焦亚硫酸钠水浴处理对板栗贮藏效果的影响

丛永亮，鲁周民*，段振军，曹雪丹，池　明
(西北农林科技大学林学院,陕西 杨凌　712100)

摘　要：以“镇安”红栗为试材，研究采后不同浓度$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗贮藏过程中部分生理生化指标的影响。结果表明，$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗贮藏中的腐烂、呼吸强度、淀粉水解速率、可溶性糖和可溶性蛋白的降解有一定的抑制作用，$Na_2S_2O_5$浓度越大，抑制效果越明显；由于$Na_2S_2O_5$处理抑制了淀粉的分解和可溶性糖的消耗，所以在贮藏前期各处理板栗的可溶性糖含量均低于对照，但在贮藏结束时可溶性糖含量高于对照。结果表明，$Na_2S_2O_5$处理对板栗具有较好的贮藏效应。

关键词：板栗；焦亚硫酸钠；水浴处理；　采后生理

Effect of Sodium Metabisulfite Water-curing Treatment on Storage of Chestnut (*Castanea mollissima* Blume)

CONG Yong-liang, LU Zhou-min*, DUAN Zhen-jun, CAO Xue-dan, CHI Ming
(College of Forestry, Northwest A and F University, Yangling　712100, China)

Abstract: The effect of different $Na_2S_2O_5$ water-curing treatments were used to study on the post-harvest physiologic and biochemical characteristics of Zhen'an chestnut (*Castanea mollissima* Blume). The results indicated that $Na_2S_2O_5$ water-curing treatments depressed rot, respiration intensity, decompose rate of starch and soluble protein during storage; the higher $Na_2S_2O_5$ concentration, the more significantly they were depressed; because $Na_2S_2O_5$ treatments depressed the decompose rate of starch and the consumption of the soluble sugar, the soluble sugar content of chestnut with $Na_2S_2O_5$ treatments was lower than that of control in the early period of storage, but higher in the end. The results indicated that sodium mtabisulfite treatment could make preferable better effect on the storage of chestnut.

Key words: chestnut; sodium metabisulfite; water-curing treatment; post-harvest physiology
中图分类号: S664.2093; TS255.36　　文献标识码: A　　文章编号: 1002-6630(2008)05-0449-04

目前我国板栗栽培面积达200万hm²，产量约200万吨，占世界板栗总产量的50%以上。然而由于板栗采后易失水、霉变、生虫，腐烂变质严重，因此板栗的保鲜贮藏显得非常重要。随着我国板栗产业的发展，板栗产量将会逐年增加，进一步深入进行板栗贮藏的理论与应用技术研究是板栗产业发展面临的实际问题。国内外科研工作者对板栗的贮藏保鲜的理论与技术进行了一系列研究，尤其是在采后通过热水浴、低氧、高二氧化碳和次氯酸钠水浴等处理提高板栗的贮藏保鲜效果等方面取得了一定的研究进展[1-4]。鲁周民等[5]研究发现，硫处理能在很大程度上抑制霉菌生长并降低淀粉酶等酶类活性，阻止淀粉等营养物质的分解，采用硫处理可以大大提高板栗的贮藏性能。$Na_2S_2O_5$是我国食品生产中在一定范围内允许使用的添加剂，自1925年[6]采用SO_2熏蒸新鲜葡萄果实取得较好的保鲜效果以来，利用SO_2释放剂，对葡萄、龙眼、荔枝以及番茄等新鲜果蔬进行保鲜处理，得到了广泛的研究和应用。由于板栗采后自身呼吸作用比较旺盛，容易蒸腾失水，直接贮藏易造成腐烂损失。本实验以镇安红栗为材料，研究不同浓度$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗冷藏期间生理生化的影响，进一步探讨$Na_2S_2O_5$处理对板栗的作用机理，为板栗的采后保鲜贮藏提供理论基础和技术依据。

1　材料与方法

1.1　材料

镇安红栗采于陕西镇安县板栗生产基地。采收后装袋运回实验室在5±1℃下预冷，翌日进行不同浓度的$Na_2S_2O_5$水浴处理。

收稿日期：2007-12-14
基金项目：国家林业局重点推广项目(2003-24-3)；西北农林科技大学科研专项项目(07ZR017)
作者简介：丛永亮(1982-)，男，硕士研究生，主要从事板栗贮藏保鲜技术研究。E-mail：linyio631@163.com
*通讯作者：鲁周民(1966-)，男，副研究员，主要从事果品保鲜贮藏与加工利用研究。E-mail：lzm139@nwsuaf.edu.cn

1.2 方法

剔除病果、虫果、未熟果及小果，选出大小均匀、成熟度一致的果实进行以下处理：常温下分别在浓度为1%(处理1)、2%(处理2)和4%(处理3)的$Na_2S_2O_5$溶液中水浴(浸泡)处理2h后，取出于室内摊放晾干表面水分，以相同条件下自来水处理为对照。每个处理10kg，3次重复。装入尼龙网袋后置于1±1℃下冷藏。贮藏期间每30d取样测定生理生化指标。

