1-MCP处理对无核白葡萄销地低温贮藏效果的影响

王宁[1]，邓冰[2]，李珍[1]，陈计峦[1]，李志文[2,3]，闫师杰[2,3]
（1. 石河子大学，石河子 832003；2. 天津农学院，天津 300384；
3. 天津市农副产品深加工技术工程中心，天津 300384）

摘要：目的 研究1-甲基环丙烯（1-MCP）不同处理时间对采后无核白葡萄销地低温贮藏生理及品质的影响。**方法** 新疆无核白葡萄经冷链（1~6 ℃）运输到达销地后，在5 ℃低温下采用体积分数为1.0 × 10^{-6}的1-MCP进行不同时间（24 h和48 h）熏蒸处理，置于0 ℃下贮藏，定期测定其相关生理指标。**结果** 2种不同1-MCP处理时间均能有效减少葡萄贮藏期间的落粒率、腐烂率、果梗褐变指数，延缓可溶性固形物、可滴定酸含量的下降，保持果实品质，其中48 h的1-MCP处理效果更好。**结论** 在5 ℃低温下1-MCP处理无核白葡萄48 h能够有效抑制葡萄生理代谢并保持果实较好品质。

关键词： 无核白葡萄；1-MCP；低温处理；销地；生理
中图分类号： TS206 **文献标识码：** A **文章编号：** 1001-3563（2015）09-0048-06

Effect of 1-MCP Treatment on Hypothermia Storage Quality of Thompson Seedless Grapes at Sales Site

WANG Ning[1], *DENG Bing*[2], *LI Zhen*[1], *CHEN Ji-luan*[1], *LI Zhi-wen*[2,3], *YAN Shi-jie*[2,3]
（1. Shihezi University, Shihezi 832003, China; 2. Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 3. Tianjin Engineering and Technology Research Center of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384, China）

ABSTRACT: The effect of different 1-MCP fumigation time on the physiology and storage quality of Thompson Seedless grapes stored at low temperature at the sales site was studied. Xinjiang Thompson Seedless grapes were transported at 1~6 ℃ to the sales site and treated by 1-MCP(concentration: 1.0×10^{-6}, fumigation time: 24,48 h) at 5 ℃, then stored at 0 ℃, and the related physiological indicators were measured at regular time intervals. The results showed that the two different 1-MCP fumigation time treatments could both reduce the thresh rate, decay rate and stem browning index of the grapes, delay the decline of total soluble solids and titratable acid content, and keep the quality of the fruits. The effect of 48 h treatment was better. In conclusion, the 1-MCP treatment at 5 ℃ for 48 h could effectively inhibit postharvest physiological metabolism and maintain a good quality of Thompson Seedless grapes.

KEY WORDS: Thompson Seedless grape; 1-Methylcyclopropene(1-MCP); cold treatment; sales site; physiology

无核白葡萄又名苏塔宁那、阿克喀什米什、无籽露、土尔封、汤姆松等，属于品质优良的欧亚种葡萄[1]，果实晶莹剔透，味美甘甜，皮薄肉厚，品质优良，深受广大消费者的喜爱。新疆无核葡萄种植面积达4.3万hm^2，占全疆葡萄总种植面积的31.7 %；葡萄产量达80.1 t，占全疆葡萄总产量的45.7 %[2]。无核白葡萄主要用于制干，随着社会的不断进步，制干向鲜食转变已成为趋势。无核白葡萄从新疆运输到内地销售，路途遥远，由于果体娇嫩、皮薄、无籽、果柄细、果刷短，极易造成果粒机械损伤和落粒，给果农带来巨大经济损失，因而采用先进的保鲜技术，最大程度保持鲜食葡萄采后产地和销地贮运品质，降低腐烂、落粒，对新

收稿日期： 2015-03-30
基金项目： 农业部公益性行业（农业）科研专项（201303075）
作者简介： 王宁（1990—），女，新疆人，石河子大学硕士生，主攻农产品加工与贮藏。
通讯作者： 闫师杰（1971—），男，山西人，博士，天津农学院教授，主要研究方向为果蔬贮藏保鲜、食品质量与安全。

