

高氧处理对草莓果实微生物生长和腐烂的影响

郑永华, 苏新国, 沈卫峰
(南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095)

摘 要: 研究了高氧(100%O₂)处理对“硕丰”草莓在2℃10d冷藏及20℃空气中2d货架存放期间果实微生物生长和腐烂的影响。结果表明, 在冷藏前期, 高氧处理对微生物生长的影响不大, 而在冷藏后期, 高氧处理显著抑制果实上细菌、霉菌和酵母菌的生长, 降低果实腐烂发生。高氧处理对微生物生长和果实腐烂的抑制作用可以持续到冷藏后20℃空气中货架存放期间, 这表明高氧对微生物生长的抑制作用具有后续效应。

关键词: 草莓; 高氧处理; 微生物生长; 果实腐烂

Effect of High Oxygen Treatment on Microbial Growth and Fruit Decay in Postharvest Strawberry

ZHENG Yong-hua, SU Xin-guo, SHEN Wei-feng
(College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The effects of high oxygen (100%O₂) treatment on microbial growth and fruit decay in strawberry (*Fragaria × Ananassa* Dutch cv. Shuofeng) during 10d storage at 2℃ and subsequent 2d shelf period in air at 20℃ were investigated. While bacteria, mould and yeast growth were only slightly affected at the initial cold storage period, their growth and fruit decay were significantly inhibited during the later cold storage period. The inhibitory effect of high oxygen on microbial growth and fruit decay was sustained during the subsequent 2d shelf period in air at 20℃. This suggested that high oxygen atmosphere might have residual effect on inhibiting microbial growth and fruit decay.

Key words: strawberry; high oxygen; microbial growth; fruit decay

中图分类号 TS201.3

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2005)11-0244-03

草莓果实含水量高, 组织柔软, 易受机械损伤和微生物感染而腐烂变质, 采后贮藏期很短^[1]。国内外对草莓果实的采后生理和贮藏技术已有较多研究, 贮运中低温结合低O₂和高CO₂处理可有效抑制果实的腐烂, 尤其是15%~20%高CO₂处理可显著抑制草莓的腐烂, 延长货架期^[2]。但贮藏环境中O₂浓度过低或CO₂浓度过高都会造成果实的缺氧呼吸, 导致乙醛、乙醇等异味物质的积累, 对果实本身产生毒害并影响风味, 反而促进果实腐烂的发生^[3]。因此研究低O₂或高CO₂以外的其他采后处理技术, 以控制果实采后腐烂的发生显得十分必要。超大气高氧(21%~100% O₂)处理是近年来提出的一种新型果蔬防腐保鲜技术^[4,5]。已有研究表明, 高O₂

单独处理或高O₂结合高CO₂处理可显著抑制引起果蔬腐烂的病原微生物的离体生长^[6,7], 降低鲜切生菜、胡萝卜和菠菜等鲜切蔬菜货架存放期间微生物的生长和腐烂^[8~11]。在草莓上的研究发现, 超大气高氧处理可显著抑制果实腐烂的发生^[12~14], 但高氧处理对果实上细菌、霉菌及酵母菌生长的影响尚未见报道。为此本文研究了高氧处理对草莓果实2℃贮藏期间果实上微生物生长及腐烂的影响, 为高氧处理在草莓保鲜中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

供试草莓“硕丰”采自江苏省句容市, 并于当天

收稿日期: 2004-11-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(30170661)

作者简介: 郑永华(1963-), 男, 教授, 博导, 主要从事农产品贮藏加工研究。

运回实验室。选择无机械损伤、无腐烂和成熟度一致的果实,预冷至 2°C 后放入玻璃瓶中,每瓶 3 kg 左右,密封后在 $(2\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 下分别用 100% O_2 和空气气流连续处理贮藏 10 d 。气流先通过蒸馏水瓶加湿,流速为 40 ml/min ,每个处理重复 3 次。果实处理 10 d 后转移到 20°C 空气中货架存放。在处理和货架存放期间定期取样测定微生物生长,并统计果实腐烂指数。

1.2 测定方法

1.2.1 微生物指标 根据国家食品微生物检验标准(GB4789)检验处理和对照草莓果实中的细菌、霉菌和酵母菌的菌落总数。

1.2.2 果实腐烂指数

以草莓果实表面出现水渍状病斑作为果实腐烂的判别依据。先按果实腐烂面积的大小将果实划分为 4 级: 0 级,无腐烂; 1 级,果面有 $1\sim 3$ 个小腐烂斑点; 2 级,腐烂面积占果实面积的 $25\%\sim 50\%$; 3 级,腐烂面积大于果实面积的 50% 。按下式计算腐烂指数:

腐烂指数($\%$)= $\sum[(\text{腐烂级别}\times\text{该级别果实数})/(\text{最高腐烂级别}\times\text{总果实数})]\times 100$

