

## 冻结终温和贮藏温度对梨枣果实的影响

魏天军<sup>1</sup>, 邓西民<sup>2</sup>

(1. 宁夏农林科学院农产品贮藏加工研究所, 银川 750002; 2. 中国农业大学园艺学院 北京 100094)

**摘要:**以梨枣为试材, 研究了冷冻、冻结终温和冻藏温度对果肉细胞相对活力、果肉细胞膜透性和果实品质的影响。试验结果表明: 梨枣冷冻后, 果肉细胞活力下降了 85.0%。冻藏 8 个月后, 贮藏在 -35℃ 中的枣果果肉细胞相对活力比贮藏在 -22℃ 中的高 27.4%。同时, 果肉细胞相对活力和果肉细胞膜透性之间呈极显著负相关 ( $r = -0.9023$ )。冻结终温和贮藏温度对果肉细胞膜透性有显著的影响。梨枣冷冻后, 果肉硬度极显著下降, 而在贮藏过程中, 没有明显变化。梨枣在冻藏的后 4 个月, 抗坏血酸含量显著下降, 下降幅度达 37.1%~40.2%; 可溶性固形物含量在贮藏前 4 个月显著下降, 后 4 个月又显著上升; 可滴定酸含量没有受到冷冻、冻结终温和贮藏温度的显著影响。

**关键词:** 梨枣; 冷冻; 冻结终温; 贮藏温度; 果实品质

**中图分类号:** S665.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2006)06-0152-02

枣(*Zizyphus jujuba* Mill.) 原产我国, 已有 3 000 多年的栽培历史。枣果营养丰富, 尤其是维生素 C 含量高达 400~600 mg/100 g 鲜重, 比富含维生素 C 的栽培猕猴桃品种果肉中的 Vc 含量还要高许多。此外, 枣(包括酸枣)所含的环磷酸腺苷是 14 种园艺植物中最高的<sup>[1]</sup>。临床医学已证明, 环磷酸腺苷(cAMP)对冠心病、心肌梗塞等心血管疾病有预防和治疗作用<sup>[2]</sup>。

水果冷冻贮藏是在食品冷冻贮藏的基础上发展起来的一种贮藏水果的方法。美国从 1904 年开始在商业上用冷冻方法保存水果<sup>[3]</sup>。在我国, 上世纪 70~80 年代, 广东、浙江等沿海省市开始冷冻荔枝、蔬菜出口创汇, 目前已有 19 种水果进行过冷冻贮藏研究<sup>[4]</sup>。水果作为一种食品, 多数人认为在 30 min 内通过 -1~-5℃ (冻结食品的最大冰晶生成区), 并使其中心温度降到 -18℃ 以下, 称为水果的速冻<sup>[5,6]</sup>。因此, 冷冻速率<sup>[7]</sup>、冻藏温度<sup>[8]</sup>、冻藏水果的包装<sup>[9]</sup>、冻藏水果过氧化物酶和多酚氧化酶的活性<sup>[10,11]</sup>和解冻方式<sup>[7]</sup>均影响水果的最终品质。

本试验将研究在冷冻和贮藏过程中, 冷冻速率、冻结终温和冻藏温度对梨枣果肉细胞活力、果肉细胞膜透性以及果实品质的影响, 从而为优化鲜枣速冻贮藏工艺提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

梨枣采自山西省临猗市, 着色面积为 30% 左右, 平均单果重 26.5 g。

### 1.2 冷冻工艺流程

鲜梨枣→选果→自来水冲洗→灭菌→预冷→冷冻→包装→冻藏→解冻。

### 1.3 处理方法

在预冷前, 将枣果在室温(20~22℃)下放置一夜, 让其自然失水 5%, 此时枣果着色面积转为 80%~90%。将预冷到 0~5℃ 的梨枣, 以 0.98℃/min 的降温速率进行冷冻。

试验设冻结终温分别为 -30℃ 和 -50℃; 冻藏温度为 -22℃(B)和 -35℃(A), 这样就形成了 4 种冻结终温和冻藏温度的处理组合, 每种处理组合用梨枣 250 g 并重复 3 次。

### 1.4 测定项目

1.4.1 果肉细胞相对活力 参照 Towill<sup>[12]</sup> 的方法, 但在许

多方面做了调整变动。冻枣果肉细胞相对活力以(冻枣 A<sub>485</sub>/鲜梨枣 A<sub>485</sub>)×100 表示。

1.4.2 果肉细胞膜透性的测定 参照 Tieman 等<sup>[13]</sup> 的方法, 用 0.5 mol/L 甘油溶液作为浸泡介质, 浸泡温度为 15~16℃。