疆无核白葡萄产业发展具有深远意义。

目前，国内外主要采用SO_2保鲜剂对葡萄进行防腐保鲜。SO_2能够抑制葡萄中常见的致病真菌，对葡萄各部位的呼吸强度及C_2H_4释放具有明显的抑制作用[3]。梁丽雅等[4]提出不同葡萄的CT-2保鲜剂最佳剂量也不同（每2 kg的红地球和巨峰葡萄分别需要3包和4包CT-2保鲜剂）。SO_2有效剂量与有害剂量相近，浓度低达不到保鲜目的，浓度过高会引起葡萄漂白。Fan[5]提出亚硫酸盐在食品中每克含量超过1000 μg时，人的健康就会受到损害[6]。由此可见，研究SO_2化学类药剂无毒无害的替代品是葡萄保鲜主要研究方向之一。

近年来人们发现一些环丙烯类化合物，可与乙烯竞争性结合乙烯受体，阻断乙烯的信号传导而抑制乙烯的感受和生理效应的发挥。在这些环丙烯类化合物中，以1-甲基环丙烯（1-MCP）的作用效果最为突出[7]。Ziliotto等[8]研究表明，1-MCP处理过的水果在48 h后45%的基因表达水平发生改变。Katherine等[9]发现乙烯结合抑制剂1-MCP可以抑制洋葱发芽生长。李志文等[10]报道适宜浓度的1-MCP处理结合冰温贮藏有利于提高葡萄采后贮藏品质，延缓果实衰老，可以延缓葡萄果实的软化[11]。兰杰等[12]提出对于无核白葡萄而言，1-MCP最适宜熏蒸条件是常温下处理24 h，适宜熏蒸浓度为1.0×10^{-6}（体积分数）。王宝亮等[13]发现体积分数为1.0×10^{-6}的1-MCP能够降低巨峰果梗呼吸强度和乙烯释放量的峰值，且在一定程度上能够抑制果粒的呼吸强度[14]。总之，国内外关于1-MCP对果蔬产品保鲜作用的研究报道较多，但是关于1-MCP对新疆无核白葡萄保鲜的研究较少，且关于不同1-MCP处理时间以及低温下熏蒸的研究还未见报告。文中实验以新疆无核白葡萄为试材，研究低温下不同1-MCP熏蒸时间对葡萄采后生理及品质的影响，以期为1-MCP在新疆无核白葡萄保鲜上的应用奠定基础。

1　实验

1.1　材料与试剂

实验材料为无核白葡萄，于2014年8月24日采自新疆吐鲁番鄯善县铁提尔村，成熟度一致，无霉烂，无机械伤。采收后装入8.0 kg左右塑料筐内，四周用无纺布包裹，放入运输用专用保鲜纸，当日运输到当地冷库（0~5 ℃）预冷贮藏，于次日冷链（1~6 ℃）运输至天津农学院进行处理。

实验采用的1-MCP粉剂、PE膜由国家农产品保鲜工程技术研究中心（天津）生产，试剂有氢氧化钠（0.1 mol/L）标准溶液、酚酞指示剂，所用试剂均为分析纯。

1.2　仪器与设备

实验仪器和设备：CA-10 CO_2分析仪，Sable Systems公司；TX.XT Plus物性测定仪，Stable Micro System公司；CM-5色差仪，日本柯尼卡美能达；PAL-1数显糖度计，日本爱拓（ATAGO）；NK-10拉力测试仪，乐清市宝特仪器设备厂。

1.3　处理方法

在5 ℃预冷温度下，参考李志文等[15]方法，挑选无病害、无机械伤的果实放在塑料筐中，置于1 m^3的密闭塑料帐内熏蒸，帐内均设有风扇使1-MCP在帐内分布均匀，使其体积分数为1.0×10^{-6}[12]，处理温度5 ℃，熏蒸时间分别为24，48 h；以无1-MCP处理作为对照组。将处理好的葡萄放入PE保鲜膜袋（厚0.03 mm）中，再放进塑料筐内，扎紧袋口后分别放入±0.3 ℃冷库中贮藏，每7 d观察测定1次，每次随机取样3 kg测定相关指标，每个处理重复3次。

