

张永福,牛燕芬,任 祺,等. 外源 SA、6-BA 对蒜头鳞茎耐贮性及贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(1):163-166.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.01.046

外源 SA、6-BA 对蒜头鳞茎耐贮性及贮藏品质的影响

张永福¹,牛燕芬¹,任 祺¹,王定康²,徐胜光¹,岳绍雄¹

(1. 昆明学院农学院,云南昆明 650214; 2. 昆明学院科研处,云南昆明 650214)

摘要:为明确蒜头鳞茎采后耐久保鲜方法,以云南开远甜蒜头鳞茎为材料,研究 SA、6-BA 及复合处理对蒜头鳞茎在室温贮藏下的防腐保鲜效果。结果表明,SA、6-BA 处理后均能有效降低蒜头鳞茎的失重率、腐烂指数、染菌率,使鳞茎硬度保存在较高水平,但 SA 处理增大了蒜头的发芽率;SA、6-BA 处理能够有效抑制蒜头鳞茎贮藏期间硫代亚磺酸酯、淀粉、总氮、维生素 C 含量降低,保证了贮藏期间的风味品质;经 SA、6-BA 处理后,有效抑制了蒜头鳞茎可溶性糖、可溶性蛋白质、游离氨基酸含量表现为先升高后降低的变化趋势,大幅度提高了 SOD、POD 活性,蒜头鳞茎抗氧化能力增强,衰老速度减缓。表明 SA、6-BA 及复合处理均能提高蒜头鳞茎的耐贮性及贮藏品质,可作为防腐保鲜剂在蒜头鳞茎的实际贮运中应用。

关键词:蒜头;水杨酸;6-BA;耐贮性;贮藏品质

中图分类号:TS205 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)01-0163-04

蒜头(*Allium chinense*)为百合科葱属宿根性多年生草本植物,主产于中国长江流域及以南地区,西南地区也有栽培,其成熟鳞茎富含糖类、蛋白质、钙、磷、铁、胡萝卜素、维生素 C 等多种营养物质,是烹调佐料和佐餐佳品,西南地区多制成腌制品,其味鲜美。此外,因其含有挥发油、甾体皂苷、含氮化合物等多种化学成分,可抑菌消炎、抑制肿瘤、降血脂、抗动脉硬化和血小板聚集等作用,有较大的药用价值和市场开发前景^[1]。

由于受栽培季节和地区的限制,新鲜蒜头的供应期短,且蒜头鳞茎在贮藏和销售过程中经常会出现发芽变质现象,严重影响其食用、药用和加工品质,因此对蒜头采后贮藏保鲜方面的研究显得尤为重要。石玮等报道,水杨酸(salicylic acid, SA)处理使大蒜发芽时间延迟 25 d,减少大蒜鳞茎在贮藏期间蒜氨酸、可溶性糖、蛋白质含量的损失和蒜氨酸酶的活性的降低,提高了大蒜鳞茎的贮藏品质^[2]。6-苄氨基嘌呤(6-benzylaminopurine, 6-BA)在切花保鲜上的应用国内外已有大量报道,用 6-BA 处理切花能够不同程度地增加切花鲜质量,调节切花的生理特性,延长瓶插寿命^[3-4],但用于蒜头等鳞茎的保鲜上还未见报道。

有关蒜头采后贮藏保鲜研究,在贮藏期间蒜头鳞茎生理生化变化及化学药剂在蒜头保鲜上的应用报道较少,本试验选用云南省开远甜蒜头鳞茎为材料,研究 SA、6-BA 及二者复合处理对蒜头鳞茎贮藏效果和品质的影响,分析 SA、6-BA 对蒜头贮藏过程中鳞茎内生理生化的变化规律,以期为提高蒜头鳞茎贮藏质量,改进贮藏技术,对延长其贮藏时间并保持原有风味和药用价值具有一定的实际意义。

1 材料与方法

收稿日期:2015-11-14

基金项目:云南省高校优势特色重点学科(生态学)建设项目。

作者简介:张永福(1981—),男,云南弥勒人,博士,副教授,研究方向为园艺植物采后生理。E-mail:123017360@qq.com。

1.1 材料

选用云南省开远市生产的甜蒜头为试验材料。试验于 2014 年 10 月开始,将刚采挖回来的甜蒜头进行分类,选取大小一致、色泽白嫩、外形圆润的作为试验材料,剔除损伤、病害、杂物后进行药剂处理,每个处理重复 3 次。

