

冰温结合低温驯化对绿芦笋贮藏品质的影响

宋秀香¹, 鲁晓翔¹, 陈绍慧², 李江阔²

(1. 天津商业大学 生物技术与食品科学学院, 天津市食品生物技术重点实验室, 天津 300134;

2. 国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津 300384)

摘要:以直接冰温贮藏为对照, 将低温驯化处理与冰温技术相结合, 研究了冰温贮藏前低温驯化对绿芦笋贮藏品质的影响。结果表明: 与对照相比, 低温驯化可延长绿芦笋贮藏期 10 d, 并提高绿芦笋感官品质、可溶性固形物含量和维生素 C 含量; 抑制绿芦笋的呼吸强度和乙烯生成速率的升高及电导率的上升; 对照组贮藏 30 d 时的电导率升至 30.36%, 而低温驯化处理贮藏至 40 d 的电导率为 28.79%; 同时, 抑制绿芦笋苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性的上升, 保持了绿芦笋的硬度; 并提高了绿芦笋的过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)的活性, 推迟其活性峰值出现的时间, 增强了绿芦笋对过氧化物的抵抗作用。

关键词:绿芦笋; 冰温; 低温驯化; 贮藏品质

中图分类号:TS 255.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)01-0157-05

芦笋(*Asparagus officinalis* L.)属百合科天门冬属多年生宿根性草本植物, 学名石刁柏, 别名龙须菜。芦笋是指石刁柏的嫩茎, 因其嫩茎形似芦苇的嫩茎和竹笋, 故国内很多人将其称为芦笋。芦笋已有 2 000 多年的栽培历史, 是珍贵的药食兼用蔬菜, 素有“菜中之王”的美称^[1]。芦笋的可食部分是刚萌发的含茎端生长点的嫩茎, 因而, 芦笋采收后生理代谢比较活跃、呼吸旺盛, 致使其营养物质的损耗较严重, 2~3 d 内会变质腐烂^[2-3]。所以, 无论是从贮藏还是从运输的角度看, 绿芦笋采收后的预冷处理尤为重要。

低温是保存果蔬的好方法, 但如果贮藏温度超过了果实对低温的敏感程度就会导致果蔬发生冷害。低温驯化是果蔬贮藏过程中用一次或者多次短期降温处理来中断其冷害的方法。采用低温驯化的方式可以使果蔬更好地适应低温环境, 减轻或是避免冷害的发生, 防止果蔬贮藏品质的降低, 比直接进行低温贮藏的效果更好^[4-6]。

目前, 鲜见有关低温驯化在绿芦笋保鲜技术中运用的报道。该研究以绿芦笋“格兰蒂”品种为试材, 研究了冰温条件下结合低温驯化对绿芦笋贮藏品质的影响, 旨

在为绿芦笋冰温贮藏技术提供配套技术。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“格兰蒂”绿芦笋购自天津市红旗农贸综合批发市场, 产地上海。BW-120 冰温保鲜库(国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津), 库温 $-0.2\sim-0.5^{\circ}\text{C}$; TA.XT.Plus 物性测定仪(英国); PAL-13810 便携式手持折光仪(日本 ATAGO 公司); CheckPoint 气体成分测定仪(丹麦 PBI Damsensor 公司); 2010 型气相色谱仪(日本岛津); GENESYSS 5 紫外-可见分光光度计(美国 Milton Roy 公司); DDS-307A 电导率仪(上海精密科学仪器有限公司); D-37520 高速冷冻离心机(上海纳诺仪器有限公司); SHZ-88 台式水浴恒温振荡器(江苏太仓市实验设备厂); 泡沫箱市售。