1.4　测定指标与方法

1）呼吸强度。每次随机选取1~2穗葡萄，设3个平行，称量后放入自制密闭保鲜盒（4500 mL），在贮藏温度下密闭4 h，然后采用一次性注射器抽取1 mL气体，采用CA-10 CO_2分析仪进行测定，重复3次测定，减去本底值计算平均值，单位以CO_2计，为mg/(kg·h)。

2）可溶性固形物含量。采用数显糖度计测定，各处理随机选取30个果粒，设3个平行，压榨后取汁测定，重复3次。

3）可滴定酸含量。参考李志文等[10]方法，用测定固形物含量的果汁，采用酸碱滴定法测定。

4）硬度。采用物性测定仪，每次随机选取20个果粒，去皮后使用P/75探头测定。测试参数：测前速度为5 mm/s，测后上行速度为2 mm/s，测试速度为2 mm/s，下压距离为5 mm，单位为kg/cm^2。结果取平均值。

5）耐拉力。采用拉力测试仪，每次随机选取20个果粒。

6）色差。每次每个处理随机选取20个果粒，分别在葡萄赤道部位选取2个不同位置，采用色差仪测

定葡萄的L^*值、a^*值、b^*值，并取平均值。

7）果实落粒率、腐烂率、失重率、好果率。果实落粒率=落粒果质量/总果质量×100%；果实腐烂率=腐烂果质量/总果质量×100%；果穗失重率=（贮前果穗质量-贮后果穗质量）/贮前果穗质量×100%。贮藏末期统计无核白葡萄整体腐烂、落粒情况，把无霉烂、无机械伤、果形完整的葡萄计为好果，好果率=好果质量/总果质量×100%。

8）果梗褐变指数。参照朱东兴等[16]方法稍作改动，将果梗褐变面积分为5级，没有干褐的为0级；干褐0~1/4为1级；干褐1/4~1/2为2级；干褐1/2~3/4为3级；干褐3/4以上的为4级。

$$果梗褐变指数=\frac{\sum(干褐级别\times该级别穗数)}{(最高级别\times总调查穗数)}\times100\%$$

1.5 数据处理与分析

数据采用Excel 2007软件进行统计分析。用SPSS 11.0进行方差分析和显著性检验。

2 结果与讨论

2.1 不同1-MCP处理时间对无核白葡萄采后果穗呼吸强度的影响

呼吸强度与果实营养物质的消耗密切相关，也是衡量植物生命活动的重要指标。由图1a可看出，整个贮藏阶段葡萄呼吸强度呈缓慢上升趋势，后期呼吸强度增长迅速，可能与后期葡萄腐烂果增多有关。贮藏前35 d各个处理间的差异不显著（$P>0.05$），35 d后呼吸强度开始下降，49 d时到达最低点，这是因为低温减少了葡萄呼吸代谢所消耗的营养物质，抑制酶的活性以及微生物的生长，从而降低了葡萄的呼吸速率；贮藏56 d后出现呼吸高峰，各个处理间差异显著（$P<0.05$），48 h的1-MCP处理果呼吸强度最低，到贮藏末期为6.60 mg/（kg·h），说明该处理有效降低了呼吸强度，减少了呼吸所消耗的糖类、有机酸等物质。