1.2 方法

试验设 4 个处理,(1)T1:0.1 mmol/L 水杨酸(SA);(2)T2:10 mg/L 6-BA;(3)T3:0.1 mmol/L 水杨酸+10 mg/L 6-BA;(4)对照(CK)。3 种处理浓度由预试验确定,处理方法为把挑选出来的蒜头鳞茎分别完全浸泡在上述 3 种药剂中,对照(CK)用蒸馏水浸泡,浸泡时间为 2 h。其间经常晃动,使样品充分浸泡。每个浓度处理 1.0 kg,重复 3 次。样品浸泡完毕后捞出晾干表面水分,放入自封袋包装,每袋放 150 个鳞茎,包装好后置于室温避光保存。

1.3 测定指标

失重率、发芽率、腐烂指数、染菌率、鳞茎硬度的测定方法为贮藏结束时从不同处理、各重复中分别取 100 个鳞茎,进行统计。失重率=(鳞茎贮藏前质量-贮藏后质量)/贮藏前质量×100%;发芽率=(发芽的种子数/供检测的种子数)×100%;腐烂指数参照甘瑾等的方法^[5]统计;染菌率=染菌鳞茎数/供检测鳞茎总数×100%;鳞茎硬度采用意大利 FT-327 型硬度计测定。所有测定重复 3 次,取平均值。

硫代亚磺酸酯、淀粉、可溶性糖、总氮、可溶性蛋白质、维生素 C、游离氨基酸的含量,SOD、POD 活性的测定方法为从鳞茎入库贮藏当天起每隔 15 d 不同处理、各重复分别随机取 20 个鳞茎测定 1 次,共测定 6 次。硫代亚磺酸酯含量参照刘华等方法^[6]测定;采用苯酚-硫酸比色法测定可溶性糖含量,采用考马斯亮蓝-G250 显色法测定可溶性蛋白质含量,采用 2,6-二氯酚靛钠滴定法维生素 C 含量,采用水合茚三酮显色法测定游离氨基酸含量,采用氮蓝四唑光反应法测定 SOD 活性^[7];POD 活性参照田春莲等的方法^[8]测定。鳞茎于 105 ℃烘箱中烘干粉碎后过 200 目标准筛,筛下干粉末用于

测定淀粉和总氮含量:淀粉含量的测定参照徐昌杰等的方法^[9],筛选干粉末用 H₂SO₄ - H₂O₂ 消煮后,用凯氏定氮法^[7]测定总氮含量。所有测定重复 3 次,取平均值。

数据采用 SPSS 17.0 软件进行差异显著性分析和采用 Excel 2007 软件作图。

2 结果与分析

2.1 外源 SA、6-BA 对蒜头贮藏外观的影响

从表 1 可以看出,贮藏 75 d 出库时,蒜头鳞茎的失重率最大的是 CK,为 6.31%,显著大于其他 3 个处理,其中,T1 处理失重率最低,为 3.52%,显著低于其他处理。不同处理对发芽率影响较大,T1 处理后的发芽率达 18.21%,显著高于 CK,T2、T3 处理后的发芽率则显著低于 CK。CK 的腐烂指数显著高于其他处理,T1、T3 处理则显著低于 T2 处理和 CK。CK 染菌率显著高于其他处理,T1 处理染菌率为 0,显著低于其他处理,T3 处理的染菌率也相对较低,显著低于 T2 处理和 CK。贮藏 75 d 出库时,T1、T3 处理硬度显著大于 T2 处理和 CK,T2 处理与 CK 间差异不显著。

表 1 外源 SA 和 6-BA 对蒜头贮藏外观的影响

处理	外观品质 (%)				硬度 (kg/cm ²)
	失重率	发芽率	腐烂指数	染菌率	
T1	3.52c	18.21a	3.05c	0d	4.12a
T2	4.12b	12.18c	12.64b	3.58b	3.62b
T3	3.07d	11.35c	3.32c	1.09c	4.09a
CK	6.31a	15.12b	15.38a	6.85a	3.51b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.2 外源 SA、6-BA 对蒜头贮藏期间硫代亚磺酸酯含量的影响

