陈守江,王海鸥,扶庆权,等. 不同剂量 SO_2 缓释剂对蓝莓果实抑菌、漂白及残留量的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):174 – 177.
doi:10.15889/j. issn. 1002 – 1302. 2018. 14. 042

不同剂量 SO_2 缓释剂对蓝莓果实抑菌、漂白及残留量的影响

陈守江, 王海鸥, 扶庆权, 王蓉蓉
(南京晓庄学院食品科学学院,江苏南京 211171)

摘要:以南高丛蓝莓果实为材料,以不同剂量的 SO_2 缓释保鲜剂(用量分别为新鲜蓝莓质量的 0.125%、0.250%、0.375%、0.500%)对果实进行处理,研究其对蓝莓果实腐烂率、漂白率、感官品质及 SO_2 残留量等的影响。结果表明,SO_2 剂量越大,抑菌效果越好,腐烂率越低,但容易造成果实脱色漂白现象加重及 SO_2 残留量增加,其中 0.375%、0.500% 剂量的处理组果实有明显的脱色漂白现象;而当 SO_2 缓释保鲜剂用量为蓝莓质量的 0.250% 时,能获得较好的保鲜效果,果实腐烂率和漂白率均较低,如果在贮藏的中途(贮藏 30 d)更换新的保鲜剂其保鲜效果更好,且在保鲜结束时果实的 SO_2 残留量小于 10 mg/kg,符合食品安全标准。

关键词:蓝莓;SO_2 缓释保鲜剂;抑菌;漂白;残留量
中图分类号: TS255.3　　**文献标志码:** A　　**文章编号:**1002 – 1302(2018)14 – 0174 – 03

蓝莓(*Vaccinium corymbosum* L.)果实为浅蓝色至深蓝色小浆果,成熟果实表面着 1 层白色的果粉,外观诱人、肉质细腻、酸甜适宜,具有香爽宜人的独特风味。由于蓝莓具有抗癌、延缓衰老以及减少心血管疾病等功效而受到消费者的青睐[1]。也正是由于人们对保健功能越来越高的要求促进了蓝莓在世界范围内的广泛种植[2]。近年来,我国蓝莓产业同样也得到了快速发展,产量呈逐年上升趋势,我国目前的蓝莓消费以鲜果销售为主[3],但蓝莓果实在常温下不耐储存,易腐烂变质,极大地影响了蓝莓的运输与销售。蓝莓果实保鲜技术成为制约蓝莓产业发展的关键因素之一[4],因此,研究探索蓝莓贮藏保鲜新技术对促进蓝莓产业的发展具有重要意义。

引起蓝莓采后品质下降的主要原因有失水、软化和腐烂,而葡萄孢属真菌引起的灰霉病是导致冷藏期间蓝莓腐烂的主要原因[5]。SO_2 被广泛用于葡萄采后贮藏期间灰霉病的防治[6],虽然国外有文献报道 SO_2 处理在蓝莓保鲜中的应用也有一定的效果[5,7],但国内关于 SO_2 缓释保鲜剂在蓝莓上的使用研究较少。因此,本试验的主要目的是研究 SO_2 缓释保鲜剂对抑制蓝莓采后贮藏期间霉变腐烂的应用效果及其对蓝莓贮藏品质的影响。

由于 SO_2 在食品中的使用会导致产品 SO_2 残留,可能对人体健康造成危害,因此,人们一直在努力寻找一种天然的无残留的 SO_2 替代品,但就葡萄保鲜而言,到目前为止,仍没有综合性能超越 SO_2 的防腐保鲜剂[8]。在我国最新发布的《食品安全国家标准食品添加剂使用标准》(GB 2760—2014)中,规定了各类食品 SO_2 的残留限量,其中,经表面硫处理的新鲜水果的 SO_2 残留限量为 0.05 g/kg。据王世军对多年葡萄保鲜实测数据的了解,使用 SO_2 保鲜葡萄时,果实的 SO_2 残留量均在 0.01 g/kg 以下,不仅符合我国的新鲜水果的 SO_2 残留限量要求,而且也符合美国 FDA 标准规定的限量(0.01 g/kg)[9]。所以,在葡萄采后贮运保鲜过程中,只要按相关标准或规程使用 SO_2 类葡萄保鲜剂,就无需担心食品安全性问题。