1.2 试验方法

绿芦笋由市场运回后立即进行分级; 选取长约 30 cm、直径 1.0~1.5 cm、大小一致、笋尖无开散、无畸形、无机械损伤及病虫害的绿芦笋打浆, 然后采用冻结法测定其冰点, 重复 3 次, 得出其冰点为 -0.7°C 。因而, 冰温库贮藏温度设定为 $-0.2\sim-0.5^{\circ}\text{C}$ 。对照组(CK): 将分级后的绿芦笋直接放入冰温库($-0.2\sim-0.5^{\circ}\text{C}$)中预冷 12 h, 而后每 500 g 扎成 1 捆, 装入泡沫箱中, 每箱装 14 捆, 继续在冰温库中贮藏; 低温驯化组(B-1): 将分级后的绿芦笋放入 10°C 恒温恒湿培养箱中贮藏 12 h, 然后放入 $0\sim1^{\circ}\text{C}$ 冷藏库中贮藏 12 h, 然后再将其放入冰温库($-0.2\sim-0.5^{\circ}\text{C}$)中放置 24 h, 继而每 500 g 扎成 1 捆, 装入泡沫箱中, 每箱装 14 捆, 继续在冰温库中贮藏; 每个

第一作者简介:宋秀香(1986-), 女, 在读硕士, 研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: shuijing.chuang@163.com.

责任作者:鲁晓翔(1962-), 女, 硕士, 教授, 研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: lxxiang@tjcu.edu.cn.

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD38B01); 天津市重点科技攻关资助项目(11ZCKFNC01900)。

收稿日期:2012-07-18

处理 3 次重复,每 5 d 测定 1 次,贮期为 40 d。

1.3 项目测定

1.3.1 感官评定 参考 Krarup^[7] 的方法。采用 40 分

评分方法,分别从形态、鲜嫩度、腐烂、气味 4 项指标按各等级标准打分后,汇总分值。各等级评分标准如表 1 所示。

表 1

绿芦笋感官评定指标

Table 1

Sensory evaluation indexes of Green Asparagus

感官指标	I级(9~10分)	II级(7~8分)	III级(5~6分)	IV级(2~4分)	V级(1分)
形态	尖部鳞片紧包,无开散	开散鳞片<1/8	1/8<开散鳞片<1/3	1/3<开散鳞片<2/3	开散鳞片>2/3
鲜嫩度	无萎缩	嫩茎轻微萎缩	嫩茎有萎缩,根部轻微干枯	嫩茎较重萎缩,根部有干枯	萎缩严重,根部干枯严重
腐烂	无腐烂	笋尖萎蔫,出现少量水渍状	笋尖有水渍现象,尖部和根部稍有长霉	水渍现象较重,尖部和根部有霉烂	水渍现象严重,霉烂严重
气味	绿芦笋特有气味	无异味	轻微异味	异味较重	有强烈败坏味

1.3.2 硬度测定 采用 TA.XT.Plus 物性测定仪测定,选用参数:P/2 柱头(Ø2 mm),Pre-test speed:3 mm/s,Test speed:2 mm/s,Post-test speed:5 mm/s,Distance:3 mm,Trigger:5 g。单位为 kg/cm²。测定时,每次取 5 株绿芦笋,测试位置在绿芦笋嫩茎距尖部 7 cm 处和 14 cm 处,取每次测量的最大值,最后取其平均值。

1.3.3 可溶性固形物含量(TSS)测定 采用 PAL-13810 便携式手持折光仪测定。取绿芦笋用料理机打浆,搅拌均匀,过滤后取滤液,测定可溶性固形物含量,记录测试值。每处理测试重复 10 次,取平均值。

1.3.4 呼吸强度测定 采用静置法^[8]测定。室温下,将 500 g 绿芦笋置于固定体积容器内,密闭 4 h 后,用气体成分测定仪测定,以每千克绿芦笋每小时所累积释放的 CO₂ 含量计,单位:CO₂ mg·kg⁻¹·FW·h⁻¹。

1.3.5 乙烯生成速率测定 采用岛津 2010 型气相色谱仪程序升温法^[9]测定。

1.3.6 电导率测定 采用 DDS-307A 型电导仪测定。

1.3.7 维生素 C 含量测定 采用钼蓝比色法测定^[10]。

1.3.8 过氧化物酶(POD)活性测定 采用愈创木酚氧化法测定^[11]。

1.3.9 苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性测定 称取绿芦笋 1.0 g,加入 10 mL 预冷的 0.1 mol/L pH 8.8 DTT 硼酸缓冲液,研磨匀浆后,于 4℃ 15 000 r/min 离心 20 min。取 0.2 mL 上清液,加入到 3 mL 反应体系中(2 mL 0.1 mol/L pH 8.8 DTT 硼酸缓冲液、1 mL 0.02 mol/L L-苯丙氨酸),37℃ 水浴 30 min,然后加入 6 mol/L HCl 0.2 mL 终止反应,测定 290 nm 处吸光值。