硫代亚磺酸酯类是构成葱属植物中特殊风味及保健价值的主要物质,但其性质不稳定,易受破坏。由图 1 可见,4 个处理的蒜头鳞茎在入库贮藏期间,其硫代亚磺酸酯含量均迅

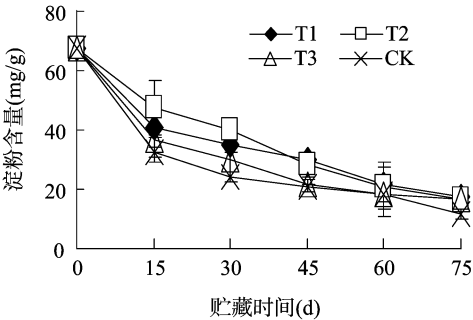


图 2 外源 SA、6-BA 对蒜头贮藏期间淀粉、可溶性糖含量的影响

2.4 外源 SA、6-BA 对蒜头贮藏期间总氮、可溶性蛋白质含量的影响

从图 3 可以看出,不同处理后蒜头鳞茎总氮含量均呈下降趋势,下降幅度最大为 CK,贮藏后 75 d 时,总氮含量下降了 25.04%,T3 处理下降 17.21%,T1 处理下降 12.85%,T2 处理下降 9.17%。可溶性蛋白质含量在贮藏后 45 d,不同处理均呈缓慢上升趋势,但不同处理间相差不大;从入库贮藏后 45~75 d,T3 处理和 CK 的可溶性蛋白质含量缓慢下降,而 T1、T2 处理则大幅上升,贮藏 75 d 时,分别比入库贮藏时上

速降低。在不同处理中,T1 处理硫代亚磺酸酯含量下降幅度最小,其次是 T3 处理,T2 处理与 CK 下降幅度较大,且二者相差不大;在贮藏 75 d 时,T1、T2、T3 处理和 CK 的硫代亚磺酸酯含量分别下降了 36.82%、48.46%、42.84%、51.51%。表明 SA、6-BA 均能有效缓解硫代亚磺酸酯的破坏分解,其中,SA 处理效果最好,复合处理效果次之,6-BA 处理效果较差。

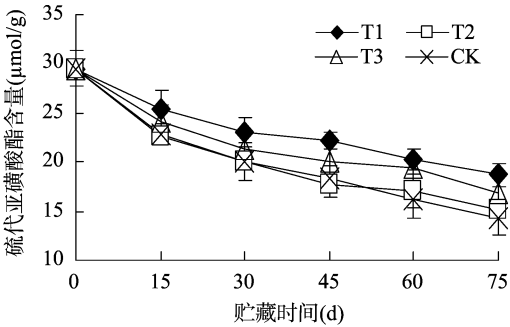
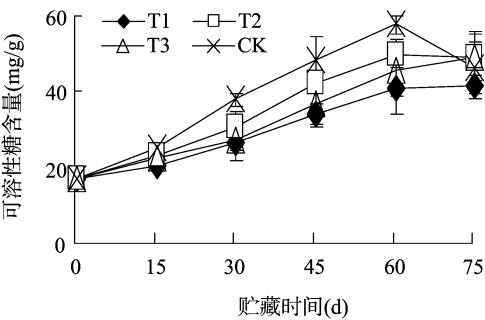


图 1 外源 SA、6-BA 对蒜头贮藏期间硫代亚磺酸酯含量的影响

2.3 外源 SA、6-BA 对蒜头贮藏期间淀粉、可溶性糖含量的影响

从图 2 可以看出,随贮藏时间的延长,淀粉含量逐渐降低,在贮藏后 30 d,下降幅度较快,从贮藏后 30~75 d,下降幅度逐渐减小,至贮藏 75 d 时,T1、T2、T3 处理和 CK 淀粉含量分别比入库贮藏时分别降低了 73.91%、74.91%、75.69%、82.81%。可溶性糖含量是评价蒜头营养品质和口感的主要指标,贮藏期间,可溶性糖含量的变化呈先升高后降低的趋势,在贮藏后 60 d,可溶性糖含量呈上升趋势,T1、T2、T3 处理和 CK 分别上升了 140.88%、196.66%、172.38%、242.03%,贮藏 60 d 后,开始出现下降趋势。表明 SA、6-BA 能够有效延缓蒜头贮藏后 60 d 淀粉含量,贮藏 60 d 后淀粉含量相差不大;此外,SA、6-BA 还能够有效抑制贮藏 60 d 前蒜头可溶性糖含量的升高,延缓贮藏 60 d 后可溶性糖含量的下降。