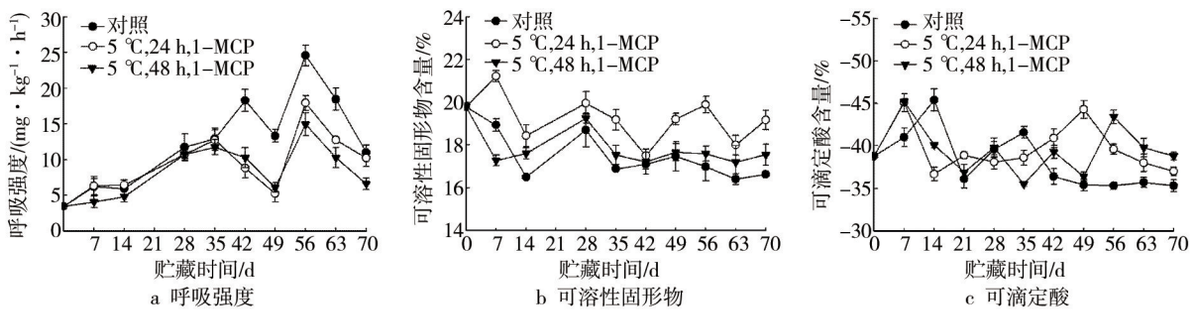

图1 不同1-MCP熏蒸时间对无核白葡萄呼吸强度、可溶性固形物、可滴定酸的影响

Fig.1 Effect of different 1-MCP fumigation time on respiration, TSS content and TA content of Thompson Seedless grapes

2.2 不同1-MCP处理时间对无核白葡萄果实可溶性固形物、可滴定酸含量的影响

可溶性固形物主要以可溶性糖类为主，是评价果实品质的重要指标之一。由图1b可见，随着贮藏时间的延长，无核白葡萄可溶性固形物的含量无明显下降，贮藏前葡萄可溶性固形物含量为19.8%，贮藏70 d后，24 h的1-MCP处理组果实固形物含量为19.18%，48 h的1-MCP处理组和对照组分别为17.55%，16.63%；呼吸高峰期间，24 h的1-MCP处理延缓了呼吸作用对可溶性固形物的消耗；整体而言，1-MCP处理较好地抑制了果实可溶性固形物含量的下降。其中，24 h的1-MCP处理作用较明显。

无核白葡萄在贮藏期间由于生理代谢需要消耗一部分有机酸、可溶性糖类以及矿物质等，转化成其他物质，导致可滴定酸含量有所下降，见图1c，贮藏49 d，1-MCP处理果的可滴定酸含量高于对照组的（$P<0.05$），48 h的1-MCP处理延缓了可滴定酸含量峰值的出现，使可滴定酸含量保持较高水平，减少了呼吸消耗。贮藏末期，48，24 h处理组均好于对照组，说明1-MCP处理能够延缓葡萄贮藏后期果实中可滴定酸含量的下降。

2.3 不同1-MCP熏蒸时间对无核白葡萄果实采后色差的影响

果实色泽好坏是评价商品的感官品质以及商品价值的重要指标之一。L^*值越大，表明葡萄颜色越亮。无核白葡萄表皮颜色偏绿，随着贮藏时间的延长逐渐转黄。由图2a可见，贮藏期间L^*值先升后降，贮藏28 d时各个处理之间差异显著（$P<0.05$）。随着时间的延长，L^*值逐渐降低，贮藏至70 d时，24 h的1-MCP处理组的L^*值高于其他处理组。a^*值代表红

绿,a^*值越小说明葡萄颜色越绿。由图2b可知,贮藏期间a^*值逐渐增大,且1-MCP处理的a^*值普遍低于对照组,贮藏末期48 h的1-MCP处理a^*值相对较低(为-1.98)。b^*值代表黄蓝,b^*值为正,说明果实偏黄,且b^*值越大果实颜色越黄。由2c可知,与初始值相比,贮藏至70 d时各处理组的b^*值均有所上升,48 h的1-MCP处理组上升幅度最小。综上所述,1-MCP对无核白葡萄有较好的护绿作用,其中,48 h的1-MCP处理作用效果最明显。