1.3.10 过氧化氢酶(CAT)活性测定 取 3.0 g 果肉加入 10 mL 预冷后的 pH 7.5、0.05 mol/L 的磷酸缓冲液(内含 0.005 mol/L 二硫苏糖醇和 2% PVPP),在冰浴中研磨成匀浆,12 000 r/min、4℃ 下离心 20 min,收集上清液立即用于以 CAT 活性测定。CAT 反应体系:取 0.2 mL 粗酶液,加入 3 mL 0.02 mol/L H₂O₂ 后,在 240 nm 下测定 2 min 内样品的吸光度变化。过氧化氢酶活性计算公式均为: $X = (\Delta A \times D) / (0.01 \times t \times W)$ 。式中:X:酶的比活力,0.01 $\Delta A \cdot g^{-1} FW \cdot min^{-1}$, ΔA :反应时间内吸光度的变化,D:稀释倍数即提取的总酶液

为反应系统内酶液体积的倍数,t:反应时间,min,w:果肉重,g。

1.4 数据分析

所有试验数据采用 Excel、SPSS 17.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 低温驯化对绿芦笋感官品质的影响

感官评定是凭借人体感觉器官对果蔬品质好坏进行判断。由图 1 可知,贮藏前 10 d,2 个处理组绿芦笋感官品质均较好,且二者间的差别不大。但从贮藏第 15 天起,2 处理组绿芦笋感官品质不断下降,且存在显著差异($P < 0.05$)。贮藏 35 d,CK 组绿芦笋感官评分降至 13 分,完全失去了食用价值,而 B-1 绿芦笋在 40 d 时的感官评分仍为 17 分。可见,低温驯化不但延长了绿芦笋的贮藏时间,也保持了绿芦笋的感官品质和商品价值。

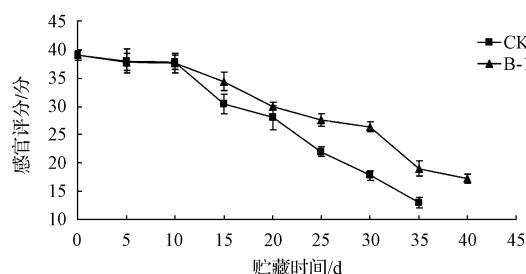


图 1 低温驯化对绿芦笋感官品质的影响

Fig. 1 Effect of cold acclimation on sensory evaluation of green *Asparagus officinalis*

2.2 低温驯化对绿芦笋可溶性固形物(TSS)含量的影响

可溶性固形物主要指果蔬中能溶于水的糖、酸、维生素、矿物质等,其含量高则果蔬中糖、维生素、氨基酸等营养成分含量就高^[12]。由图 2 可知,在贮藏期间,2 处理绿芦笋 TSS 变化较小。CK 组在贮藏初期 TSS 略有下降,在 10 d,TSS 由初值的 5.12% 下降至 4.30%,而后,其 TSS 含量基本保持稳定,在贮藏 30 d,TSS 降至 3.76%。低温驯化(B-1)处理绿芦笋在贮藏前 15 d TSS 略有下降,降至 4.49%,而后 TSS 含量略有上升,其后在 4.83%~4.55% 之间小幅变动,在 40 d 时 TSS 降至

4.13%,与CK组存在极显著性差异($P<0.01$)。在贮藏期间,B-1处理绿芦笋TSS始终大于CK组,可见,低温驯化可以有效地防止绿芦笋TSS的降低。

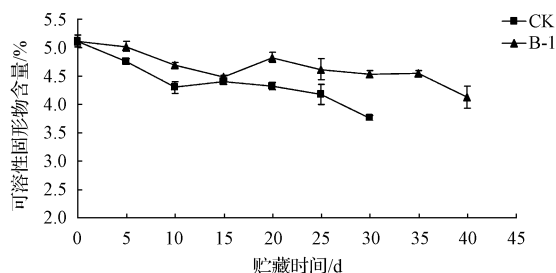


图2 低温驯化对绿芦笋可溶性固形物含量的影响

Fig.2 Effect of cold acclimation on soluble solid content of green *Asparagus officinalis*