升了 26.61%、40.00%,而 T3 处理和 CK 仅分别比入库贮藏时上升了 5.55%、6.77%。表明 SA、6-BA 均能有效抑制蒜头贮藏期间的氮营养损失,提高贮藏后蒜头的营养价值,6-BA 处理效果最好,SA 处理次之,而复合处理的效果较差。

2.5 外源 SA、6-BA 对蒜头贮藏期间维生素 C、游离氨基酸含量的影响

维生素 C 含量常作为衡量果蔬新鲜度和营养价值的一个重要指标,含量越高营养价值越大。从图 4 可以看出,随贮藏时间的延长,不同处理蒜头维生素 C 含量均逐渐降低,但

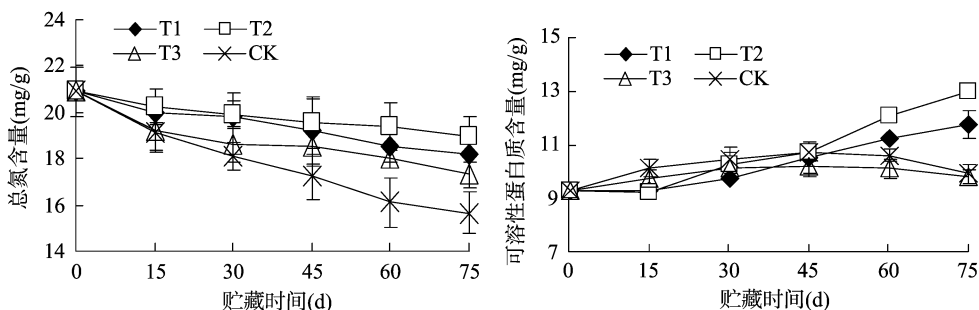


图3 外源 SA、6-BA 对薯头贮藏期间总氮、可溶性蛋白质含量的影响

经 SA、6-BA 处理后,维生素 C 含量降低幅度减小,其中 T2、T3 处理效果优于 T1 处理;贮藏后 75 d 时,CK 维生素 C 含量比贮藏前降低了 41.27%,而 T1、T2、T3 处理维生素 C 含量分别比同期 CK 高 6.18%、33.17%、40.19%。在入库贮藏 30 d 前,T1、T2、T3 处理和 CK 的游离氨基酸含量上升幅度较大,分别比入库贮藏时高 81.48%、133.34%、70.96%、124.75% ,

入库贮藏 30 d 后,T2 处理和 CK 便大幅度下降,T3 处理则缓慢下降,而 T1 处理至贮藏至 45 d 后才缓慢下降;入库贮藏 75 d 时,T1、T2、T3 处理分别比同期 CK 高 89.51%、8.39%、54.90%。表明 SA、6-BA 处理对减缓薯头贮藏期间维生素 C、游离脯氨酸含量均有一定的效果。