1.4.3 抗坏血酸含量 2,6-二氯酚靛酚法。

1.4.4 可溶性固形物含量(TSS) 手持折光仪(精度为 0.1%)测定。

1.4.5 可滴定酸含量 0.1 N NaOH 滴定, 以苹果酸表示总酸量。

1.4.6 果肉硬度 用苹果硬度计(HP-12B)测定单果对称两侧处的果肉硬度, 单果重复 10 次, 取平均值。

### 1.5 数据分析

试验数据用 SPSS 软件进行分析, 用邓肯氏新复极差法进行多重比较, 差异显著水平  $P = 0.05$  或  $P = 0.01$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 冻结终温和贮藏温度对果肉细胞相对活力的影响

梨枣以 0.98℃/min 的降温速率冷冻后, 其果肉细胞活力仅相当于冻前梨枣的 14.9%~15.1% (图 1)。冷冻后的梨枣在 8 个月的贮藏期中, 贮藏在 -35℃ 中且具有一 30℃ 冻结终温的枣果, 果肉细胞活力在第 4 个月比鲜枣降低了 61.3 个百分点, 而 -50℃ 冻结终温的处理, 到第 8 个月时果肉细胞活力降低了 64.1 个百分点。贮藏在 -22℃ 中的具有一 30℃ 或 -50℃ 冻结终温的枣果, 其果肉细胞活力比鲜枣降低了 81.9~84.6 个百分点, 但彼此间没有显著差异 ( $P > 0.05$ )。

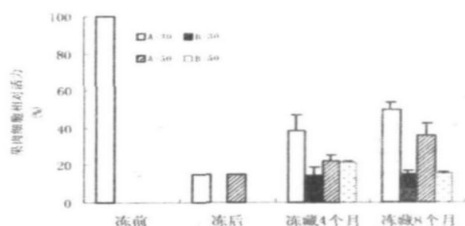


图 1 冻枣果肉细胞相对活力变化

### 2.2 冻结终温和贮藏温度对果肉细胞膜透性的影响

表 1 的结果表明, 冻结终温和冻藏温度对贮藏 8 个月的梨枣果肉细胞膜透性有显著 ( $P < 0.05$ ) 的影响。其中, -50℃ 冻结终温枣果果肉细胞膜透性比 -30℃ 的小 14.1%~15.5%; -35℃ 贮藏的枣果, 果肉细胞膜透性比 -22℃ 中的

收稿日期: 2006-06-12

小9.1%~14.4%。进一步分析结果表明: 果肉细胞相对活力和细胞膜透性呈极显著的负相关, 回归方程为  $y=170.53-3.8944x$ , 相关系数  $r=-0.9023$ 。

表1 冻藏枣果肉细胞膜透性变化(%)				
处理	A-30	B-30	A-50	B-50
细胞膜透性	37.4b	41.1a	31.6c	36.8b

2.3 冻结终温和贮藏温度对抗坏血酸含量的影响

在贮藏期间, 梨枣抗坏血酸含量逐渐下降(图2)。在前4个月, 除B-50果的抗坏血酸含量极显著( $P<0.01$ )下降外, 其它3个处理的均没有显著下降。后4个月, 4种处理组合的抗坏血酸含量下降幅度达37.1%~40.2%, 但冻结终温和贮藏温度没有表现出显著的影响。

2.4 冻结终温和贮藏温度对可滴定酸含量的影响

从图3可知, 尽管可滴定酸含量变化表现为下降后(第4个月)又上升的趋势, 但经生物统计分析表明, 冻藏温度、冻结终温和贮藏时间均对果实可滴定酸含量没有显著的影响。

2.5 冻结终温和贮藏温度对可溶性固形物(TSS)含量的影响

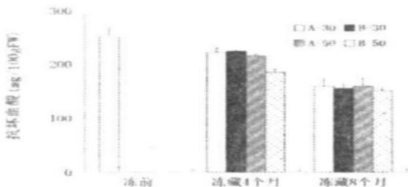


图2 鲜枣和冻枣抗坏血酸含量变化

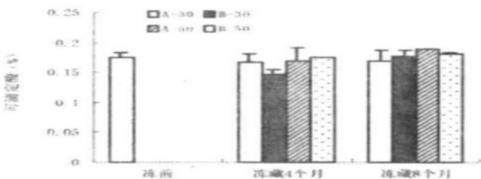


图3 鲜枣和冻枣可滴定酸含量变化

在贮藏期间, 梨枣可溶性固形物含量在前4个月显著下降( $P<0.05$ ), 其中-50℃冻结终温且贮藏在-35℃或-22℃中枣果的TSS显著低于-30℃冻结终温并贮藏在-22℃中的。贮藏后4个月, 枣果TSS又显著上升, 但冻结终温和贮藏温度对TSS没有显著的影响(图4)。