2.3 低温驯化对绿芦笋电导率的影响

果蔬遭受冷害时,细胞膜的透性会发生变化,细胞中的电解质向外渗透速度会加快,即电导率增大。由图3可以看出,在贮藏期间,2处理绿芦笋电导率变化趋势相似,均呈不断增加趋势,但B-1处理绿芦笋电导率始终低于CK组,二者存在显著性差异($P<0.05$)。贮藏30d,CK组绿芦笋电导率由初值的13.90%增至30.36%,而B-1处理在贮藏40d电导率为28.79%。可见,低温驯化防止了冷害的发生,抑制了绿芦笋电导率的增加。

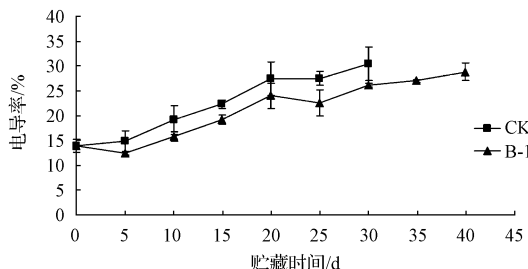


图3 低温驯化对绿芦笋电导率的影响

Fig.3 Effect of cold acclimation on conductivity of green *Asparagus officinalis*

2.4 低温驯化对绿芦笋呼吸强度的影响

在贮藏过程中绿芦笋仍为生命体,同化作用停止,因而其呼吸作用成为了新陈代谢的主导,而呼吸作用直接影响了绿芦笋的各种生理生化过程^[13]。由图4可知,CK组绿芦笋呼吸强度不断增大,在10d时达到呼吸高峰,峰值为 CO_2 464.30 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$,而后呼吸强度不断下降,在30d时降至 CO_2 119.28 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$ 。在贮藏期间,B-1处理绿芦笋分别在10d和20d时出现了2次呼吸高峰,峰值分别为 CO_2 411.40 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 CO_2 327.40 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$,而后其呼吸强度不断下降,在贮藏后期,呼吸强度变化较小。B-1处理绿芦笋呼吸强度略低于CK组,但2组之间差异不大($P>0.05$)。可见,低温驯化对绿芦笋呼

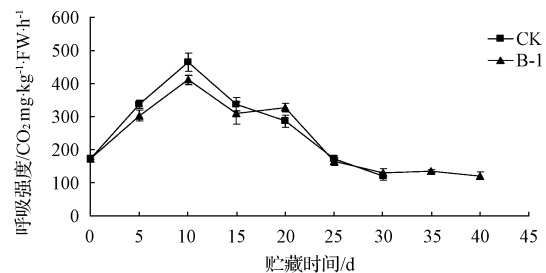


图4 低温驯化对绿芦笋呼吸强度的影响

Fig.4 Effect of cold acclimation on respiratory intensity of green *Asparagus officinalis*

吸强度抑制作用并不是很明显。

2.5 低温驯化对绿芦笋乙烯生成速率的影响

乙烯是植物体的一种植物激素,虽然其在植物体内的生成量非常小,但其在发动和促进果实的成熟衰老过程中起到了决定性的作用。由图5可知,CK组和B-1组绿芦笋乙烯生成速率变化趋势大体相同,均在10d时达到峰值,这与图4呼吸强度变化相应。CK组乙烯生成速率达到峰值13.02 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 后呈不断下降趋势,在20d时降至7.69 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,而后保持稳定;B-1处理绿芦笋在10d时乙烯生成速率达到峰值10.87 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,其后速率不断下降,在25d时降至5.61 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。从该试验结果看,在贮藏期间,B-1绿芦笋乙烯生成速率始终小于CK组,二者存在显著差异($P<0.05$)。可见,低温驯化可以抑制绿芦笋乙烯生成速率的增长。

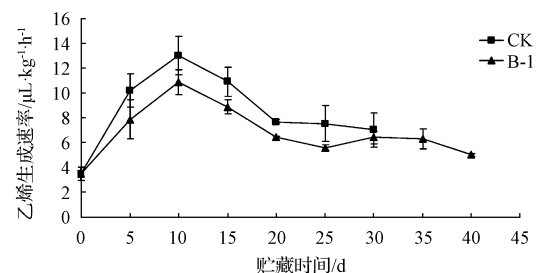


图5 低温驯化对绿芦笋乙烯生成速率的影响

Fig.5 Effect of cold acclimation on ethylene production of green *Asparagus officinalis*