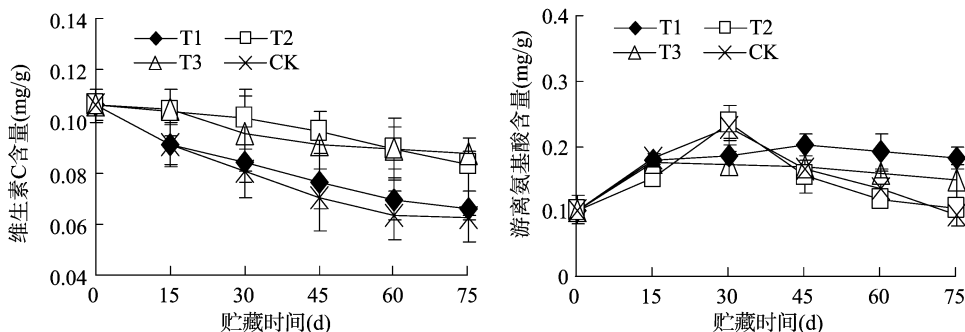


图4 外源 SA、6-BA 对薯头贮藏期间维生素 C、游离氨基酸含量的影响

2.6 外源 SA、6-BA 对薯头贮藏期间 SOD、POD 活性的影响

从图 5 可以看出,薯头在贮藏期间 SOD 活性呈上升趋势,其中 T1 处理的上升幅度最大,CK 最小;与入库贮藏时相比,贮藏后 75 d,T1、T2、T3 处理和 CK SOD 活性分别上升了 265.96%、211.84%、237.28% 和 144.09%,此时 T1、T2、T3 处理 SOD 活性分别比同期 CK 高 49.52%、27.75%、38.18%。贮藏期间,薯头的 POD 活性呈先上升后下降的趋

势,其中 T1、T2 处理在贮藏后 60 d,POD 活性呈上升趋势,之后便开始下降,T3 处理峰值在入库贮藏后 45 d,而 CK 则在整个贮藏期间均呈缓慢上升趋势;其中贮藏后 30、45、60 d,CK POD 活性均明显低于 T1、T2、T3 处理;贮藏到后 75 d 时,T2 处理 POD 活性下降,低于 CK 水平,而 T1、T3 处理仍高于 CK。表明 SA、6-BA 处理均能提高薯头鳞茎 SOD、POD 活性,增强鳞茎贮藏期间的抗氧化衰老能力。

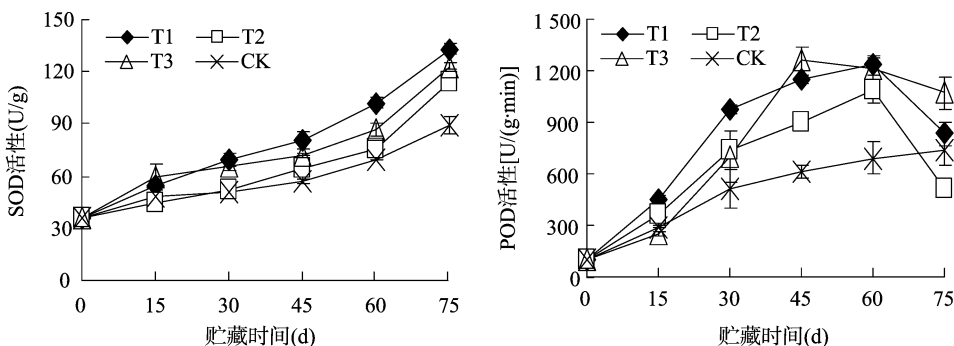


图5 外源 SA、6-BA 对薯头贮藏期间 SOD、POD 活性的影响

3 结论与讨论

薯头的加工产品越来越受人们喜爱,由于贮藏保鲜技术滞后,难以保证周年生产加工。SA 是一种新的植物内源激素,可以诱导果实自身的抗病性来保持果实品质、降低果实贮

藏过程中的发病率。经 SA 处理能有效抑制杏果实贮藏期间的失重率上升、硬度下降,降低果实腐烂率^[10],在油桃^[11]和甜瓜^[12]上也有类似报道。6-BA 处理能够延缓百合切花衰老进程,推迟开花,减缓花瓣萎蔫,延长贮藏期,提高切花的观赏质量^[13-14]。本研究结果,SA、6-BA 处理均能有效降低薯

头鳞茎的失重率、腐烂指数、染菌率,使鳞茎硬度保存在较高水平,其中 SA 处理效果最好,复合处理次之,6-BA 处理的相对较差;SA 处理使蒜头鳞茎的发芽率显著大于 CK 和其他 2 个处理,本结论与石玮等在大蒜鳞茎贮藏中的研究结果^[2]不一致,6-BA、复合处理后蒜头发芽率显著低于 CK。

