

高二氧化碳气体包装处理对葡萄果实贮藏品质的影响

朱志强, 李丽秀, 张 平, 李志文

(国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384)

摘 要:以“巨峰”葡萄为试材,研究了冰温条件下高 CO_2 气体包装处理(10%和 15%)对贮藏期间葡萄果实感官品质、质构和营养成分等指标的影响。结果表明:在冰温贮藏条件下,贮藏 50 d 内,高 CO_2 气体处理有效抑制了葡萄果实失重率、脱粒率和霉烂率的增加,能够起到护梗保绿的作用,好果率 $\geq 96.4\%$,脱粒率 $\leq 0.53\%$,霉烂率为 0;较好地保持了葡萄果肉硬度、凝聚性、弹性和咀嚼性,其中 CK 处理硬度值下降了 26.9%,而 10%和 15%分别下降 17.0%和 21.6%;抑制了葡萄果实的可溶性固形物、可滴定酸和抗坏血酸含量的降低,其中 CK、10%和 15%的可溶性固形物含量分别下降了 9.7%、7.9%和 7.0%,可滴定酸含量分别下降了 22.6%、12.8%和 7.2%,抗坏血酸含量分别下降了 20.8%、17.2%和 10.6%;能较好地保持葡萄贮藏期间的营养成分、感官和风味品质状态。综合评价贮藏效果 10% $>$ 15% $>$ CK,试验结果为葡萄果实无硫短期贮运保鲜研究提供了基础。

关键词:葡萄;高二氧化碳(CO_2)包装处理;果实品质

中图分类号:S 663.109⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)13-0159-04

葡萄是我国近年来栽培速度最快的果树品种之一,截至 2009 年底,我国葡萄栽培总面积为 49.34 万 hm^2 ,总产量为 794.06 万 t,平均单产为 16.09 t/ hm^2 ^[1],其中约 80%为鲜食葡萄。葡萄果实由于其果肉组织鲜嫩多汁,含有丰富的营养物质,贮藏过程中易受真菌感染而引起霉烂变质,极大降低了果实品质及商品性。目前葡萄的贮运保鲜方式主要为微型冷库+保鲜膜+ SO_2 保鲜剂的方式,贮藏保鲜企业或用户常常由于对葡萄田间管理情况、采收品质情况以及贮运各环节等情况掌握不全面,在贮运物流过程中腐烂或 SO_2 保鲜剂伤害的现象时有发生。同时,随着食品安全概念和追求高品质果实消费理念的提高,对葡萄果实中 SO_2 残留量倍受关注,所以,进行葡萄果实的无硫保鲜以及配套贮运保鲜技术的研究已成为重要的研究方向,开发出葡萄果实安全、无硫残留的贮运保鲜技术显得非常重要。

果蔬贮藏过程中,气体包装贮藏与温度协同效应是影响果蔬采后长期贮藏保鲜的重要因素。适宜控制贮藏环境中的温度和气体成分浓度能够有效保持果蔬的生鲜品质,较好地延长果蔬的保鲜期^[2]。气调包装贮藏

是目前部分水果贮藏的重要方式之一,苹果、梨、猕猴桃、桃、冬枣等多种果蔬已成功地采用气调包装贮藏进行了商业化生产,并且得到了广泛的推广应用,为企业获得了可观的效益。关文强^[3]、赵彦莉^[4]、吴颖^[5]等以不同品种的葡萄为试材进行了不同气体成分贮藏研究,但未结合葡萄的保鲜包装方式进行深入的研究,以便确立适合生产的保鲜包装与配套技术。