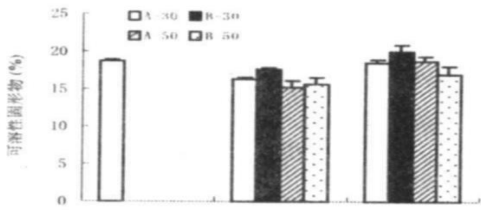


图4 鲜枣和冻枣可溶性固形物含量的变化

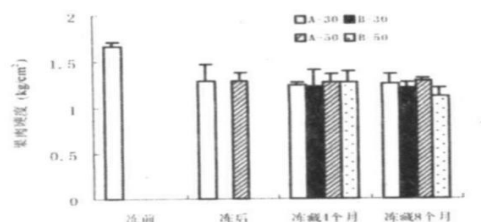


图5 鲜枣和冻枣果肉硬度变化

2.6 冻结终温和贮藏温度对果肉硬度的影响

图5的结果说明, 梨枣冷冻后, 果肉硬度从1.67 kg/cm<sup>2</sup>极显著( $P<0.01$ )下降到1.29 kg/cm<sup>2</sup>。随后在冻藏过程中, 冻结终温、贮藏温度和贮藏时间对果肉硬度均没有显著的作用, 至第8个月时果肉硬度保存率为67.1%~77.2%。

3 讨论

在食品速冻时, 人为设定的冻结过程结束时食品的中心温度, 称为速冻食品的冻结终温。一般认为果蔬内90%水分冻结时才能抑制微生物生长、降低生化反应速率, 达到长期贮藏的目的<sup>[14]</sup>。梨枣含水率78%, 冰点-3℃左右, 当冻结终温为-30℃时, 其结冰率达90.0%; 冻结终温为-50℃时, 结冰率达94.0%。在本试验中, 冻藏8个月的梨枣, -50℃冻结终温的果肉细胞膜透性比-30℃的显著小; 冻藏在-22℃温度中的具有-50℃冻结终温的枣果, 其抗坏血酸含量在贮藏的前4个月极显著下降; 同时, -50℃冻结终温枣果的TSS比-30℃的低2.1%~2.5%。这些都说明冻结终温对梨枣果实品质有一定的影响。

4 结论

着色30%的梨枣果实以0.98℃/min冷冻速率冻结后, 果肉细胞活力仅有14.9%~15.1%。低的冻结终温或贮藏温度对梨枣果实细胞膜透性影响小于相对高的冻结终温或贮藏温度。

梨枣果实冷冻后果肉硬度下降了26.3%。在贮藏过程中, 冻结终温和贮藏温度对果肉硬度没有显著的作用。

梨枣果实贮藏的前4个月, 低的冻结终温和较高贮藏温度使果实抗坏血酸含量下降较快。低冻藏温度有利于保持梨枣果实品质, 冻结终温仅对果实品质有一定的作用。

参考文献:

[1] 刘孟军, 王永惠. 枣和酸枣14种园艺植物cAMP含量的研究[J]. 河北农业大学学报, 1991, 14(4): 20-23.

[2] Cyong CC, Kiyomichi H. Cyclic adenosine monophosphate in fruits of zizyphus jujuba[J]. Phytochemistry, 1980, (19): 2747.

[3] 周山涛. 水果速冻保藏[J]. 中国果品研究, 1985, (4): 15-16.

[4] 魏天军, 邓西民. 水果速冻保藏研究进展[J]. 果树学报, 2002, 19(5): 356-361.

[5] 张楸平. 水果的速冻加工技术[J]. 冷藏技术, 1994, (1): 39-44.

[6] 高福成. 速冻食品[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1990. 10-18.

[7] Mohr WP, Stein M. Effects of different freeze thaw regimes on ice formation and ultrastructural changes in tomato fruit parenchyma tissue[J]. Cryobiology, 1969, 6(1): 15-31.

[8] 刘宝林, 许建俊, 华泽钊, 等. 两种冻藏方法对草莓质量的影响[J]. 食品工业科技, 1998, (2): 22-23.

[9] Thakur BR, Arya SS. Relative suitability of plastic films for the frozen storage of mango pulp[J]. J. Food Processing Preservation, 1988, 9(12): 171-178.

[10] 晏绍庆, 华泽钊, 刘宝林. 玻璃化保存草莓多酚氧化酶和过氧化物酶活性变化的实验研究[J]. 食品科学, 2000, 21(8): 58-62.

[11] Guadagni DG, Sorber DG, Wilbur JS. Enzymatic oxidation of phenolic compounds in frozen peaches[J]. Food Technology, 1949, (3): 359.

[12] Towill LE, Mazur P. Studies on the reduction of 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chloride as a viability assay for plant tissue cultures[J]. Can. J. Bot, 1975, 53: 1097-1102.

[13] Tieman DM, Handn AK. Reduction in pectin methylesterase activity modifies tissue integrity and cation levels in ripening tomato fruits[J]. Plant Physiology, 1994, 106: 429-436.

[14] 冯叙桥. 果蔬加工工艺学[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1996. 186-203.