葱属植物液泡中存在蒜氨酸酶,当植物被破坏时,蒜氨酸酶才与存在于细胞溶胶中的蒜氨酸反应生成硫代亚磺酸酯类。由于硫代亚磺酸酯类不稳定,易被破坏,因此其含量是考察蒜头、大蒜等产品保健成分的重要指标^[6]。本研究发现,不同处理蒜头鳞茎在入库贮藏期间硫代亚磺酸酯含量均迅速降低,但 SA、6-BA 处理能够有效缓解硫代亚磺酸酯的破坏分解速度,其中 SA 处理效果最好,复合处理次之,6-BA 处理较差。

有关 SA 对蒜头鳞茎贮藏期间营养物质代谢的研究报道较少,但对果实贮藏期间各种营养物质变化的报道较多,石玮等研究结果,SA 处理可有效保持大蒜鳞茎在贮藏期间蒜氨酸、可溶性糖、蛋白质含量和蒜氨酸酶的活性,提高大蒜鳞茎的贮藏品质^[2]。在香蕉^[15]、金柑^[16]、葡萄^[17]、番茄^[18]上研究表明,SA 处理可有效抑制果实贮藏期间维生素 C、可滴定酸、可溶性固形物含量下降。6-BA 用于鳞茎类贮藏保鲜的研究至今还未见报道,但有利于鲜切花保鲜的报道。经 6-BA 处理后百合切花花瓣可溶性蛋白质含量呈先升高后下降的变化趋势,整体水平高于对照,切花内游离脯氨酸的积累得到抑制^[14]。本研究结果,随贮藏时间的延长,蒜头鳞茎淀粉含量逐渐降低,贮藏前期下降幅度较快,后期下降幅度逐渐减小;可溶性糖含量变化呈先升高后降低的趋势;SA、6-BA 处理能够有效延缓蒜头贮藏期间淀粉含量的减少和可溶性糖含量升高、下降的幅度。原因可能是贮藏前期淀粉水解为可溶性糖类,至贮藏后期,淀粉含量减少,降解产生的可溶性糖类减少,呼吸作用开始以小分子糖类为代谢底物,因而蒜头鳞茎中可溶性糖类在贮藏前期呈上升趋势,在贮藏后期呈下降趋势。

有研究表明,SA 能提高果实采后的保鲜效果,原因是水杨酸处理提高了果实与抗病相关酶蛋白的表达和酶活性,抑制病原菌生长^[19]。本研究结果,贮藏期间蒜头鳞茎总氮含量呈下降趋势,可溶性蛋白质含量在入库贮藏前期呈缓慢上升趋势,贮藏后期则缓慢下降,SA、6-BA 均能有效减少蒜头贮藏期间的氮营养损失,提高贮藏后的营养价值,其中 6-BA 处理效果最好,SA 处理次之,而复合处理较差;随贮藏时间的延长,不同处理维生素 C 含量均逐渐降低,但经 SA、6-BA 处理后,维生素 C 含量降低幅度减小;游离氨基酸含量在入库贮藏前期上升幅度较大,后期则有不同程度的降低,SA、6-BA 处理对减缓蒜头贮藏期间维生素 C 和游离脯氨酸含量的降低均有一定的效果。维生素 C 和游离氨基酸含量作为衡量果蔬新鲜度和营养价值的一个重要指标,通过 SA、6-BA 处理,对保持蒜头新鲜度和营养价值具有一定的效果。

SOD、POD 是植物体内 2 个重要的抗氧化酶,对清除植物体内活性氧,保护植物组织免受活性氧伤害具有重要意义。果实的活性氧主要由线粒体的呼吸链产生,香蕉在贮藏过程中,果皮和果肉的 SOD、POD 活性不断提高^[15],本研究结果与其相似。SA 处理提高香蕉果实保鲜效果,与 SA 能提高果实抗氧化酶活性和对活性氧的清除能力相关,SA 处理能抑制黄化梨贮藏过程中 SOD、CAT、POD 活性下降^[20]。姜晶等研究