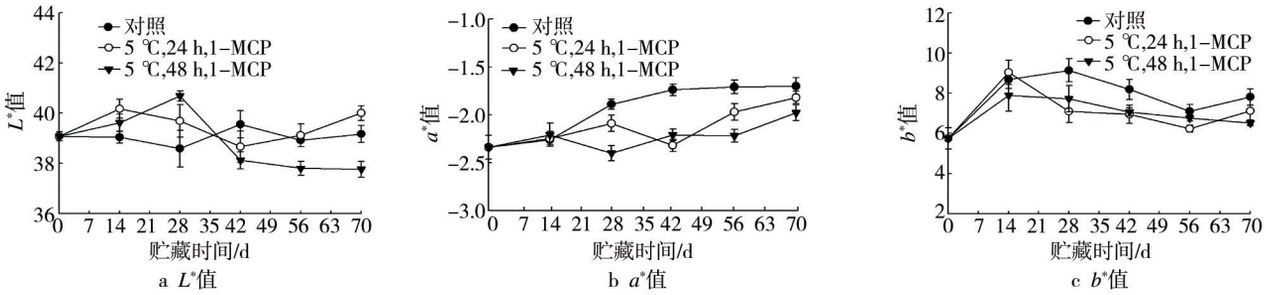

图2　不同1-MCP熏蒸时间对无核白葡萄色差L^*,a^*,b^*值的影响

Fig.2 The effect of different 1-MCP fumigation time on L^*, a^* and b^* values of Thompson Seedless grapes

2.4　不同1-MCP处理时间对无核白葡萄采后果实硬度的影响

硬度是葡萄局部抵抗硬物压入其表面的能力,一定程度上反映了果实的质地以及组织结构的变化,也间接地反映了果蔬的保鲜效果。由图3a可见,贮藏7~28 d,1-MCP处理组葡萄果实硬度保持较好,24 h的1-MCP处理果实硬度高于其他处理组。贮藏56 d后,48 h的1-MCP处理果硬度略高于其他2个处理,该处理减缓了贮藏后期果实硬度的下降;贮藏末期,对照果和24 h的1-MCP处理果硬度分别为620.00,600.00 kg/cm^2,而48 h的1-MCP处理果实硬度为720.00 kg/cm^2,硬度大于其他2个处理。整体而言,1-MCP处理能有效减缓葡萄果实硬度的下降,贮藏末期,48 h的1-MCP处理组效果最好。

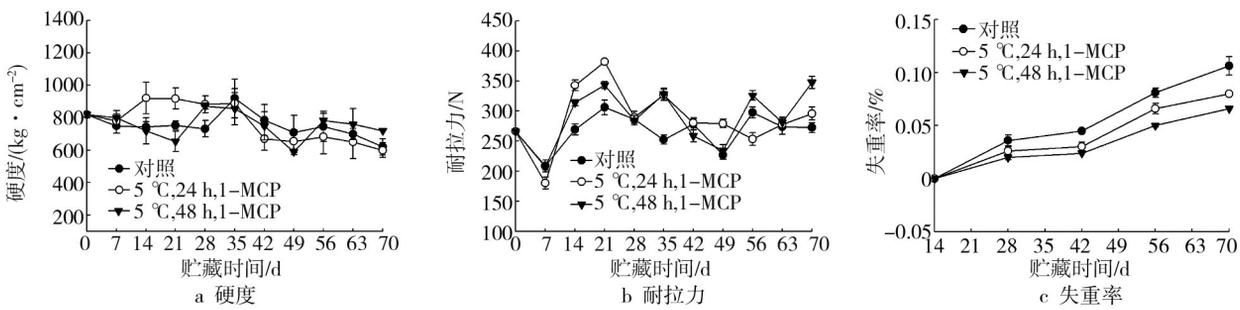

图3　不同1-MCP熏蒸时间对无核白葡萄硬度、耐拉力、失重率的影响

Fig.3 The effect of different 1-MCP fumigation time on the firmness, pulling resistance and weight loss rate of Thompson Seedless grapes

2.5　不同1-MCP处理时间对无核白葡萄果梗采后耐拉力的影响

张锐等[17]研究表明,无核白葡萄贮藏期间易落粒,除了与果柄短等特点有关以外,耐拉力也是影响落果的因素之一。由图3b可以看出,贮藏7 d后葡萄果梗耐拉力有所提高,到21 d达到峰值,1-MCP处理的果实耐拉力要显著高于(P<0.05)对照组,随后果梗耐拉力先下降后略有上升,贮藏末期,48 h的1-MCP处理的果实耐拉力要明显高于24 h的1-MCP处理组和对照组。可见,1-MCP能够有效控制葡萄耐拉力下降,这和1-MCP处理对保持果梗及果柄的鲜绿有直接关系,由于熏蒸时间长能够延缓果梗脱落相关的物质代谢,减缓果梗衰老,从而提高了果实耐拉力。