2.6 低温驯化对绿芦笋维生素C含量的影响

绿芦笋贮藏中的维生素C含量的变化也是判断其保鲜品质的重要因素^[14]。从图6可以看出,CK组维生素C含量在贮藏5d时即快速下降,由初值151.56 $\mu\text{g}/\text{g}$ 降至51.00 $\mu\text{g}/\text{g}$,其后,绿芦笋维生素C含量不断下降,但速度较为缓慢,在30d时其含量下降到22.13 $\mu\text{g}/\text{g}$ 。在整个贮藏过程中,B-1处理绿芦笋维生素C含量均略高于CK组,在5d时,B-1维生素C含量降至62.29 $\mu\text{g}/\text{g}$,而后其含量缓慢下降,在40d时,维生素C含量降为16.77 $\mu\text{g}/\text{g}$,但二者存在显著差异($P<0.05$)。

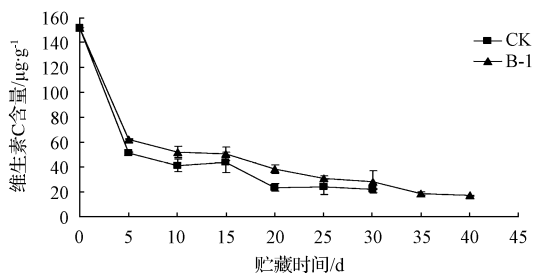


图6 低温驯化对绿芦笋维生素C含量的影响

Fig. 6 Effect of cold acclimation on Vc content of green *Asparagus officinalis*

2.7 低温驯化对绿芦笋硬度的影响

由图7可以看出,CK组与B-1组绿芦笋硬度变化趋势有所不同。CK处理硬度不断下降,在20 d时,由初值21.62 kg/cm²降至19.45 kg/cm²,这可能是嫩茎组织内部失水较多,使其组织松弛,硬度值下降所致;而后,绿芦笋硬度快速上升,在30 d时,硬度升至26.35 kg/cm²,这是因为其木质化程度增加,而使其硬度快速增加。B-1在贮藏初期硬度略有下降,但幅度较小,仅为0.91 kg/cm²。贮藏10 d起,绿芦笋硬度不断上升,在40 d时,硬度增至24.87 kg/cm²。从15 d起,2个处理之间存在显著差异($P < 0.05$)。可见,低温驯化可以有效地抑制绿芦笋失水和木质化程度的增加。

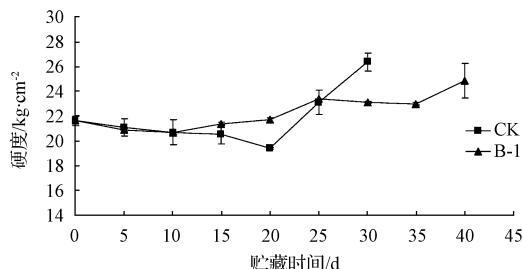


图7 低温驯化对绿芦笋硬度的影响

Fig. 7 Effect of cold acclimation on firmness of green *Asparagus officinalis*

2.8 低温驯化对绿芦笋苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性的影响

PAL是植物次生代谢的关键酶之一,对植物体内的木质素、植保素、类黄酮等多种次生物质的形成起重要的调节作用^[15]。由图8可知,CK和B-1绿芦笋PAL活性变化趋势相似,其活性不断增加,在25 d时达到峰值,分别为51.29和48.24(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),而后不断下降。在30 d时,CK组PAL活性降至45.60(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),B-1处理PAL活性在35 d时降至39.71(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),之后保持稳定。在贮藏过程中,CK组PAL活性始终大于B-1处理,且二者存在显著差异($P < 0.05$),可见,低温驯化有效地抑制了绿芦笋贮藏期间PAL活性的增加。

