%),用硅胶片密封 2 个检测口。间隔一定的时间使用顶空分析仪检测密封罐内的 O_2 , CO_2 的体积分数。

2.3.2 计算公式

根据测得的 O_2 , CO_2 数据,利用密闭法呼吸速率计算公式^[10]求出呼吸速率:

$$R_{O_2} = \frac{(C_{O_2}^i - C_{O_2}^f) \times V}{100 \times m(t_n - t_m)}$$

式中: t_m , t_n 分别为测量起始到终止时间(h); $C_{O_2}^i$, $C_{O_2}^f$ 分别为测量起始和终止时的氧气体积分数(%); V 为密封容器的自由体积(mL); m 为产品质量(kg); R_{O_2} 为氧气的消耗速率(mL/(kg·h))。

3 试验结果分析及评价

3.1 氧气含量对圣女果呼吸速率的影响

不同氧气初始含量(体积分数)下,4 种容积率对果蔬呼吸速率的影响见图 1。

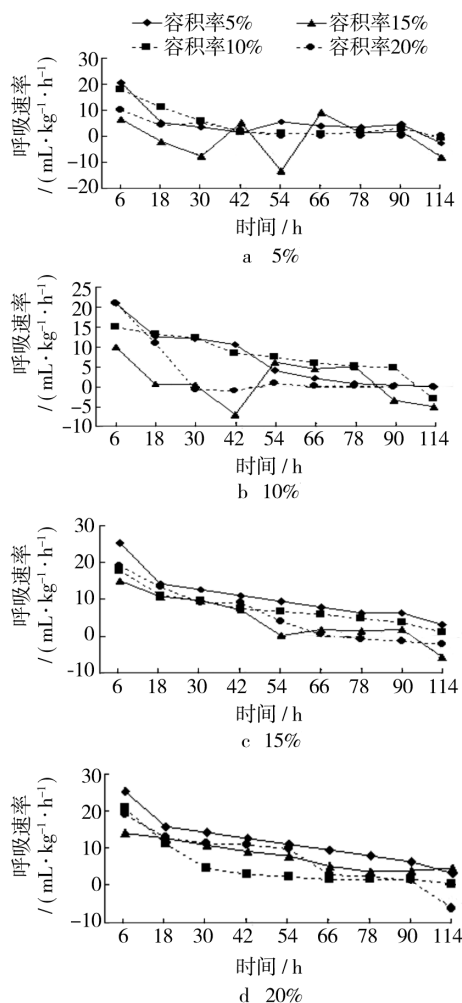


图 1 氧气初始含量对圣女果呼吸速率的影响

Fig.1 Effect of different initial oxygen concentration on the respiration rate of cherry-tomato

从图 1 中可以看出,初始氧气体积分数为 5%,10%的时候,呼吸速率曲线跳跃性比较大,容积率的不同对呼吸速率的影响很显著;初始氧气体积分数为 15%和 20%的 2 种情况下,呼吸速率变化利用米氏方程进行拟合,其 r 值大于 0.95。