本试验采用不同剂型的 SO_2 缓释保鲜剂对蓝莓进行处理,试图达到既保持蓝莓果实的贮藏品质、预防腐烂,又使保鲜后的蓝莓 SO_2 残留符合限量要求,以期为 SO_2 缓释保鲜剂在蓝莓保鲜中的应用提供理论依据和实践指导。

1　材料与方法

1.1　试验材料及处理

供试南高丛蓝莓于 2016 年 6 月 15 日采于南京市溧水区。选取大小均匀、无机械损伤、无病虫害、果粉完整、成熟度一致的果实作为试验材料。果实采收完毕立即运至保鲜库于(0 ± 0.5)℃下预冷 12 h 后用小塑料筐盛装,每筐 1 kg 左右,外罩 0.02 mm 厚 PE 保鲜袋并扎口密封,之后再置于(0 ± 0.5)℃下冷库贮藏。

SO_2 缓释保鲜剂是以焦亚硫酸钠为主剂,笔者所在实验室自制。按 1.25、2.50、3.75、5.00 g/kg 原料(即 0.125%、0.250%、0.375%、0.500%)的量分装于 2 个透气的无纺布小袋,并在蓝莓保鲜袋扎口密封前放置于小塑料筐对角线的两角。以不加 SO_2 缓释保鲜剂为对照,每处理 6 筐,其中贮藏 30 d 时将每个处理组的 1/2 蓝莓(3 筐)重新更换 SO_2 缓释保鲜剂后继续密封冷藏,并全部于贮藏 60 d 后结束保鲜试验。所有样品于贮藏后的 30 d 和 60 d 时开袋检查蓝莓保鲜效果,每处理重复 3 次。

收稿日期:2017 – 01 – 21
基金项目:南京晓庄学院资助课题(编号:RC201201)。
作者简介:陈守江(1969—),男,安徽滁州人,博士,教授,主要从事农产品贮藏保鲜与深加工研究。E – mail:c – shoujiang@163.com。

1.2　测定指标及方法

蓝莓感官评分:参照陈梦玉等的方法[10],采用 5 分制,从色泽形态可接受性、香气以及质地和滋味等方面进行评价(表 1)。5 分为很好,4 分为好,3 分为可接受,2 分为差,1 分为很差。根据色泽形态可接受性 40%、质地及滋味各 20%、香气 20% 权重进行总评。

腐烂率 = 腐烂果数/总果数 ×100%;

果实漂白率 = 漂白变色或脱色果实数/总果数 ×100%。

表 1　蓝莓的感官评价指标

测评项目	评价指标
色泽形态可接受性	果实完好紧实饱满,色泽均匀,有光泽果粉完好,无腐烂萎蔫,可接受
香气	开盒后,具有蓝莓特有的果香味
质地及滋味	新鲜,有脆性,有蓝莓特有的香甜味

