

不同PET瓶对100%橙汁质量的影响

李绍振^{1,3}, 刘文慧¹, 许洪高^{1,2}, 王艳红¹, 王 颖³, 高彦祥^{1,2,*}

(1.北京汇源食品饮料有限公司研发中心,北京 101305;

2.中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京 100083;

3.河北农业大学食品科技学院,河北保定 071001)

摘 要:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)具有稳定、质轻、价廉等多种优点而作为饮料包装材料广为使用,但PET瓶的气体阻隔性较传统玻璃瓶差,因此,提高PET瓶的气体阻隔性、提升饮料产品品质是本研究的初衷。本研究通过以两种添加阻隔材料(加吸氧剂、内涂层)、一种多层PET瓶及普通PET瓶为包装容器,选择100%橙汁为研究对象,研究不同温度条件下,100%橙汁储藏过程中 V_c 含量和颜色的变化情况,发现四种PET瓶对 V_c 和色泽保持的顺序为:多层PET瓶>内涂层PET瓶>含吸氧剂PET瓶>普通PET瓶,且果汁产品应尽量在4℃存放。

关键词:PET瓶,100%橙汁,抗坏血酸(V_c),色差

Effect of different PET bottles on the quality of 100% orange juice

LI Shao-zhen^{1,3}, LIU Wen-hui¹, XU Hong-gao^{1,2}, WANG Yan-hong¹, WANG Jie³, GAO Yan-xiang^{1,2,*}

(1.R&D Center, Beijing Huiyuan Food & Beverage Co.Ltd., Beijing 101305, China;

2.College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

3.College of Food Science & Technology, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China)

Abstract: Polyethylene terephthalate (PET) has many merits, such as chemical stable, light, cheap, etc., and has been widely applied in soft drink industry. However, the gas permeability of PET is still inferior to that of glass. Improving the gas barrier property of PET and the quality of juice beverages is a major purpose of this project. An experiment for determining vitamin C and color difference of 100% orange juice, which was packaged in four different PET bottles (one layer PET bottle, multilayer PET bottle, oxygen absorbent added PET bottle, and inner coating PET bottle) and stored at three temperature levels (4, 20, 37℃), was carried out. The protective effects of four PET bottles on the concentration of vitamin C and color were topped by multilayer PET bottle, followed by inner coating PET bottle, and then oxygen absorbent added PET bottle. The least protective package was single layer PET bottle. The results also recommended the juice products should be stored at 4℃.

Key words: PET bottle; 100% orange juice; vitamin C; color difference

中图分类号:TS206.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2009)10-0272-03

果汁饮料的包装有玻璃瓶、纸铝塑复合包装、金属罐(三片、两片)、聚合塑料包装(PET、PE、PP等)等^[1]。纸铝塑复合包装和塑料包装由于其轻便性、低成本、易回收利用而倍受推崇。聚合塑料包装中的PET是开发最早、产量最大、应用最广的聚酯产品, PET包装具有透明性好,化学性质稳定,阻隔性相对较好等多种优点,而成为饮料市场应用最广的一种包装形式。PET饮料瓶的气体阻隔性较玻璃瓶低^[2-3],提高PET瓶的气体阻隔性、保持饮料产品质量稳定、延长产品货架寿命是饮料PET包装的主要研究方向之一。目前提高PET瓶气体阻隔性的技术

有:表面涂层技术、多层复合共挤技术、共混或共聚技术、纳米技术等等^[4]。其中,表面涂层技术是通过采用各种高阻隔性涂料及涂覆技术,在PET瓶内外表面形成很薄的阻隔层,隔绝气体进出,实现延长饮料货架期的目的。表面涂层技术还包括等离子体涂覆、钻石型碳涂层、无定形碳涂层、阻隔性硅胶涂层以及其它涂层技术^[5-8]。多层复合共挤技术是通过复合模具头把不同原料挤出吹制成瓶而使制品获得优异的综合性能,实现 O_2 、 CO_2 等阻隔。共混技术将PET颗粒与高阻渗性树脂(如EVOH)、氧捕捉剂等进行共混,然后再将此共混材料注塑出单层瓶胚。而纳米技术开发的高阻隔性能纳米材料有:尼龙纳米复合材料、PET/蒙脱土纳米复合材料和纳米聚酯类复合包装材料等。本实验旨在通过研究无菌冷灌装工艺生产的不同PET瓶用其包装100%橙汁,观察橙汁在货架期间的品质表现,为目前果汁产品PET