2 结果与分析

2.1 纯氧处理对草莓果实细菌生长的影响

刚采收草莓鲜果的细菌总数约为 $6.2\times 10^3\text{ cfu/g}$,在 2°C 冷藏过程中,对照果实细菌总数呈缓慢上升趋势。在贮藏前 2 d ,纯氧处理对果实细菌总数无显著影响。但 2 d 以后,纯氧处理果实的细菌总数呈下降趋势,显著低于对照果实。这表明高氧处理可杀死草莓果实上的部分细菌。冷藏 10 d 的草莓果实在转入 20°C 空气货架存放期间,对照和高氧处理果实的细菌总数都迅速增加。经 2 d 后,对照果实的细菌总数为 $5.0\times 10^5\text{ cfu/g}$,而处理果实细菌总数为 $1.8\times 10^5\text{ cfu/g}$,仍显著低于对照果实,表明高氧处理在货架存放期间对细菌生长也具明显的抑制作用(图1)。

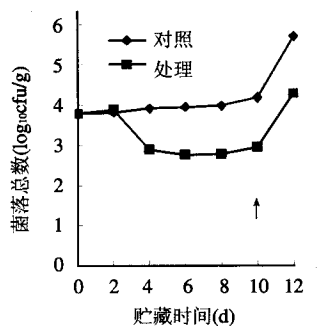


图1 高氧处理对细菌生长的影响

Fig.1 Effect of high O_2 treatment on bacteria growth

2.2 纯氧处理对草莓果实霉菌生长的影响

草莓鲜果的霉菌总数为 $8\times 10^2\text{ cfu/g}$,果实在冷藏期间霉菌总数的变化较小。在冷藏前 4 d ,高氧处理果实的霉菌总数略高于对照果实。但随后处理果实的霉菌总数一直低于对照果实,尤其是经 20°C 2 d 货架存放后,对照果实的霉菌总数达到 $1.1\times 10^4\text{ cfu/g}$,而处理果实霉菌总数为 $3.2\times 10^3\text{ cfu/g}$,显著低于对照果实(图2)。

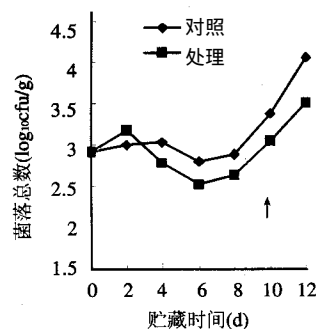


图2 高氧处理对霉菌生长的影响

Fig.2 Effect of high O_2 treatment on mould growth

2.3 纯氧处理对草莓果实酵母菌生长的影响

草莓鲜果的酵母菌总数约为 $6.8\times 10^2\text{ cfu/g}$,果实在冷藏期间酵母菌总数的变化较小。在冷藏前 6 d ,高氧处理对果实酵母菌生长无显著影响,但在随后的冷藏及货架存放期间,高氧处理显著抑制果实上酵母菌的生长。在 20°C 货架 2 d 存放后,对照果实酵母菌总数达到 $3.3\times 10^4\text{ cfu/g}$,而处理果实仅为 $7.3\times 10^3\text{ cfu/g}$ (图3)。

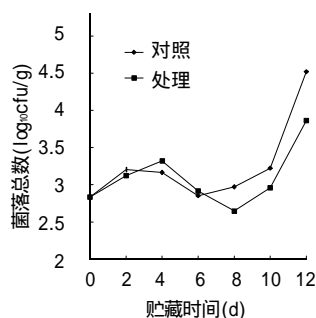


图3 高氧处理对酵母菌生长的影响

Fig3. Effect of high O_2 treatment on yeast growth

表1 高氧处理对草莓冷藏和货架存放期间果实腐烂的指数变化的影响

Table 1 Effect of high O_2 treatment on changes of fruit decay index during cold storage and subsequent shelf period

处理	冷藏时间(d)					货架时间(d)
	2	4	6	8	10	
高氧	5.64	6.64	7.01	9.46	12.29	32.47
对照	5.09	6.12	9.22	12.39	17.76	48.16

2.4 纯氧处理对草莓果实腐烂的影响

草莓冷藏及货架存放期间果实腐烂指数变化见表

1. 在冷藏前 4 d, 高氧处理对果实腐烂无显著影响。从冷藏第 6 d 开始, 处理果实的腐烂指数显著低于对照果实。冷藏 10 d 后, 处理和对照果实的腐烂指数分别为 12.29 和 17.76。在 20℃ 货架存放期间, 果实腐烂指数迅速增加, 2 d 后对照果实的腐烂指数达到 48.16, 处理果实为 32.47, 仍显著低于对照果实。这与高氧处理对果实上各种微生物生长的影响相一致。这些结果说明, 高氧对微生物生长和果实腐烂的抑制作用具有后续效应(residual effect)。高氧处理显著抑制草莓冷藏及货架期的腐烂, 从而延长果实的贮藏期。