SO_2 残留量测量:采用国标蒸馏 - 碘量法,参照 GB/T 5009.34—2003《食品中亚硫酸盐的检测方法》处理样品并计算含量[11]。

1.3　数据分析

使用 SPSS 16.0 软件对数据进行方差分析。

2　结果与分析

2.1　不同剂量 SO_2 处理对蓝莓果实腐烂率的影响

SO_2 广泛用于葡萄[6,12]、无花果[13]、荔枝[14]等果实的保鲜中,主要起着抑制霉菌生长的作用。本试验研究发现,SO_2 对蓝莓果实保鲜过程中发生的霉菌生长繁殖同样有着良好的抑制作用(图 1),不同剂量的 SO_2 均表现出一定的抑菌作用,且随着浓度的提高,其抑菌作用越强,腐烂率越低,这与杨相政等利用 SO_2 处理红地球葡萄的防腐效果[15]是一致的。贮藏 30 d 时,除了对照组腐烂率达到 4.1% 外,其他处理组均在 3% 以下。贮藏 60 d 时,对照组腐烂率上升到了 11.8%,SO_2 处理组除了低剂量组(0.125%)的腐烂率达到 6.3% 外,其余剂量 SO_2 处理组的腐烂率均低于 5%。研究结果与 Cantín 等利用 SO_2 熏蒸结合高 CO_2 对蓝莓处理能够起到抑制霉菌生长、减少蓝莓果实腐烂的结果[7]是一致的。

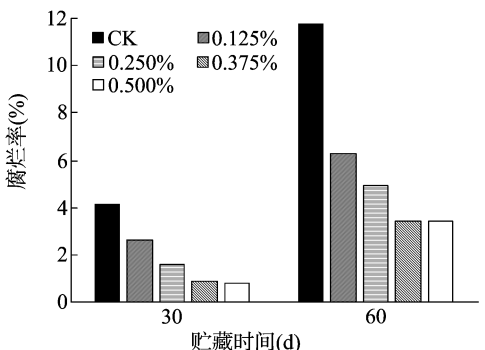


图1　不同剂量 SO_2 处理对蓝莓果实腐烂率的影响

2.2　不同剂量 SO_2 处理对蓝莓果实漂白率的影响

虽然 SO_2 使用剂量越大,抑菌防腐作用越强,但剂量过高时容易引起果实漂白褪色和 SO_2 残留超标[16]。由图 2 可以看出,对照组果实有明显的霉菌生长现象,低剂量 SO_2 处理的蓝莓颜色保持较好,剂量过高则引起了明显的蓝莓果实漂白伤害现象,即出现可见的蓝色外表褪色或变红现象,且这种现象随着 SO_2 浓度的提高及时间的延长而加重(图 3),贮藏 30 d 时,低剂量 SO_2 处理(0.125%)的未见漂白现象,剂量 0.250% 处理组只见少量漂白现象(漂白率 3.6%),高剂量 SO_2 处理组的漂白率超过了 7%,其中 SO_2 剂量 0.500% 处理组的漂白率达到了 13%。贮藏 60 d 时的漂白率均比 30 d 时高,但 SO_2 剂量 0.125%、0.250% 的漂白率仍低于 5%,而 SO_2 剂量 0.375% 和 0.500% 的漂白率则超过了 11%。