收稿日期:2008-12-03 *通讯联系人

作者简介:李绍振(1969-),男,工程师,硕士研究生,研究方向:果蔬加工。

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD27B04)。

包装材料的选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

甲醇 色谱纯,北京化学试剂厂;乙酸铵 分析纯,北京化学试剂厂;橙浓缩汁 65° Brix,巴西 Cutrale 公司;HDPE 颗粒 C911A,韩国三星道达尔株式会社;聚对苯二甲酸乙二醇酯 BG80-PET,中石化仪征化纤股份有限公司。

DC-P3 型全自动测色色差计 北京市星光测色仪器公司;1100 系列高效液相色谱 Agilent 科技有限公司。

1.2 样品制备

将橙浓缩汁经调配还原成 100% 橙汁后,通过无菌冷灌装生产线分别灌装到普通 PET 瓶、加吸氧剂瓶、多层瓶和内涂层瓶中,不同瓶子所装橙汁产品分别贮存于 4℃、室温和 37℃ 环境中,每隔 20d 测定一次橙汁中 V_c 含量和颜色变化(以色差 ΔE^* 表示),重复 3 次。根据评价指标的数据采集个数,准备相应瓶数两倍的样品。

1.3 V_c 检测^[9]

采用 Agilent 1100 HPLC - DAD (Diode array detector, 二极管阵列检测器)测定果汁中 V_c 的浓度,检测波长为 254nm,果汁中 V_c 分离采用甲醇:乙酸铵溶液(0.02mol/L, pH = 4) 为 25:75 (V:V) 流动相在反相色谱柱(Zorbax SB-C₁₈, 4.6mm × 250mm, 5 μ m) 等梯度洗脱,进样体积 5 μ L,流速为 1mL/min。

V_c 的校正曲线方程为: $Y = 146.27X - 65.06$, $r^2 = 0.9996$ 。

式中:Y 为峰面积;X 为样品浓度,mg/100mL。平均回收率为 103.1%。检测限约为 0.0086 μ g/100mL (S/N = 3),定量限为 0.78 μ g/100mL (S/N = 10)。

1.4 色差测定

采用 DC-P3 型全自动测色色差计室温条件下测定 100% 橙汁的 Hunter 色值。比色皿均先用橙汁样品润洗两次后测定,最终结果表述以色差进行汇总表述。

1.5 统计分析

选用 OriginPro7.5 软件 (OriginLab Corporation, Northampton, USA) 对数据进行单边方差分析 (ANOVA)。显著性分析采用 Tukey 检验,显著性水平采用 0.05。

2 结果与分析

2.1 货架期间不同 PET 瓶对 V_c 含量的影响

四种 PET 瓶包装的 100% 橙汁在 4、20、37℃ 储存时,橙汁中的 V_c 含量均随着储藏时间的延长而呈现递减趋势(图 1)。在整个实验周期内,100% 橙汁中的 V_c 4℃ 在普通 PET 瓶中的浓度从 42.33mg/100mL 变化到 20.85mg/100mL,减少约 51%。而在另外三种阻隔 PET 中的浓度减少低于 37%;在室温储藏时,普通 PET 瓶包装的橙汁 V_c 浓度从 42.33mg/100mL 变化到 15.53mg/100mL,减少约 64%,而在三种具有阻隔性能的 PET 瓶中的浓度损失低于 60%,其中多层 PET 材料对橙汁中 V_c 的保留性能最佳,整个实验周

期,损失的 V_c 仅为 54%,但超过 4℃ 普通 PET 瓶的 V_c 的损失率。在 37℃ 储存时,四种 PET 瓶包装 100% 橙汁中 V_c 的含量损失在 76%~83% 之间。含阻隔材料的 PET 瓶对 V_c 的保持效果均好于普通 PET 瓶,四种 PET 瓶对 V_c 保持效果的顺序依次为:多层 PET 瓶 > 内涂层 PET 瓶 > 含吸氧剂 PET 瓶 > 普通 PET 瓶,且这种效果随着储藏时间的延长而越来越显著。