2.6　不同1-MCP处理时间对无核白葡萄采后失重率的影响

葡萄失水易引起葡萄果轴褐变、果粒干落等现象,生产上多采用PE葡萄保鲜膜包装以提高袋内相对湿度、减少果实不良反应。由图3c可以看出,贮藏期间葡萄失重率没有明显的上升趋势,各个处理果实失重率,

从大到小依次为：对照组>24 h的1-MCP处理组>48 h的1-MCP处理组。整体失重率均小于0.15 %，由于PE葡萄保鲜膜对葡萄有较好的保水作用，葡萄在冷藏条件下果实质量损失并不严重。

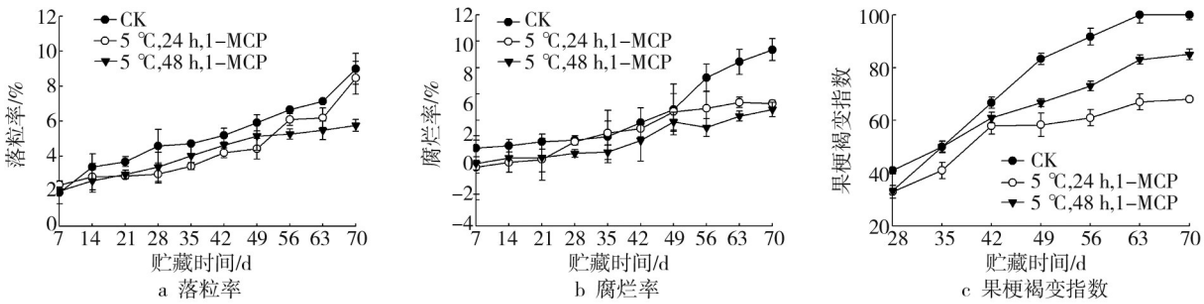

图4 不同1-MCP熏蒸时间对无核白葡萄落粒率、腐烂率、果梗褐变指数的影响

Fig.4 The effect of different 1-MCP fumigation time on the thresh rate, decay rate and stem browning index of Thompson Seedless grapes

2.7 不同1-MCP处理时间对无核白葡萄果实采后落粒率、腐烂率的影响

无核白葡萄因无籽、果柄细、果刷短等特点，贮藏期间极易发生落粒现象。从图4a可以看出，随着贮藏时间的延长，无核白葡萄落粒率整体呈上升趋势。贮藏前期，24 h的1-MCP处理能够有效减少葡萄落粒率；贮藏后期，24 h和48 h的1-MCP处理均能不同程度地抑制果实落粒。贮藏70 d时，对照组的落粒率为8.99 %，果柄部位受霉菌侵染较为严重，导致落粒率升高。1-MCP处理的果实落粒率明显低于对照组，48 h的1-MCP处理组落粒率最低，为5.76 %。

贮藏期间，随着时间的延长无核白果实自身抵抗力下降，果轴和果粒易受到霉菌侵染，造成果实腐烂率不断上升，见图4b，贮藏56 d后各处理腐烂率明显上升，到贮藏末期，对照组腐烂率为9.35 %，受霉菌侵染较为严重，24 h的1-MCP处理组为5.28 %，48 h的1-MCP处理组腐烂率最低，为4.83 %，明显好于对照组。可见1-MCP处理能有效减少果实生理紊乱与病害，降低果实腐烂率，这与刘红霞等[18]在巨峰葡萄上的研究结果一致。

2.8 不同1-MCP处理时间对无核白葡萄采后果梗褐变指数的影响

葡萄果梗属于呼吸跃变型，贮藏期间代谢旺盛，易发生干梗、褐变等现象[10]。如图4c所示，贮藏期间果梗褐变指数呈上升趋势，特别是贮藏42 d后果梗褐变加重。对照组贮藏63 d时褐变指数高达100 %，严重影响到葡萄贮藏品质。1-MCP处理组果梗褐变指数均小于对照组，24 h的1-MCP处理果梗褐变指数低于其他处理，且整个贮藏阶段果梗褐变指数低于65 %，能够较好地保持果梗色泽。48 h的1-MCP处理组果梗褐变指数高于24 h的1-MCP处理组，可能与熏蒸时间长，果梗失水较严重有关。