葡萄果实中的可溶性固形物(TSS)、可滴定酸(TA)和抗坏血酸(维生素 C)含量能够很好地反映葡萄采后的生理代谢变化情况,从而可得到葡萄贮藏期间果实品质的变化状况。质构是葡萄的重要属性之一,与葡萄的食用品质密切相关,是葡萄贮藏性与贮藏效果的重要指标。在葡萄贮藏过程中,通常将硬度、弹性、凝聚性和咀嚼作为果蔬质构参数来分析葡萄的贮藏效果与食用品质。果实硬度反映的是葡萄果肉在外力作用下发生形变所需要的屈服力大小,反映果肉组织细胞间结合力的大小;果实弹性反映了葡萄果肉经第一次压缩变形后,在去除变形力的条件下所能恢复的程度;凝聚性反映人咀嚼葡萄果肉时,果肉抵抗牙齿咀嚼破坏而表现出的内部结合力;咀嚼性是模拟牙齿将固体样品咀嚼成吞咽稳定状态时所需要的能量,其综合反映果肉在牙齿咀嚼过程中对外力的持续抵抗作用,通过对葡萄质构的测试分析,可反映出贮藏期间果肉质地组织的软化变化现象,进而对果实的品质变化进行评价。

该研究以“巨峰”葡萄为试材、以保鲜箱为主要包装

第一作者简介:朱志强(1978-),男,硕士,助理研究员,现从事农产品保鲜技术研究工作。E-mail:zhzql11@163.com.

基金项目:国家葡萄产业技术体系建设资助项目(CARS-30-jg-02);国家农业科技成果转化资金资助项目(2011GB2A100008)。

收稿日期:2012-04-26

箱,包装内初始充入适当比例的气体,进行葡萄的高 CO_2 气体处理试验研究,通过对葡萄果实感官品质、营养物质和果实质构相关指标进行分析,旨在研究冰温贮藏条件下,利用葡萄包装箱贮藏葡萄果实,比较不同高 CO_2 气体处理的贮藏保鲜效果,为研究出适合葡萄安全、无硫残留的贮藏保鲜方法提供研究基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“巨峰”葡萄,于2010年9月30日购自天津市红旗农贸批发市场(采摘于天津市武清区灰锅口村),当天运回国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)实验冷库进行预冷处理。

气调保鲜箱(盒):自行设计,采用不透气的上盖下底结构的塑料箱(盒),容积20 L,接合部位采用胶条密封,并采用合页进行锁扣,锁合后包装箱合内为全密封状态。

仪器与设备:BW-120 冰温保鲜库(国家农产品保鲜工程技术研究中心提供);TA.XT.Plus 物性测试仪(英国 Stable Micro System 公司);PAL-1 便携式手持折光仪(日本 ATAGO 爱宕公司);气体成分测定仪(丹麦 Check Point)。

1.2 试验方法

选取无病害、无霉变、无机械损伤的“巨峰”葡萄果穗于 0°C 普通冷库中进行预冷处理,充分预冷24 h后,整齐装入自行设计的气调保鲜箱(盒)中,葡萄果穗2.5 kg/箱,封闭后,分别充入 CO_2 气体,使保鲜箱内 CO_2 气体达到 $(10\pm 1)\%$ 和 $(15\pm 1)\%$ (采用气体测定仪测定),分别设为10%处理和15%处理,以不充入 CO_2 气体为CK处理。每处理9次重复,共27箱。分别在15、30和50 d时进行调查并做相关指标测定。

1.3 项目测定

1.3.1 可溶性固形物含量(TSS) 采用 PAL-1 便携式手持折光仪测定。每次取不同果穗上的果粒共3~4粒挤压出葡萄汁,纱布过滤后测试,重复测定20次,取平均值为试验结果。

1.3.2 可滴定酸含量(TA) 采用酸碱中和滴定法^[5]测定。

1.3.3 维生素C含量 采用碘量法测定。

1.3.4 果实质构分析 将“巨峰”葡萄小心去皮(尽量避免把果肉掀起)后,置于质构仪测试平板上,采用P/75探头进行TPA测试。参数为:测前速度(Pre-test Speed)1 mm/s,测试速度(Test Speed)1 mm/s,测后上行速度(Post-test Speed)1 mm/s,葡萄果肉受压变形为30%,2次压缩停顿时间为5 s,触发力为5 g。由质构特征曲线得到葡萄贮藏期间果肉状况变化的质构参数:硬度、弹性、凝聚性、咀嚼性。取不同果穗上果粒测试,每处理的