发现,乙酰水杨酸对光照条件下 NBT 产生的活性氧有直接清除作用,同时 SA 作为一种植物信号物质,可诱导抗氧化酶活性的提高,从而间接清除活性氧^[21]。耿兴敏等报道,适当的 6-BA 处理能够抑制膜脂过氧化产物丙二醛的产生,提高 SOD 活性^[13]。本研究结果,蒜头在贮藏期间 SOD 活性呈上升趋势,POD 活性呈先上升后下降的趋势,但经 SA、6-BA 处理后,SOD、POD 活性提高幅度更大,蒜头鳞茎贮藏期间的抗氧化能力增强,衰老速度减缓,其中 SA 处理效果最好,复合处理次之,6-BA 处理较差。

参考文献:

- [1] 周向荣,夏延斌,周跃斌,等. 蒜头的主要功能成分及其作用的研究进展[J]. 食品与机械,2006,22(3):73-75.
- [2] 石 玮,罗建平,张 旻. 水杨酸对大蒜鳞茎贮藏品质的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(1):129-131.
- [3] 文颖强,刘雅莉,王荣花,等. 6-BA 和 PP₃₃₃ 对郁金香切花的保鲜研究[J]. 西北植物学报,2005,25(12):2535-2538.
- [4] 赵 滢,李新风. 6-BA 对香石竹切花保鲜效果的研究[J]. 西北农业学报,2008,17(2):254-257.
- [5] 甘 瑾,马李一,张 弘,等. 漂白紫胶涂膜对甜樱桃常温贮藏品质的影响[J]. 江苏农业学报,2009,25(3):650-654.
- [6] 刘 华,赵 利,苏 伟,等. 保存时间及温度对蒜头不同部位中硫代亚磺酸酯含量的影响[J]. 食品工业科技,2012,33(1):100-102.
- [7] 张志良,瞿伟菁,李小芳. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
- [8] 田春莲,钟晓红,黄荣芳,等. 三种保鲜剂对巨峰葡萄保鲜效果的影响[J]. 食品科学,2006,27(12):761-763.
- [9] 徐昌杰,陈文峻,陈昆松,等. 淀粉含量测定的一种简便方法——碘显色法[J]. 生物技术,1998,8(2):41-43.
- [10] 郭科燕,左宝莉,贾盼盼,等. 水杨酸处理对杏果实贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技,2012,33(15):335-337.
- [11] 任邦来,张新中. 不同浓度水杨酸处理对油桃保鲜效果的影响[J]. 中国食物与营养,2013,19(9):33-36.
- [12] 李 娜,朱 璇,逢焕明. 采前水杨酸处理对甜瓜果实贮藏品质的影响[J]. 食品科技,2013,38(1):32-36.
- [13] 耿兴敏,李 敏,丁彦芬,等. 6-BA 不同处理方式对百合切花保鲜效果的影响[J]. 江苏林业科技,2010,37(5):14-17,21.
- [14] 朱广慧,唐 蓉,邓 波,等. 6-BA 对东方百合切花采后生理的影响[J]. 南方农业学报,2012,43(11):1754-1757.
- [15] 胡会刚,莫亿伟,谢江辉,等. 水杨酸提高香蕉采后果实抗氧化能力和保鲜效果研究[J]. 食品科学,2009,30(2):254-259.
- [16] 邓光宙,刘 萍,蒋运宁,等. 不同浓度水杨酸处理对金柑果实贮藏保鲜效果的影响[J]. 北方园艺,2011(13):161-164.
- [17] Asghari M R, Hajitagilo R, Jalilimarandi R. Postharvest application of salicylic acid before coating with chitosan affects the pattern of quality changes in table grape during cold storage[C]. 6th International Postharvest Symposium. Antalya, Turkey, 2009:8-12.
- [18] 任邦来,张 燕. 水杨酸对番茄保鲜效果的影响[J]. 中国食物与营养,2012,18(7):37-40.
- [19] 曾凯芳,姜微波. 水杨酸处理对采后绿熟芒果炭疽病抗病性的诱导[J]. 中国农业大学学报,2005,10(2):36-40.
- [20] 王大平,刘奕清,朱 钧,等. 水杨酸对黄化梨采后衰老和膜脂过氧化物的影响[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2005,27(5):621-623,633.
- [21] 姜 晶,张宪政. 水分亏缺下乙酰水杨酸清除小麦幼苗中 O₂⁻ 的研究(简报)[J]. 植物生理学通讯,2000,36(1):33-35.