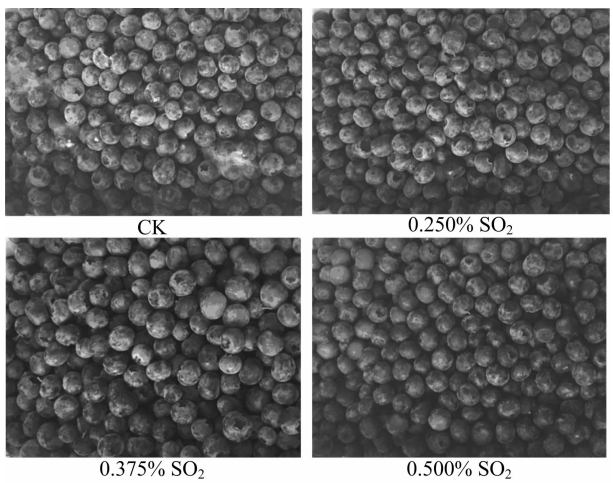


图2　贮藏 60 d 后不同剂量 SO_2 处理导致蓝莓果实漂白的症状

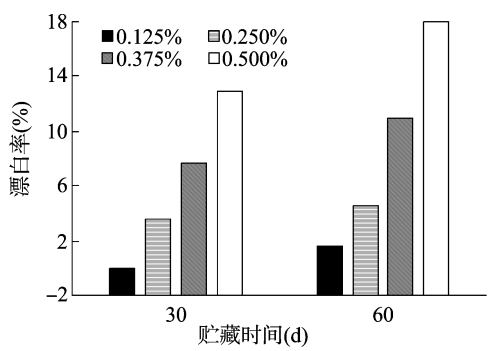


图3　不同剂量 SO_2 处理对蓝莓果实漂白率的影响

2.3　不同剂量 SO_2 处理对蓝莓果实 SO_2 残留量的影响

果实中 SO_2 残留量的多少与果实的种类以及 SO_2 的使用剂量有关。对不同的果蔬品种而言,由于不同品种表皮结构不一样,吸收 SO_2 的能力也不一样[17]。SO_2 浓度越高,SO_2 释放量越大,果实吸收的 SO_2 就越多,导致残留量也越高[18]。

由图 4 可知,不同剂量 SO_2 处理的蓝莓果实 SO_2 残留量不同,在同一抽样时间里,SO_2 使用剂量越高的果实,SO_2 残留量越高,在贮藏 30 d 时,2 个高剂量处理组的果实 SO_2 残留量均超过了 10 mg/kg,而中、低剂量处理的 SO_2 残留量均低于 10 mg/kg。随着时间的延长,在贮藏 60 d 时,各组果实的 SO_2 残留量均比 30 d 时有所下降,均降至 10 mg/kg 以下,不仅符合我国国家标准规定 SO_2 残留在保鲜水果中的允许值为 ≤50 mg/kg 的标准要求,而且也同时符合美国 FDA 标准规定

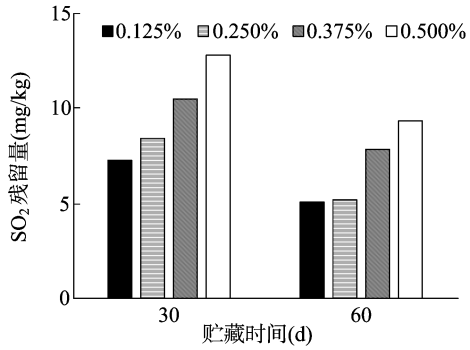


图4　不同剂量 SO_2 处理对蓝莓果实 SO_2 残留量的影响

的限量(10 mg/kg)要求。

2.4　SO_2 重复处理对蓝莓果实腐烂率、漂白率和 SO_2 残留量的影响

由于 0.375%、0.500% SO_2 处理量导致较高的漂白率，所以在选择重复处理时就没有再考虑选择高浓度的处理组，只对中低浓度的处理组进行了 SO_2 重复处理试验。

由表 2 可以看出，SO_2 重复处理能显著抑制蓝莓腐烂，并且高浓度的 SO_2(0.250%)防腐效果明显(腐烂率为 3.3%)，显著低于单次 SO_2 处理的腐烂率($P<0.05$)。2 种浓度的 SO_2 重复处理均轻微加重了果实的漂白程度，但并没有显著差异。0.250% SO_2 重复处理果实的漂白率虽然达到 4.8%，但对果实的总体感官品质没有太大影响，反而是由于腐烂以及软化等影响较大，因此，SO_2 重复处理的蓝莓果实感官显著高于其他处理组($P<0.05$)。经对果实 SO_2 残留量检测，在保鲜结束时 SO_2 重复处理组的果实 SO_2 残留量均低于 10 mg/kg，符合食品安全标准要求。