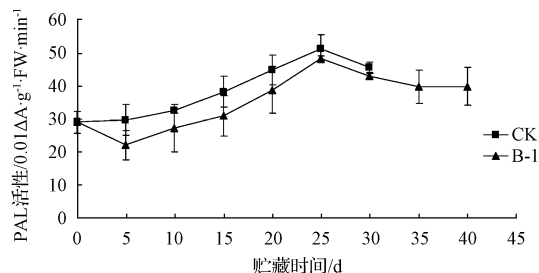


图8 低温驯化对绿芦笋PAL活性的影响

Fig. 8 Effect of cold acclimation on PAL activity of green *Asparagus officinalis*

2.9 低温驯化对绿芦笋过氧化氢酶(CAT)活性的影响

CAT可清除过氧化氢,保护植物机体细胞稳定的内环境,是植物体内重要的保护酶^[16]。由图9可知,CK组芦笋CAT活性在5和15 d时出现2次峰值,分别为212.47(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹)和204.68(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),而后其活性不断下降,在25 d时降至最低152.96(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹)。B-1处理绿芦笋CAT活性也出现了2次高峰,分别在10和25 d时,值为222.35和208.26(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹)。此后,其活性有所下降,在35 d时降至191.43(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),与CK组相比存在显著差异($P < 0.05$)。B-1处理CAT活性大于CK组,因而,低温驯化提高了CAT活性,增强了对绿芦笋的保护作用,并推迟了CAT活性峰值出现的时间。

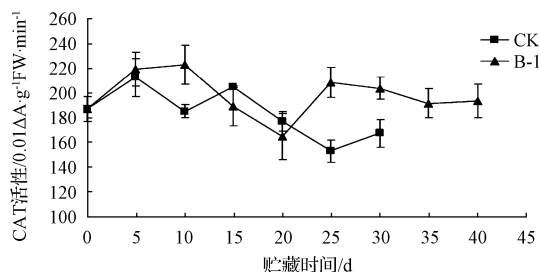


图9 低温驯化对绿芦笋CAT活性的影响

Fig. 9 Effect of cold acclimation on CAT activity of green *Asparagus officinalis*

2.10 低温驯化对绿芦笋过氧化物酶(POD)活性的影响

POD活性是果实成熟衰老的一个主要标志,其活性上升有利于清除植物体内产生的自由基,对植物细胞膜具有保护作用。由图10可知,CK组芦笋的POD活性不断下降,在10 d时降至6.98(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),而后活性增加,在15 d时出现峰值,为8.77(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),其后POD活性有所下降并保持稳定。贮藏初期,B-1处理绿芦笋POD活性有所下降,在15 d时降至7.85(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹),然后其活性不断上升,在25 d时达到峰值10.95(0.01ΔA·g⁻¹FW·min⁻¹)。在贮藏后期,POD活性不断下降,在40 d时降

至 $7.60(0.01\Delta A \cdot g^{-1}FW \cdot min^{-1})$,且2个处理在25 d时存在显著性差异($P < 0.05$)。B-1处理的绿芦笋 POD活性大于CK组的,可见,低温驯化提高了POD活性,并推迟了其峰值出现的时间,提高了对绿芦笋的保护作用。

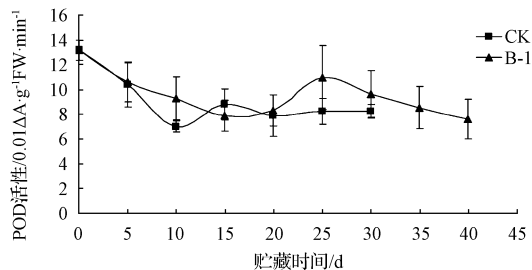


图10 低温驯化对绿芦笋 POD活性的影响

Fig. 10 Effect of cold acclimation on POD activity of green *Asparagus officinalis*

3 结论

与直接冰温贮藏相比较,低温驯化结合冰温技术可以延长绿芦笋的贮藏时间,并使其保持良好的感官品质;低温驯化可以减少绿芦笋营养物质的流失,提高绿芦笋 TSS 和维生素 C 含量;抑制了绿芦笋乙烯生成速率的增加,进而降低了其呼吸强度;同时,防止了绿芦笋因失水而硬度下降,并抑制了绿芦笋 PAL 活性的升高,降低了硬度上升的幅度,使绿芦笋保持较好的质地;减轻了绿芦笋冷害的发生,抑制了其电导率的上升,并使绿芦笋 CAT 和 POD 活性增加,推迟了二者活性高峰出现的时间,增强了对绿芦笋的保护作用。