葡萄果实重复15次,取平均值为结果^[6]。

1.3.5 脱粒率、霉烂率、好果率和失重率 采用称重法测定葡萄贮藏期间果实的脱粒率、霉烂率、好果率和失重率。脱粒率=脱粒果重 $\times 100\%$ /总果重;霉烂率=霉烂果重 $\times 100\%$ /总果重;好果率=好果重 $\times 100\%$ /总果重;失重率=(贮藏前果重-贮藏后果重) $\times 100\%$ /贮藏前果重。

1.3.6 感官评价 按 Kader 等^[7]的方法,葡萄的风味、外观由品评组人员打分,分为9个等级。1分:极差;3分:差;5分:可接受(是具有商品性的最低标准);7分:好;9分:非常好。

1.3.7 果梗褐变指数 果梗褐变指数= Σ (各级串数 \times 级数) $\times 100\%$ /(总串数 \times 最高级数)。

表1 葡萄果梗褐变级别评价依据

褐变级别	果梗褐变情况
0	果梗、穗轴部位均没有褐变
1	果梗或穗轴部位出现褐变现象,但面积不超过总面积的1/4
2	果梗或穗轴部位出现褐变现象,且面积占总面积的1/4~1/2
3	果梗或穗轴部位出现褐变现象,且面积占总面积的1/2~3/4
4	果梗和穗轴部位褐变面积超过3/4或全部褐变

1.4 数据处理

采用 Excel 2003 软件处理,数据的差异显著性分析使用 SPSS 11.5 软件处理。

2 结果与分析

2.1 高 CO_2 气体处理对“巨峰”葡萄感官品质的影响

由表2可知,“巨峰”葡萄在冰温贮藏期间,不同处理都未出现明显失重现象,贮藏至50 d时,各处理才出现轻微的失重,失重率 $\leq 0.10\%$,处理间无显著性差异

表2 高 CO_2 气体处理对“巨峰”葡萄感官品质的影响

Table 2 Effect of sensory appearance of 'Kyoho' grape of high CO_2 treatment							
处理 Treatments	贮藏时间 Storage time/d	失重率 Weight loss ratio/%	脱粒率 Threshing rate/%	霉烂率 Mildew rate/%	好果率 Rate of intact fruit/%	风味 Flavour (1~9)	外观 Appearance (1~9)
10% CO_2	0	0 b	0 d	0 c	100 a	9.0 a	9.0 a
	15	0 b	0 d	0 c	100 a	8.8 b	9.0 a
	30	0 b	0 d	0 c	100 a	8.6 c	8.8 b
	50	0.09 a	0.26 c	0 c	97.4 b	8.0 e	8.5 c
15% CO_2	15	0 b	0 d	0 c	100 a	8.6 c	9.0 a
	30	0 b	0 d	0 c	100 a	8.3 d	8.8 b
	50	0.10 a	0.53 b	0 c	96.4 c	7.9 e	8.2 d
CK	15	0 b	0 d	0 c	100 a	9.0 a	8.6 c
	30	0 b	0.62 b	0.28 b	99.1 a	8.9 ab	8.3 d
	50	0.10 a	1.30 a	2.30 a	94.7 d	8.2 d	6.8 e

注:同列不同小写字母表示处理间有显著性差异($P < 0.05$)。下同。

Note: The difference lowercase means significant difference at $P < 0.05$. The same below.