2.9 不同1-MCP处理时间对无核白葡萄贮藏好果率的影响

好果率是最重要也是最能直观反应果实贮藏品质好坏的指标。贮藏70 d时，对各个处理间好果率差异显著（$P<0.05$）。对照组葡萄好果率为79.54 %，1-MCP处理的无核白好果率要高于对照组，24 h的1-MCP处理组好果率为85.66%，特别是48 h的1-MCP处理组好果率最高，为90.14 %，说明1-MCP处理较好地保持了无核白葡萄销地低温贮藏果实的品质，保持了较高的好果率。

3 结语

实验研究结果表明，无核白葡萄从新疆经过长途冷链物流后，贮藏期间葡萄表皮颜色由绿转黄，果实耐拉力呈缓慢下降趋势，果实落粒情况较为严重；1-MCP处理能够抑制葡萄呼吸作用，能有效地保持果梗、果粒色泽，减少葡萄贮藏期间的落粒率、腐烂率，延缓可溶性固形物、可滴定酸的下降，保持果实品质；48 h的1-MCP熏蒸处理在保持果实色泽、果实硬度，减少果实腐烂方面具有明显优势，贮藏70 d时，好果率最高。综合来看，5 ℃条件下1-MCP处理48 h结合0℃低温贮藏为无核白葡萄采后销地较佳的贮藏方法。

参考文献：

[1] 刘崇怀. 无核葡萄品种的无核性来源分析[J]. 植物遗传资源学报，2003(1)：8—12.

LIU Chong-huai. Analysis on Seedless Sources of Seedless

Grape Breeding[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2003 (1):8—12.

[2] 唐莎莎. 无核白葡萄果实品质评价研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
TANG Sha-sha. The Research on Evaluation of Fruit Quality of the Thompson Seedless Grape[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2013.

[3] 葛毅强,张维一,陈颖,等. SO_2对葡萄采后呼吸强度及内源激素的影响[J]. 园艺学报,1997,24(2):120—124.
GE Yi-qiang, ZHANG Wei-yi, CHEN Ying, et al. Effect of Sulfur Dioxide on the Respiration and the Hormone Levels of Postharvest Table Grapes[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1997, 24(2):120—124.

[4] 梁丽雅,郝利平,闫师杰. 保鲜剂对红地球和巨峰葡萄呼吸强度和贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报,2003,19(4):205—208.
LIANG Li-ya, HAO Li-ping, YAN Shi-jie. Effects of Freshness Keeping Agent on Respiratory Intensity and Storage Quality of Red Globe,Kyoho Grapes[J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(4):205—208.

[5] FAN X, ARGENTA L, MATTEIS J P. Interactive Effects of 1-MCP and Temperature on 'Elberta' Peach Quality[J]. Hort Science, 2002, 37(1):134—138.

[6] 杨春城,古能平,侯文贤. 硫处理在果蔬保鲜与加工中的利与弊[J]. 保鲜与加工,2004,4(4):47—48.
YANG Chun-cheng, GU Neng-ping, HOU Wen-xian. Action and Application of Sulfur Treatment Preservation and Processing of Fruit and Vegetable[J]. Preservation and Processing, 2004, 4(4):47—48.

[7] 程春梅,郑永华,郜海燕,等. 翠冠梨冷藏后用1-MCP处理对货架品质的影响[J]. 农业机械学报,2007,38(12):100—104.
CHENG Chun-mei, ZHENG Yong-hua, GAO Hai-yan, et al. Effects of 1-MCP Treatment after Cold Storage on Fruit Quality in Cuiguan Pears during Shelf Life[J]. Journal of Agricultural Machinery, 2007, 38(12):100—104.