3.2 不同容积率对圣女果呼吸速率的影响

不同容积率下,4 种初始氧气体积分数下果蔬呼吸速率的情况见图 2。

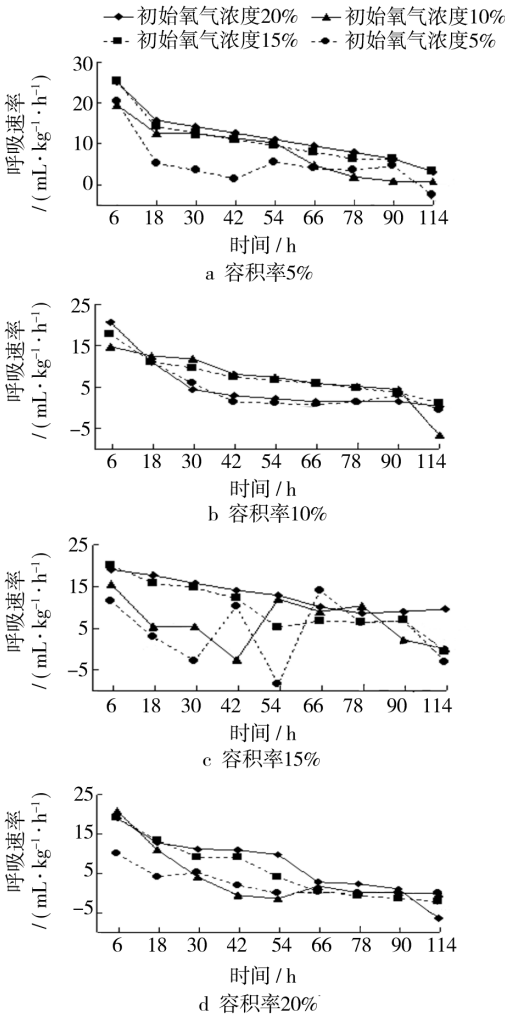


图2 容积率对圣女果呼吸速率的影响
Fig. 2 Effect of volume rate on the respiration rate of cherry-tomato

容积率为5%时,当初始氧气体积分数为5%时,呼吸速率下降最快,氧气初始体积分数为10%,15%,20%时呼吸速率比较平稳,利用米氏方程拟合,拟合度达到0.98。容积率为10%时,4种不同氧气体积分数的呼吸速率差别不大。其中初始氧气体积分数为5%和10%时呼吸速率出现负值,发生厌氧呼吸。其中20%时的呼吸速率比15%时的呼吸速率高。当容积率为15%和20%时,呼吸速率都出现负值,变化的波动性很大,初始氧气气氛对呼吸速率的影响很显著。

3.3 评价方法

徐步前和张长峰等人指出,密闭法是基于容器内果蔬呼吸达到平衡状态时的气体含量变化作为果蔬呼吸速率,由于测试时存在时间上的滞后,即在某一

测量时间之前已经达到平衡,但实际会认为这一时间是果蔬达到的平衡时间,测试的结果会比实际的结果有偏差,因此测试呼吸速率值必然小于实际的值^[11-13],而反映到呼吸速率曲线上是曲线的斜率偏小,即测试值比实际值偏小。果蔬呼吸速率是在特定的间隔时间内测定密闭容器内O₂和CO₂的含量变化,以O₂和CO₂含量变化速率作为果蔬的呼吸速率。产生的CO₂在密闭容器内对果蔬呼吸产生抑制作用,因此每次测量的O₂含量值比实际消耗O₂值要小。因此在甄选最合适的容积率和初始氧气气氛时,需要考虑产生的CO₂对果蔬呼吸抑制最小,以及在测试周期内能够达到平衡,因此对上述实验评价的标准是:在一定时间内选取果蔬达到呼吸平衡,测定呼吸速率值(斜率)相对比较大的值。

针对评价的标准,甄选出比较优的结果,见图3。

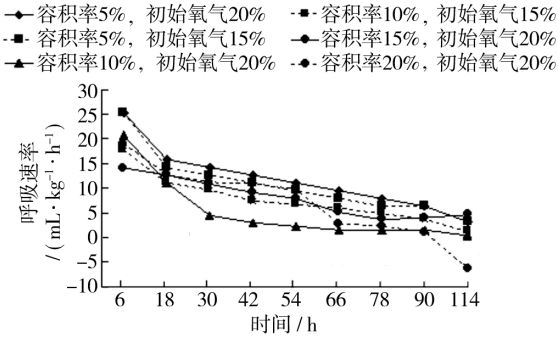


图3 最佳容积率与最佳初始氧气含量
Fig. 3 Optimum volume ratio and initial oxygen concentration

对比图3可知,在测试的4个初始氧气含量中,初始氧气含量越大则呼吸速率的精度越高。针对容积率,由图中的分析可知,容积率越大则相应的呼吸速率测试值逐渐降低,因此对于容积率在果蔬能达到平衡的前提下,应尽可能地降低容积率。

4 结语

基于密闭法测试果蔬呼吸速率的方法,探讨了容积率与初始氧气含量对果蔬呼吸速率测定的影响,并对平衡时间进行了探讨。结果表明:

- 1) 密闭法测试果蔬呼吸速率比实际的呼吸速率要低,因此初始氧气含量需要维持在一个较高的水平,对呼吸速率的准确性有显著影响。
- 2) 密闭法测试果蔬的呼吸速率,是以果蔬呼吸

达到平衡为前提的,因此容积率的选择需要根据测试的时间长短来具体确定,对于一般性的测试而言,不要太长的测试周期,因此容积率的水平不需要太高。

3) 基于平衡时间考虑,对于与圣女果一类的中等呼吸强度的果蔬,推荐用测试的初始氧气体积分数为 15%~20%,容积率为 5%~10%,即为最佳的测试环境。

参考文献:

- [1] 卢立新. 果蔬气调包装理论研究进展[J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 175—180.
LU Li-xin. Research Advances in Theories for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables [J]. Transactions of the CASE, 2005, 21(7): 175—180.
- [2] KADER A A, ZAGORY D, KERBEL E L. Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables[J]. Food Sci Nutr, 1995(28): 1—30.
- [3] SUSANA C F, FERNANDA A R, JEFFREY K B. Modeling Respiration Rate of Fresh Fruits and Vegetable for Modified Atmosphere Packages a Review[J]. Journal of Food Engineering, 2002, 52(6): 99—119.
- [4] 蔡明, 卢立新. 草莓气调包装内温湿度变化的实验研究[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 32—33.
CAI Ming, LU Li-xin. Research on the Variation of Temperature and Humidity in the MAP of the Strawberry [J]. Packaging Engineering, 2005, 26(4): 32—33.
- [5] 刘伟, 卢立新, 李大鹏. 综合保险处理对草莓保鲜效果的影响[J]. 包装工程, 2011, 32(1): 18—21.
LIU Wei, LU Li-xin, LI Da-peng. Effect of Comprehensive Treatment on Strawberry [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(1): 18—21.
- [6] 谢晶, 李建雄, 潘迎捷. 冰温结合不同比例氧气气调对冷却肉的保鲜效果[J]. 农业工程学报, 2009, 25(10): 307—310.
XIE Jing, LI Jian-xiong, PAN Ying-jie. Effect of Modified Atmosphere Package with Varying Oxygen Concentrations Combined with Controlled Freezing-point Storage on Pork Flesh-keeping [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(10): 307—310.
- [7] 金文, 肖建文, 张来林, 等. 充氮气调对大豆品质的影响研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2010, 31(1): 71—73.
JIN Wen, XIAO Jian-wen, ZHANG Lai-lin, et al. Influence of Controlled Atmosphere Storage with N₂ on the Soybean Quality [J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2010, 31(1): 71—73.
- [8] 郭衍银, 王相友, 章耀. 蕨菜的气调保鲜应用研究[J]. 农业机械学报, 2010, 41(1): 117—121.
GUO Yan-yin, WANG Xiang-you, ZHANG Yao. Effects of Modified Atmosphere on the Preservation of Pteridium aquilinum [J]. Transactions of CSAM, 2010, 41(1): 117—121.
- [9] 张长峰. MA 包装中薄膜透气性与香蕉呼吸强度的测算[D]. 广州: 华南农业大学, 2002.
ZHANG Chang-feng. Measurement of the Film's Permeability and the Banana's Breath in MA Packaging [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2002.
- [10] 卢立新. 果蔬及其制品包装[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
LU Li-xin. Packaging of Fruits and Vegetables [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.
- [11] 张长峰. 气调包装条件下果蔬呼吸强度模型的研究进展[J]. 农业工程学报, 2004, 20(3): 281—285.
ZHANG Chang-feng. Research Advances on Respiration Models in Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables [J]. Transactions of the CASE, 2004, 20(3): 281—285.
- [12] TALASIA P C, CAMERON A C. Free Volume Changes in Modified Atmosphere Package Containing Fresh Produce Measurement and Control [J]. Hort Sci, 1995, 30(4): 817.
- [13] EXAMA A, ARUL J, LENCKI R W, et al. Suitability of Plastic Films for Modified Atmosphere Packing of Fruits and Vegetables [J]. J Food Sci, 1993, 58(6): 1365—1370.