($P<0.05$)。与 CK 相比,贮藏 50 d 内,10%和 15% CO_2 处理的好果率均 $>95\%$,CK 处理在 50 d 时,由于脱粒与霉烂现象的增加,好果率有所下降 $<95\%$,并与其它处理呈显著性差异($P<0.05$),可见,高 CO_2 气体处理能明显起到抑霉的作用。从外观情况看来,10%、15% CO_2 气体处理和 CK 处理(前 30 d 内)保持较好,但随着贮藏期的延长,各处理葡萄果穗外观变化差异显著,CK 处理外观最差(50 d)。从风味情况看来,10%、15% CO_2 气体处理对“巨峰”风味有一定的影响,随着贮藏期的延长,CK $>10\%\text{CO}_2>15\%\text{CO}_2$,尤其 15% CO_2 处理贮藏 50 d 时,品尝时有明显的酸味,与其它处理差异显著($P<0.05$)。与 CK 相比,10%和 15% CO_2 气体处理明显抑制了葡萄果实脱粒、霉烂现象的发生,较好地保持了葡萄果实风味和外观,使果实保持较高的好果率,但风味保持较差。

由表 3 可知,与 CK 相比,“巨峰”葡萄在冰温贮藏期间,10%、15% CO_2 气体处理有效地防止了葡萄果梗褐变现象的发生,更有助于保持果梗的鲜绿色,30 d 时,CK 处理果梗褐变指数 0.41,与 10%和 15%处理呈显著性差异($P<0.05$),50 d 时,各处理褐变指数分别为 0.25、0.36 和 0.73,分别呈显著性差异($P<0.05$)。可见,冰温贮藏条件下,10%和 15% CO_2 气体处理能够起到护梗保绿的作用,有助于保持葡萄贮藏期间果实的固有品质状态,但随着 CO_2 气体浓度的增加,褐变现象也有所增加。

表 3 高 CO_2 气体处理对“巨峰”葡萄果梗褐变的影响

Table 3 Effect of browning index of grape stem in the high CO_2 treatment

处理	果梗褐变指数 Browning index			
Treatment	0 d	15 d	30 d	50 d
10% CO_2	0	0.19b	0.21b	0.25c
15% CO_2	0	0.20b	0.25b	0.36b
CK	0	0.24a	0.41a	0.73a

2.2 高 CO_2 气体处理对“巨峰”葡萄果实营养成分的影响

由图 1 可知,在冰温贮藏条件下,各处理葡萄果实可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量均呈下降趋势。贮藏 30 d 时,各处理的可溶性固形物含量下降趋势较大,CK、10%和 15%处理的可溶性固形物含量由贮前的 18.53%分别下降为 17.38%、17.5%和 17.01%,但差异不显著($P<0.05$),随后变化趋势缓慢,贮藏 50 d 时,比入贮初期分别下降了 9.7%、7.9%和 7.0%。贮藏前 30 d 内,各处理的可滴定酸含量变化较小,其中 CK 处理和 10%处理在贮藏 15 d 时,可滴定酸含量有增加的趋势,随后呈下降趋势,贮藏 50 d 时,CK 处理可滴定酸含量下降较大,10%和 15%处理较好的保持了果实的可滴定酸含量,分别下降了 22.6%、12.8%和 7.2%。各处理

维生素 C 含量变化下降趋势缓慢,贮藏期内 15%处理保持了最高的维生素 C 含量,其次 10%处理,CK 处理最少,贮藏 50 d 时,各处理分别下降了 20.8%、17.2%和 10.6%。

可见在贮藏 50 d 内,与 CK 处理相比,10%和 15%处理较好地保持了果实的可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量,其中可溶性固形物含量 15% $<10\%<CK$,可滴定酸含量下降趋势 15% $<10\%<CK$,维生素 C 含量下降趋势 10% $<15\%<CK$,并且各处理可溶性固形物含量贮藏前期(30 d)下降趋势较大,可滴定酸含量贮藏后期(30 d)下降趋势较大,维生素 C 含量下降较缓慢。分析其原因为入贮后,葡萄果实正常的生理代谢受到一定的抑制,果实体内为了维持自身代谢需要,体内的糖类物质不断被消耗,前期可溶性固形物含量下降较快,可滴定酸含量变化较小,但随着贮期延长,果实内部组织的衰老进程加剧,各营养成分物质逐渐被消耗而呈下降趋势。