低温驯化是植物对低温的一个适应锻炼的过程。许多植物如果预先给予适当的低温处理,即可经受更低温度的胁迫。该试验认为,在绿芦笋冰温贮藏前,采用

低温驯化的方式可使绿芦笋更好地适应冰温条件,减轻或避免冷害发生,降低果蔬品质的变化。

参考文献

- [1] 王春燕,王卫东,李超,等.芦笋的生物活性成分及其生理功能[J].食品与药品,2010,12(9):369-372.
- [2] 蒋振晖,顾振新.芦笋嫩茎采后生理和品质变化及保鲜技术[J].食品与发酵工业,2003,29(5):80-85.
- [3] 高文庚,杨晓渊,于雅琼,等.简易气调贮藏绿芦笋表面微生物的初步检测与鉴定[J].食品科学,2010,31(11):209-213.
- [4] 孙秀兰,刘兴华,张华云.果蔬变温贮藏控制冷害研究进展[J].北方园艺,2000(6):31-33.
- [5] 段洁利.龙眼果实变温处理保鲜技术的研究[J].农机化研究,2006(11):43-45.
- [6] 杨卫东,李江阔,张鹏,等.阶段降温处理对冷藏南果梨褐变调控效应的影响[J].保鲜与加工,2010,2(10):16-19.
- [7] Krarup. Initial weight loss, packaging and conservation of *Asparagus* [J]. Acta Horticulturae, 1990, 271: 478-483.
- [8] 朱志强,张平,任朝晖.不同包装箱对绿芦笋贮藏效果的影响[J].食品科技,2009,34(9):48-52.
- [9] 张鹏,李江阔,孟宪军,等.1-MCP和薄膜包装对磨盘柿采后生理及品质的影响[J].农业机械学报,2011,42(2):130-133.
- [10] 李志文,张平,任朝晖,等.冰温结合1-MCP对葡萄贮藏品质的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2011(5):4-8.
- [11] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000.
- [12] 李艳.番木瓜气调保鲜技术研究[D].无锡:江南大学,2007.
- [13] 曹慧娟,张平,农绍庄,等.气调包装与果蔬液体保鲜剂对芦笋贮藏效果的影响[J].保鲜与加工,2007(4):22-24.
- [14] 张少颖.一氧化碳对绿芦笋采后生理及贮藏品质的影响[J].中国农学通报,2010,26(10):77-81.
- [15] 张鹏,张魁.采后1-甲基环丙烯处理对绿芦笋贮藏品质的影响[J].食品与生物技术学报,2007,26(3):24-28.
- [16] 魏云潇,何良兴,谢灵燕.植酸对芦笋采后贮藏过程中生理变化及酶类的影响[J].安徽农业科学,2011,39(25):15801-15803.

Effect of Cold Acclimation Combined with Ice-temperature on Quality of Green *Asparagus officinalis*

SONG Xiu-xiang¹, LU Xiao-xiang¹, CHEN Shao-hui², LI Jiang-kuo²

(1. Biotechnology and Food Science College, Tianjin University of Commerce, Tianjin Key Laboratory Food of Biotechnology, Tianjin 300134;
2. National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products, Tianjin 300384)

Abstract: Taking direct ice-temperature for comparison, combined cold acclimation with controlled freezing point, the effect of cold acclimation before ice-temperature storage on quality of green *Asparagus officinalis* were studied. The results showed that cold acclimation could increase the storage life of green asparagus 10 d, and improved its organoleptic quality, TSS and VC content; the increasing of respiratory intensity and ethylene production of green *Asparagus officinalis* was restrained, and the rise of conductivity was reduced, when the conductivity of CK group ascended to 30.36% at 30 d, the conductivity of cold acclimation treatment was 28.79% at 40 d; at the same time, the substantial rising of the PAL activity was controlled, so the firmness of green asparagus could be kept; the POD and CAT activity was advanced and the appearing time of their activity peak was delayed, meanwhile resistance function of green *Asparagus officinalis* for peroxide was enhanced.

Key words: green *Asparagus officinalis*; ice-temperature; cold acclimation; storage quality