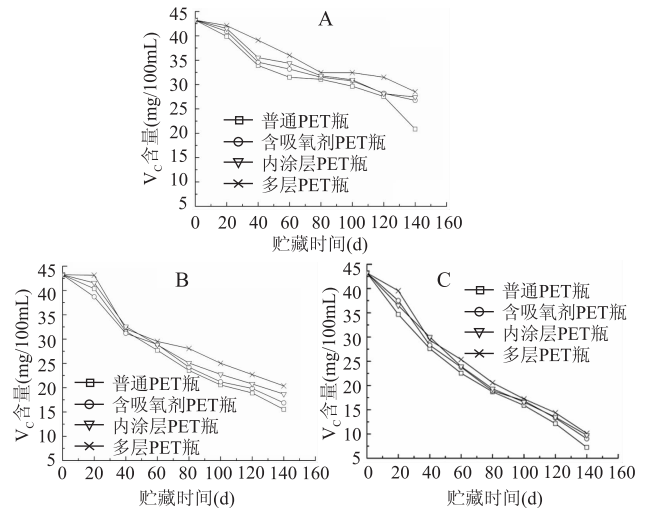


图 1 不同 PET 瓶包装的 100% 橙汁中 V_c 在不同温度条件下随储藏时间的变化趋势

注:A:4℃;B:20℃;C:37℃

四种 PET 瓶包装的 100% 橙汁在不同温度下贮存,PET 材料对 V_c 的保持作用为 4℃ > 室温 > 37℃,且呈显著差异 ($p < 0.05$),由此可知,为了更好地保留 V_c 含量,PET 材料包装的果汁类食品应尽可能在低温条件下储存。

2.2 货架期间不同 PET 瓶对果汁颜色的影响

在不同温度条件下,普通 PET 瓶、含吸氧剂 PET 瓶、多层 PET 瓶、内涂层 PET 瓶对 100% 橙汁色泽的影响(以色差表示)见表 1~表 3。随着储藏时间的延长,四种 PET 瓶包装的 100% 橙汁的颜色在三个温度下均发生变化。根据色差程度的判别标准^[10],在 4℃ 条件下,不同 PET 瓶包装的 100% 橙汁颜色没有明显差异的货架期分别为:普通 PET 瓶为 40d、含吸氧剂 PET 瓶为 60d、多层 PET 瓶和内涂层 PET 瓶均超过 80d。而在室温(20℃)条件下,普通 PET 瓶包装的 100% 橙汁色泽没有明显差异且货架寿命缩短为 20d,含吸氧剂 PET 瓶约为 40d,内涂层 PET 瓶不足 60d,而多层 PET 瓶稍长,但也不足 80d。而 37℃ 的储藏结果更使 100% 橙汁颜色保持没有明显差异且货架期缩短为不足 40d。三种具有阻隔性能的 PET 瓶对颜色的保持均好于普通 PET 瓶,且随着储藏时间的延长、储藏温度的升高,这种作用越来越明显。四种 PET 瓶对颜色保持作用的优劣顺序为:多层 PET 瓶 > 内涂层 PET 瓶 > 含吸氧剂 PET 瓶 > 普通 PET 瓶。但随着温度的升高,四种瓶子对颜色保持作用的差异缩小。从颜色角度考虑及表 1~表 3 的实验结果可见,100% 橙汁的储藏应尽可能采取低温储藏措施。

表1 4℃条件下,100%橙汁的色泽变化(ΔE^*)

储藏时间(d)	20	40	60	80	100	120	140
普通 PET 瓶	1.81	2.88	3.29	4.33	6.02	7.96	9.85
含吸氧剂 PET 瓶	1.63	2.36	2.99	3.18	4.54	5.73	7.01
多层 PET 瓶	0.48	2.17	2.31	2.52	3.89	4.97	5.86
内涂层 PET 瓶	1.42	2.22	2.36	2.95	4.21	5.48	6.49

表2 20℃条件下,100%橙汁的色泽变化(ΔE^*)

储藏时间(d)	20	40	60	80	100	120	140
普通 PET 瓶	2.43	3.94	5.07	7.04	8.95	10.43	12.52
含吸氧剂 PET 瓶	1.81	3.02	4.50	6.13	7.86	9.63	11.21
多层 PET 瓶	0.87	1.63	2.59	3.82	5.31	6.89	8.01
内涂层 PET 瓶	1.65	2.84	4.24	5.92	7.50	9.34	10.96

表3 37℃条件下,100%橙汁的色泽变化(ΔE^*)

储藏时间(d)	20	40	60	80	100	120	140
普通 PET 瓶	3.75	6.02	8.69	10.01	12.10	13.68	14.98
含吸氧剂 PET 瓶	2.63	4.50	6.44	7.69	9.25	11.36	13.12
多层 PET 瓶	1.82	3.44	5.26	6.93	8.24	9.65	11.36
内涂层 PET 瓶	2.45	4.21	6.14	7.46	8.99	11.05	13.01

2.3 PET 瓶的通透性

课题组委托意大利 SIPA 公司对几种 PET 材料通透性检测的结果(表4)表明,三种具有阻隔性能的 PET 材料在通透性方面尤其是透氧性均比普通瓶要高出 5~12 倍,且对于氧的阻隔作用大小顺序为多层 PET 瓶 > 内涂层 PET 瓶 > 含吸氧剂 PET 瓶 > 普通 PET 瓶,另外,果汁中 V_c 的减少主要是由于与氧气的接触而导致的^[11],果汁生产工艺的热处理对 V_c 的损失作用并不明显。三种具有阻隔性能的 PET 瓶包装 100% 橙汁在不同温度条件下的储藏实验结果也证实了这一论断,且多层 PET 瓶的阻隔效果较好。