[8] ZILIOTTO F, BEGHELDO M, RASORI A, et al. Transcriptome Profiling of Ripening Nectarine (Prunuspersica L. Batsch) Fruit Treated with 1-MCP[J]. Journal of Experimental Botany, 2008, 59(10):2781—2791.

[9] KATHERINE C, GEMMA A C, JOHN P H, et al. Ethylene and 1-Methylcyclopropene Differentially Regulate Gene Expression during Onion Sprout Suppression[J]. American Society of Plant Biologists, 2011(156):1639—1652.

[10] 李志文,张平,刘翔,等. 1-MCP结合冰温贮藏对葡萄采后品质及相关生理代谢的调控[J].食品科学,2011,32(20):300—306.
LI Zhi-wen, ZHANG Ping, LIU Xiang, et al. Effects of 1-MCP Treatment in Combination with Controlled Freezing-point Storage on Postharvest Qualities and Physiological Metabolism of Grape[J]. Food Science. 2011, 32(20):300—306.

[11] 李志文,张平,张昆明,等. 1-MCP结合冰温贮藏对葡萄果实质地的影响[J]. 农业机械学报,2011,11(7):176—181.
LI Zhi-wen, ZHANG Ping, ZHANG Kun-ming, et al. Effect of 1-MCP Combined with Controlled Freezing-point Storage on Texture of Grape Fruit[J]. Journal of Agricultural Machinery, 2011, 11(7):176—181.

[12] 兰杰,李学文,杨婷婷,等. 1-MCP结合ClO_2处理对无核白葡萄短期冷藏及货架期品质的影响[J]. 食品工业科技,2014, 9(12):23—32.
LAN Jie, LI Xue-wen, YANG Ting-ting, et al. Effect of 1-MCP and ClO_2 Treatments on Quality of White Seedless Grape during Short-term Cold Storage and Shelf-life[J]. Food Industry Technology, 2014, 9(12):23—32.

[13] 王宝亮,王志华,王孝娣,等. 1-MCP对巨峰葡萄贮藏效果研究[J]. 中国果树,2013(3):45—47
WANG Bao-liang, WANG Zhi-hua, WANG Xiao-di, et al. Research on 1-MCP on Storage Quality of Kyoho Grape[J]. China Fruit, 2013(3):45—47.

[14] 李会云. 1-MCP对果实采后生理影响的研究进展[J]. 河南科技学院学报,2011,39(5):33—36
LI Hui-yun. Research Progress of Effect of 1-MCP on Postharvest Physiology of Fruit[J]. Journal of Henan Institute of Science and Technology, 2011, 39(5):33—36.

[15] 李志文,张平,王罡,等. 1-MCP处理对乍娜葡萄常温货架期保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工,2012,12(3):6—10.
LI Zhi-wen, ZHANG Ping, WANG Gang, et al. The Effect of 1-MCP on Zana Grape during Shelf Life Storage under Room Temperature[J]. Preservation and Processing, 2012, 12(3):6—10.

[16] 朱东兴,杭夫梅,李娜,等. 臭氧在鲜食葡萄无硫贮藏技术中的防腐保鲜效果[J]. 中国食品添加剂,2009,13(9):199—202.
ZHU Dong-xing, HANG Fu-mei, LI Na, et al. Effects of Ozone Preservation on SO_2-free Table Grapes during Storage [J]. Food Industry, 2009, 13(9):199—202.

[17] 张锐,陈玉成,于天颖,等. 葡萄贮藏保鲜技术[J]. 农业科技与装备,2012(8):73—74.
ZHANG Rui, CHEN Yu-cheng, YU Tian-ying, et al. Storage Techniques of Table Grapes[J]. Agricultural Science Technology and Equipment, 2012(8):73—74.

[18] 刘红霞,姜微波,罗云波. 1-甲基环丙烯在果蔬采后保鲜中的作用[J]. 北方园艺,2003(3):74—75.
LIU Hong-xia, JIANG Wei-bo, LUO Yun-bo. Effect of 1-methylcyclopropene on Keeping Fresh of Fruit and Vegetable[J]. Northern Horticulture, 2003(3):74—75.