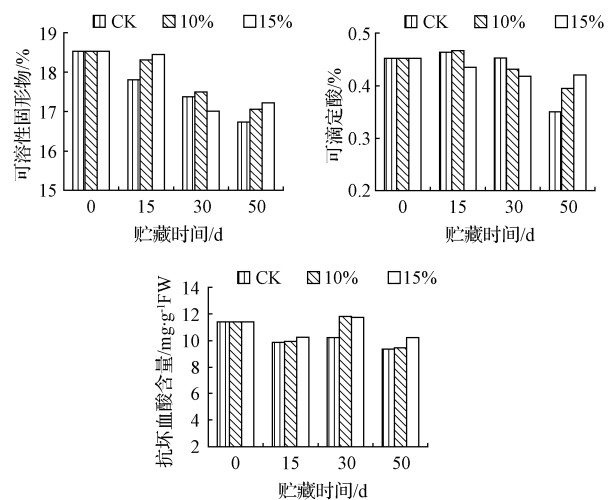


图 1 高 CO_2 气体处理对“巨峰”葡萄果实营养成分影响

Fig. 1 Changes in nutritional component of 'Kyoho' grape of high CO_2 treatment

2.3 高 CO_2 气体处理对“巨峰”葡萄果实质构的影响

由图 2 可知,“巨峰”葡萄在冰温贮藏期间,果实的质地发生较大的变化,各处理葡萄果实的硬度、凝聚性和咀嚼性均呈现下降趋势,果实的弹性则呈现先降后增大的趋势。在 50 d 内,10%和 15% CO_2 处理果实的硬度值下降趋势较小(下降了 17.0%和 21.6%),且下降趋势 10% $<15\%$ 处理,30 d 后,CK 处理果实硬度下降趋势较大(下降了 26.9%),可见,高 CO_2 气体处理抑制了“巨峰”葡萄果实硬度的下降,且抑制效果 10% $>15\%>CK$ 。各处理葡萄果肉弹性有着相似的变化规律,呈现了先降低后增加的趋势,30 d 时,CK 处理下降到最小值,而后呈上升趋势,而高 CO_2 处理下降和上升的趋势较为缓慢,且变化幅度 10% $<15\%$ 。果实的凝聚性呈下降趋

势,CK>15%>10%。咀嚼性随贮期延长均呈现降低趋势,10%处理在15 d内下降趋势较大,15 d后下降趋势较小,而15%处理在30 d内保持了较高的咀嚼性,但贮藏50 d时,10%和15%处理咀嚼性小于CK。

由此可见,在冰温贮藏期条件下,整个贮藏期内高CO₂气体处理保持了较好的果实硬度、凝聚性和咀嚼性,在贮藏30 d内,保持了较好的果实弹性。与入贮相比,整体呈下降趋势,分析其原因为果实在贮藏期间内果肉中的原果胶在果胶酶的作用下分解为果胶,细胞间失去黏结作用,结合力减小,果实细胞组织变得松弛,使得果实变得软化,质地发生较大的变化。