表 2　不同 SO_2 处理对贮藏 60 d 蓝莓果实品质的影响

处理	腐烂率(%)	漂白率(%)	感官得分(1～5 分)	SO_2 残留量(mg/kg)
CK	11.8±0.4a	—	2.4±0.1d	—
0.125%	6.3±0.2b	1.6±0.2b	3.0±0.1c	5.1±0.1c
0.125% ×2	5.5±0.2b	1.9±0.2b	3.3±0.2b	7.6±0.2b
0.250%	4.9±0.2c	4.5±0.2a	3.2±0.1b	5.2±0.2c
0.250% ×2	3.3±0.3d	4.8±0.1a	3.6±0.2a	8.9±0.3a

注：同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

3　讨论与结论

在葡萄保鲜中，SO_2 作为目前不可替代的保鲜剂，兼具防腐、钝化氧化酶活性、抗氧化、抑制呼吸、抑制代谢等多重功能，但使用剂量必须适当。剂量过小，达不到抑制霉烂的作用，但剂量过大，极易造成果粒漂白，且残留量过高对人体有害。王凤超认为 SO_2 对葡萄的漂白和残留问题，是目前冷藏结合杀菌剂须重点突破的问题，可以说解决好这 2 个问题，便解决了葡萄贮藏的关键[19]。为了解决这个难题，很多学者进行了很多研究，如有研究表明，采用低浓度且具有较长释放效应的 SO_2 处理方式优于高浓度短时处理[20-21]。赵猛等采用了 SO_2 两段释放处理的方法处理葡萄，起到了既降低 SO_2 伤害及残留，又保证了葡萄的食用安全性和商品价值的作用[22]。

从本研究结果也可以看出，低浓度多次加药的方法明显优于高浓度或单次给药，既达到抑菌防腐的作用，又达到了降低 SO_2 残留量的效果。

通过不同剂量的 SO_2 缓释保鲜剂在蓝莓果实保鲜中的应用研究，结果表明，蓝莓保鲜最佳的 SO_2 缓释保鲜剂用量是 0.250%(以新鲜蓝莓原料质量计)，不仅具有良好的抑菌效果，同时漂白率低、SO_2 残留量低。但在使用时必须注意 SO_2 缓释保鲜剂最好采用多包装分散分布放置于包装袋内，从而避免靠近杀菌剂附近的果实漂白。由于 SO_2 缓释保鲜剂具有一定的释放周期，后期防腐作用逐渐减弱，病菌会重新生长繁殖导致产品腐烂，因此，对于长期保鲜来说，需要定期更换 SO_2 缓释保鲜剂。本试验仅对 SO_2 的防腐、漂白以及残留量进行了研究，在试验过程中发现，影响蓝莓保鲜品质的另一个重要原因是果实的软化，这需要今后进一步研究。

参考文献：

[1] Mehra L K, Maclean D D, Shewfelt R L, et al. Effect of postharvest biofumigation on fungal decay, sensory quality, and antioxidant levels of blueberry fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 85: 109－115.

[2] Faria A, Oliveira J, Neves P, et al. Antioxidant properties of prepared blueberry (*Vaccinium myrtillus*) extracts[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(17): 6896－6902.

[3] 张　平，李江阔，张　鹏，等. 蓝莓塑料箱式气调保鲜技术研究[J]. 保鲜与加工，2010，10(3)：9－11.

[4] 宋洪文，周　鑫. 蓝莓蜡膜保鲜对比试验研究[J]. 现代园艺，2016(2)：10－11.

[5] Rodriguez J, Zoffoli J P. Effect of sulfur dioxide and modified atmosphere packaging on blueberry postharvest quality [J]. Postharvest Biology and Technology, 2016, 117: 230－238.

[6] Palou L, Serrano M, Martinez－Romero D, et al. New approaches for postharvest quality retention of table grapes[J]. Fresh Produce, 2010, 4(1): 103－110.

[7] Cantin C M, Minas I S, Goulas V, et al. Sulfur dioxide fumigation alone or in combination with CO_2－enriched atmosphere extends the market Life of highbush blueberry fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 67(7): 84－91.