表4 不同 PET 瓶的通透性

PET 瓶名称	透氧率 ($\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$)	透 CO_2 率 ($\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$)
普通 PET	4.4	8.0
含吸氧剂 PET	0.8	1.9
多层 PET	0.3	1.0
内涂层 PET	0.4	1.3

3 结论

不同阻隔性能的 PET 材料对 100% 橙汁品质的

(上接第 264 页)

率对焦糖色素色率的影响规律,在实验条件下,挤压加工固体焦糖色素的最佳操作工艺条件是:螺杆转速 190r/min,机筒温度(熔体段)190℃,进料速率 1.2kg/min。但从响应面图上的变化趋势看,在螺杆转速 185~195r/min、机筒温度(熔体段)190~200℃、进料速率 1.3~1.4kg/min 的范围内可能有优于本次实验所得的最佳操作工艺条件,这还需进一步实验进行证实。

参考文献

- [1] 杨虎清.食品色素的过去、现在和未来[J].中国食品添加剂,2002(3):10-14.
- [2] Millauer Y, et al. Thermal Processing and Quality of Foods [M]. Elsevier Applied Science Publishers, 1984:137.
- [3] 宋贤良,等.挤压蒸煮技术在变性淀粉生产中的应用[J].食品工业科技,2002,23(6):80-83.

影响具有显著作用,100% 橙汁中的 V_c 随着储藏时间的延长呈现递减趋势,而产品的色泽也随着储藏时间的延长呈现变深甚至颜色改变($\Delta E^* > 12$)。且温度对于聚酯瓶的阻隔性有很大的影响,不管是否添加阻隔材料,随着温度的升高,阻隔性降低,储藏相同的时间,100% 橙汁中的 V_c 含量大小顺序:4℃ > 室温 > 37℃,而颜色的变化顺序:37℃ > 室温 > 4℃,因此 100% 橙汁在储藏时采取低温储藏有利于保持其原有品质,延长货架寿命。

参考文献

- [1] 胡兴军.国内外食品包装塑料的市场和技术进展[J].中国包装,2006,26(3):106-109.
- [2] 杨始堃.聚酯(PET)瓶问题分析(一)[J].聚酯工业,2005,18(1):1-4.
- [3] 杨始堃.聚酯(PET)瓶问题分析(二)[J].聚酯工业,2005,18(2):1-5.
- [4] 黄泽雄.阻隔性塑料瓶材料与技术研究进展[J].国外塑料,2005,23(12):38-42.
- [5] Colvin R. Barrier coating options can reduce cost and extend shelf life in beer bottles [J]. Modern Plastics, 2000, 77(3):26-44.
- [6] 陈昌杰. PET 瓶的等离子处理技术——ACTIS [J]. 塑料包装, 2001, 11(4):54-58.
- [7] Jabarin SA. Advances in barrier concepts for improved rigid packaging [C]. ANTEC, 2003:3822-3844.
- [8] Leaverscuch R. Barrier PET bottles; No breakthrough in beer, but juice and soda surge ahead [J]. Plastics Technology, 2003, 49(3):48-53, 60.
- [9] 成志强,孙成均,黎源倩.反相高效液相色谱法同时测定食品和多维片中 8 种水溶性维生素[J].分析化学,2001,29(9):1068-1071.
- [10] 李里特.食品物性学[M].北京:北京农业出版社,1998.
- [11] Oey I, Van der Planchen L, Van Loey A, et al. Does high pressure processing influence nutritional aspects of plant based food systems [J]. Trends in Food Science & Technology, 2007, 19(6):300-308.

[4] 陈洪兴,顾正彪.挤压法生产焦糖色素的探讨[J].中国调味品,2003(2):15-18.

[5] 瞿维国.生产焦糖色素挤压机关键结构和操作参数的研究[D].无锡轻工大学硕士学位论文,2001.

[6] Friedrich Meuser, Norbert Cimmler. A Systems Analytical Approach to Extrusion Food Extrusion Science and Technology [M]. New York: Marcel Dekkerinc, 1992:619.

[7] 吴有炜.实验设计与数据处理[M].苏州:苏州大学出版社,2002.

[8] 叶卫东.用挤压机作为生化反应器加工固体焦糖色素的技术研究[D].江南大学硕士学位论文,2004.

[9] 杨红兵,王进卿,张先进,黄华鸣.焦糖色素的色率与红色指数的关系及应用[J].中国酿造,2002(2):40-42.

[10] 凌关庭主编.食品添加剂手册[M].北京:化学工业出版社.1999,6:562.