3 讨论

本研究发现, 高氧处理可显著抑制果实上微生物的生长和果实腐烂, 这在其他研究中也得到了证实。在‘Camarosa’草莓上的研究发现, 80%~100% O₂ 处理显著抑制了果实 5℃ 冷藏时灰霉病的发生, 且 O₂ 浓度越高, 果实腐烂程度也越轻。经高 O₂ 处理 14 d 后的草莓果实转移到 20℃ 空气中 2 d 货架存放期间, 果实腐烂仍受到显著抑制[7]。采用 80%~90% O₂ + 10%~20% CO₂ 处理也显著抑制了‘Camarosa’草莓在 8℃ 冷藏期间的果实腐烂^[13]。应用 60%~100% O₂ 处理显著抑制了蓝莓果实在 5℃ 冷藏及 20℃ 货架存放期间的腐烂, 且以 100% O₂ 处理抑制果实腐烂的作用最大^[15]。但高氧处理抑制果实腐烂的机理仍不是很清楚, 可能与高氧对病原微生物的毒害作用有关。对专性厌氧微生物而言, O₂ 浓度高于 0.1% 就会受到伤害, 这是因为这类微生物缺乏过氧化氢酶, 不能有效清除体内 H₂O₂ 以致受到毒害之故^[16]。对好氧微生物来说, 当 O₂ 浓度高于某一水平时, 即会产生和积累活性氧, 从而对微生物产生毒害, 生长受抑^[17,18]。Wszelaki 等^[7]的研究发现, 高氧处理对抑制草莓果实腐烂的效果要优于对引起草莓腐烂的灰霉葡萄孢菌离体生长的抑制效果, 这可能是因为高 O₂ 既对微生物生长有直接抑制作用, 同时又诱导提高了果实自身抗病性之故。因此有关高氧处理抑制果实腐烂的机理值得进一步研究。

参考文献:

- [1] Garcia J M, Aguilera C, Jimenez AM. Gray mold in and quality of strawberry fruit following postharvest heat treatment [J]. HortSci, 1996, 31(2): 255-257.
- [2] Li C, Kader AA. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberry [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1989, 114: 405-407.
- [3] Kader AA. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmosphere [J]. Acta Hort, 1995, 398: 59-70.
- [4] Day BPF. High oxygen modified atmosphere packaging for fresh produce [J]. Postharvest News and Information, 1996, 7: 31-34.
- [5] Kader AA, Ben-Yehoshua S. Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables [J]. Postharvest Biol Technol, 2000, 20: 1-13.
- [6] Amanatidou A, Smid E J, Gorris L G M. Effect of elevated oxygen and carbon dioxide on the surface growth of vegetable associated microorganisms [J]. J Appl Microbiol, 1999, 86: 429-438.
- [7] Wszelaki AL, Mitcham E J. Effects of superatmospheric oxygen on strawberry fruit quality and decay [J]. Postharvest Biol Technol, 2000, 20(2): 125-133.
- [8] Allende A, Luo Y, McEvoy J L, et al. Microbial and quality changes in minimally processed baby spinach leaves stored under superatmospheric oxygen and modified atmosphere conditions [J]. Postharvest Biol Technol, 2004, 33: 51-59.
- [9] Allende A, Lacroix L, Devlieghere F, et al. Microbial and sensory quality of fresh processed lettuce salad under high O₂ atmosphere throughout the distribution chain [J]. Acta Hort, 2003, 600: 629-635.
- [10] Amanatidou A, Slump R A, Gorris L G M, et al. High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf-life extension of minimally processed carrots [J]. J Food Sci, 2000, 65: 61-66.
- [11] Jaccsens L, Devlieghere F, Vander Steen, et al. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on microbial growth and sensorial quality of fresh-cut produce [J]. Int J Food Microbiol, 2001, 71: 197-210.
- [12] 陈学红, 郑永华, 杨震峰, 等. 高氧处理对草莓采后腐烂和品质的影响 [J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 200-202.
- [13] Perez AG, Sanz C. Effect of high-oxygen and high-carbon-dioxide atmospheres on strawberry flavor and other quality traits [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49: 2370-2375.
- [14] Jaccsens L, Devlieghere F, Vander Steen, et al. Application of ethylene adsorbers in combination with high oxygen atmospheres for the storage of strawberries and raspberries [J]. Acta Hort, 2003, 600: 311-318.
- [15] Zheng YH, Wang CY, Wang SY, et al. Effect of high-oxygen atmospheres on blueberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51: 7162-7169.
- [16] Zobel CE, Hittle LL. Some effects of hyperbaric oxygenation on bacteria at increased hydrostatic pressures [J]. Can J Microbiol, 1967, 13: 1311-1319.
- [17] Fridovich I. Biological effects of the superoxide radical [J]. Arch Biochem Biophys, 1986, 247: 1-11.
- [18] Haugaard N. Cellular mechanisms of oxygen toxicity [J]. Physiol Rev, 1968, 48: 311-373.