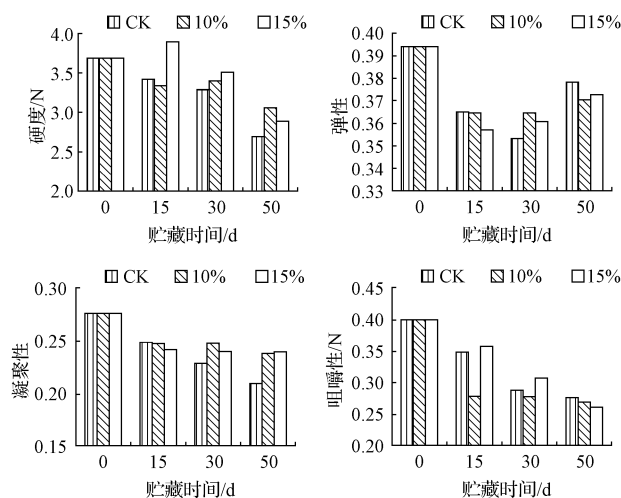


图2 高CO₂气体处理对“巨峰”葡萄果实质构的影响

Fig. 2 Effect on texture of 'Kyoho' grape berry of high CO₂ treatment

3 结论

在冰温贮藏条件下,贮藏50 d内,高CO₂气体包装

(10%和15%)处理能够较好地保持葡萄贮藏期间的营养成分、感官和风味品质状态,能够起到护梗保绿的作用,有效抑制了葡萄果实失重率($\leq 0.1\%$)、脱粒率($\leq 0.53\%$)和霉烂率(0)的增加,好果率 $\geq 96.4\%$;较好地保持了葡萄果肉硬度、凝聚性、弹性和咀嚼性,其中10%和15%硬度值分别下降17.0%和21.6%,而CK处理下降26.9%;抑制了葡萄果实的可溶性固形物、可滴定酸和抗坏血酸含量的下降。经综合评价,贮藏效果10%>15%>CK。

另外,从该试验结果也可看出,贮藏50 d内,采用了高CO₂气体包装处理,未采用SO₂保鲜剂,葡萄果实的好果率较高,果实质地与营养成分保持较好,这为葡萄果实高CO₂气体包装研究与设计提供了试验依据,为葡萄无硫短期贮运保鲜研究奠定了基础。

参考文献

- [1] 王海波,王宝亮,王孝娣,等.我国葡萄产业现状与存在问题及发展对策[J].中国果树,2010(6):74-76.
- [2] Brecht J K, Chau K V, Fonseca S C, et al. Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003(27):87-99.
- [3] 关文强. 气体成分对玫瑰香葡萄采后生理与贮藏效果影响的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2000.
- [4] 赵彦莉. 气体成分对不同葡萄品种采后生理生化的影响[D]. 天津:天津科技大学,2004.
- [5] 吴颖. 气调冷藏对葡萄品质及落粒的影响[D]. 上海:上海交通大学,2006.
- [6] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 12456-2008 食品中总酸的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [7] Kader A A, Lipton W J, Morris L L. System for scoring quality of harvested lettuce[J]. Hort Science, 1973, 8(5):408-409.

Effects of High CO₂ Package on Quality of Grape During Storage

ZHU Zhi-qiang, LI Li-xiu, ZHANG Ping, LI Zhi-wen

(National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agriculture Products, Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agriculture Products, Tianjin 300384)

Abstract: The effects on sensory quality and changes in texture and nutritional component of 'Kyoho' grape of high CO₂ package (10% and 15%) during storage of controlled freezing point were studied. The results showed that high CO₂ package suppressed the increases of the ratio of loss, berry drop and rot, the decreases of sensory quality, flavor quality, contents of nutritional component, total soluble solids, titratable acidity and ascorbic acid of grape berry, and effect of green-maintaining of stem was in evidence. During storage of controlled freezing point, the good fruit rate was more than 96.4%, the ratio of berry drop was less than 0.53%, the ratio of rot was 0, the decline rate of hardness of CK, 10% and 15% were 26.9%, 17.0% and 21.6%, the decline rate of contents of TSS were 9.7%, 7.9% and 7.0%, the decline rate of contents of TA were 22.6%, 12.8% and 7.2%, the decline rate of contents of VC were 20.8%, 17.2% and 10.6% after 50 d. In a word, the effect of comprehensive evaluation of all treatments were 10%>15%>CK, and the results provided basic of the research on on-sulfur dioxide preservative technology during short-term storage of berry.

Key words: grape; high CO₂ package; storage quality of berry