[8] 韩　洁，陈存坤，王文生，等. 保鲜剂不同组合对袋内 SO_2 积累及葡萄保鲜质量的影响[J]. 食品科学，2015，36(24)：319－325.

[9] 王世军. 二氧化硫类防腐杀菌剂在葡萄保鲜中的应用[J]. 保鲜与加工，2015，15(2)：1－6.

[10] 陈梦玉，林　平，程转红，等. ^{60}Co－γ 辐照技术在蓝莓贮藏保鲜上的应用[J]. 西南农业学报，2014，27(1)：285－290.

[11] 中华人民共和国卫生部. 食品中亚硫酸盐的测定：GB/T 5009.34—2003[S]. 北京：中国标准出版社，2006.

[12] Franck J, Latorre B A, Torres R, et al. The effect of preharvest fungicide and postharvest sulfur dioxide use on postharvest decay of table grapes caused by *Penicillium expansum* [J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 37(1): 20－30.

[13] Cantin C M, Palou L, Bremer V, et al. Evaluation of the use of sulfur dioxide to reduce postharvest losses on dark and green figs[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 59(2): 150－158.

[14] Dharini S, LeonAT, Lise K. An overview on litchi fruit quality and alternative postharvest treatments to replace sulfur dioxide fumigation [J]. Food Reviews International, 2010, 26(2): 162－188.

路志芳,陈现臣,袁　超,等. 壳聚糖涂膜对鲜黄瓜的保鲜作用[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):177 – 180.
doi:10.15889/j.issn.1002 – 1302.2018.14.043

壳聚糖涂膜对鲜黄瓜的保鲜作用

路志芳, 陈现臣, 袁　超, 史鹏雁
(安阳工学院生物与食品学院,河南安阳 455000)

摘要:用 4 种不同浓度(0.5%、1.0%、1.5%、2.0%)的壳聚糖对鲜黄瓜进行涂膜处理,再于 4、25 ℃环境贮藏,分别每隔 3 d 测定贮藏期间失质量率及维生素 C、叶绿素、可溶性糖含量等理化指标并结合感官评价评定壳聚糖涂膜的保鲜效果。结果表明,1.0%壳聚糖保鲜效果最好,4 ℃贮藏 12 d 时,1.0%壳聚糖失质量率、维生素 C 含量、叶绿素含量、可溶性糖含量依次为 21.2%、109.7 mg/100 g、0.211 mg/g、1.33%;25 ℃贮藏环境下,1.0%壳聚糖失质量率、维生素 C 含量、叶绿素含量、可溶性糖含量依次为 14.2%、104.3 mg/100 g、0.187 mg/g、1.21%。可见 4 ℃贮藏环境比 25 ℃ 贮藏环境保鲜效果更好,感官评分在 8 分以上,能较好维持黄瓜的外观品质和口感。

关键词:壳聚糖;涂膜;黄瓜;维生素 C;叶绿素;可溶性糖;保鲜;感官评分
中图分类号: TS255.3　　**文献标志码:** A　　**文章编号:**1002 – 1302(2018)14 – 0177 – 04

黄瓜肉质脆嫩、汁多,含水量为 98%,富含蛋白质、糖类、维生素 B_2、维生素 C、维生素 E、胡萝卜素、尼克酸、钙、磷、铁等营养成分[1]。现代药理学研究认为,鲜黄瓜中含有一种叫丙二酸的物质,它有抑制糖类转化为脂肪的作用[2],被称为“减肥美容的佳品”。鲜黄瓜因其本身的生物学特性,在加工及贮藏过程中很容易发生褐变,从而降低食用价值,缩短货架期。环保型涂膜保鲜技术是目前研究的热点,壳聚糖是一种优良膜材料,是甲壳素的 *N* – 脱乙酰基的产物,别称聚氨基葡萄糖、可溶性甲壳素、几丁聚糖、壳寡糖、甲壳胺等,来源丰富,安全、无毒无味,是可被生物降解的天然生物多糖[3-4],具有良好的成膜性、通透性、抑菌性等优良特性[5]。

本研究以鲜黄瓜为试验材料,选用壳聚糖保鲜液进行浸泡涂膜处理,测定贮藏过程中各项生理生化指标,研究其对黄瓜的保鲜效果,并初步探究其护绿机理。

1　材料与方法

1.1　材料与仪器

市售新鲜黄瓜。氢氧化钠、酚酞、石英砂、碳酸钙、95% 乙醇、2,6 – 二氯靛酚、10% 盐酸溶液、偏磷酸醋酸溶液、标准抗坏血酸溶液、蒽酮溶液、壳聚糖,均为分析纯。

7220N 分光光度计,河南师德进出口公司;LRH – 250 组织捣碎机,北京中科科尔仪器有限公司;PE20 酸度计,河南师德进出口公司;SW – CJ – 1FD 超净工作台,上海苏净实业有限公司;5424 型冷冻高速离心机,德国艾本德股份公司。

1.2　试验样品制备

称取适量的壳聚糖溶于 1% 乙酸水溶液中,分别制得浓度为 0.5%、1.0%、1.5%、2.0% 的溶液,过滤得到澄清胶状溶液,室温下存放,备用[6];共设置 5 个处理组,1 个对照组,各作 3 个重复,每种浓度处理时间均为 30 s,将鲜黄瓜分别置于 25、4 ℃下储藏,放置 0、3、6、9、12 d 进行相关指标测定。

工艺流程如下:黄瓜清洗沥干后涂膜、冷风干燥 30 min 后装盘,外裹保鲜膜封严,分组标号(标出浓度)后冷藏。

1.3　测定指标与方法

将未处理的对照组和壳聚糖涂膜处理的黄瓜分别放置在 25、4 ℃ 2 种环境中 0、3、6、9、12 d,分别测定比较以下指标在冷藏 12 d 内的变化。

1.3.1　失质量率的测定　用称质量法[7],具体计算公式如下:

$$\text{失质量率} = \frac{m_0 - m_t}{m_0} \times 100\%。$$

收稿日期:2017 – 05 – 10
基金项目:国家自然科学基金(编号:31571881);河南省重点科技攻关(编号:112102110001)。
作者简介:路志芳(1976—),女,河南林州人,实验师,主要从事食品资源开发与利用研究。E – mail:erzhigao@sina.com。

[15]杨相政,王保银,李喜宏,等. SO_2 间歇熏蒸对红地球葡萄贮藏品质的影响[J]. 中国果树,2014(1):25 – 28.
[16]彭新媛,王刚霞,高　晶,等. 双组分 SO_2 – ClO_2 对无核白葡萄采后品质和 SO_2 残留量的影响[J]. 食品科技,2014,39(2):54 – 59.
[17]余以刚,黄　伟,刘志坚,等. 熏硫处理荔枝贮藏过程中二氧化硫残留研究[J]. 食品科学,2004,25(11):311 – 313.
[18]李文生,王宝刚,杨军军,等. 不同剂型二氧化硫对葡萄贮藏效果的影响[J]. 食品科技,2013(3):40 – 42.
[19]王凤超. 二氧化硫处理对鲜食葡萄贮藏病害及生理的影响[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
[20]葛毅强,刘　波,叶　强,等. SO_2 对灰霉葡萄孢和交链孢的抑制作用[J]. 植物保护学报,1998,25(1):79 – 84.
[21]周　江,魏　佳,张　辉,等. 二氧化硫(SO_2)间歇熏蒸对红地球葡萄贮藏品质的影响[J]. 食品科技,2015,40(12):295 – 299.
[22]赵　猛,王春生,李建华,等. SO_2 两段释放处理对红提葡萄贮藏品质的影响[J]. 果树学报,2011,28(4):685 – 688.