1.3 测定方法

1.3.1 腐烂率调查

于每处理随机取出100粒板栗，切开果实调查腐烂率。

1.3.2 呼吸强度测定

采用GXH-3051型红外线二氧化碳分析仪测定。

1.3.3 相对电导率测定

采用DDS-11型电导率仪进行测定[7]。

1.3.4 淀粉含量测定

3, 5-二硝基水杨酸比色法(DNS法)[8]。

1.3.5 可溶性糖含量测定

蒽酮比色法[8]。

1.3.6 可溶性蛋白含量测定

考马斯亮蓝G-250比色法[9]。

1.3.7 SO_2残留量的测定

碘吸收滴定法[10]。

1.4 数据处理

差异显著性采用SPSS软件统计分析，进行邓肯氏新复极差测验。

2 结果与分析

2.1 不同浓度$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗腐烂率的影响

表1 板栗贮藏期间腐烂率的变化(%)

Table 1 Changes of decay rate of chestnut during storage(%)

处理	贮藏天数(d)					
	0	30	60	90	120	150
CK	0	0	0	0	4	9
1% $Na_2S_2O_5$	0	0	0	0	1	3
2% $Na_2S_2O_5$	0	0	0	0	0	1
4% $Na_2S_2O_5$	0	0	0	0	0	0

从表1可以看出，冷藏90d内各处理和对照板栗均未发现腐烂现象。但120d时对照和1% $Na_2S_2O_5$处理出现腐烂现象，腐烂率分别是4%和1%，而其他处理的板栗没有腐烂。贮藏150d时，对照的腐烂率为9%，1%和2% $Na_2S_2O_5$溶液处理的板栗腐烂率分别为3%和1%，显著低于对照($p<0.01$)，4% $Na_2S_2O_5$处理的板栗没有发生腐烂。可以看出，采用$Na_2S_2O_5$水浴处理可以显著抑制板栗贮藏中的腐烂率，处理浓度越高，抑制效果越明显。

2.2 不同浓度$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗呼吸强度的影响

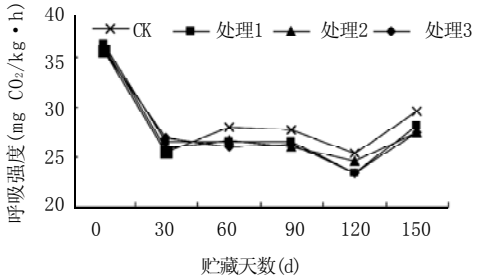


图1 不同浓度$Na_2S_2O_5$水浴处理对贮藏板栗呼吸强度的影响

Fig.1 Effects of $Na_2S_2O_5$ treatment on respiration intensity of chestnut during storage

经不同浓度$Na_2S_2O_5$处理的板栗贮藏中呼吸强度的变化如图1所示。在贮藏初期，板栗呼吸旺盛，各处理和对照板栗的呼吸强度均较高。在贮藏初期的30d内，板栗的呼吸强度迅速降低，而且各处理的板栗在贮藏30d时呼吸强度均高于对照，之后随着贮藏时间的延长，各处理板栗的呼吸强度逐渐变得低于对照，直到贮藏结束均低于对照。1%和4% $Na_2S_2O_5$水浴处理的板栗呼吸强度一直显著低于对照($p<0.01$)。贮藏120d时，各处理的呼吸强度降到最低，1%和4%$Na_2S_2O_5$水浴处理的板栗呼吸强度分别为23.39mg CO_2/kg·h和23.44 mg CO_2/kg·h，与对照存在着极显著差异($p<0.01$)。在贮藏结束时，各处理的板栗呼吸强度显著低于对照($p<0.01$)，其中1%水浴处理的板栗呼吸强度显著高于2%和4% $Na_2S_2O_5$处理($p<0.01$)，2%和4%处理间没有显著性差异。说明水浴处理对板栗呼吸强度有显著抑制作用，抑制程度与$Na_2S_2O_5$溶液的浓度有关，2%和4%$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗呼吸的抑制作用在整个贮藏过程中表现得最为明显。

2.3 不同浓度$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗淀粉含量的影响

如图2所示，贮藏期间，各处理板栗淀粉含量都逐渐降低。贮藏90d以前各处理板栗淀粉含量的下降速率较快，90d之后直到贮藏结束对照和1% $Na_2S_2O_5$处理的淀粉含量下降速度仍然很快(90d到120d期间，1%$Na_2S_2O_5$处理的淀粉含量下降速率比对照大)，而2%和4% $Na_2S_2O_5$处理的淀粉含量下降缓慢，可能是由于前期板栗的生理代谢旺盛导致了淀粉水解速率的增大，2%和4% $Na_2S_2O_5$处理改变了板栗淀粉代谢水平。贮藏结束时，各处理板栗的淀粉含量均高于对照，2%和4%$Na_2S_2O_5$处理的淀粉含量显著高于对照($p<0.01$)，且各处理间淀粉含量存在显著性差异($p<0.01$)。由此可以得

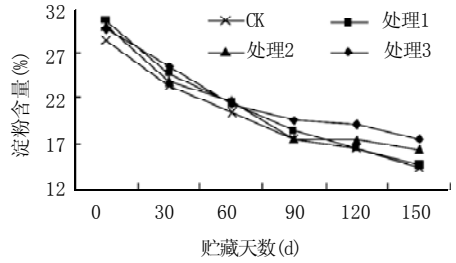


图2 不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理对板栗淀粉含量的影响

Fig.2 Effects of $Na_2S_2O_5$ treatment on starch content of chestnut during storage

知，不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 处理都能抑制板栗淀粉的水解速率有利于淀粉的保持，而且高浓度(4%)处理具有较好的效果。

2.4 不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理对板栗可溶性糖含量的影响

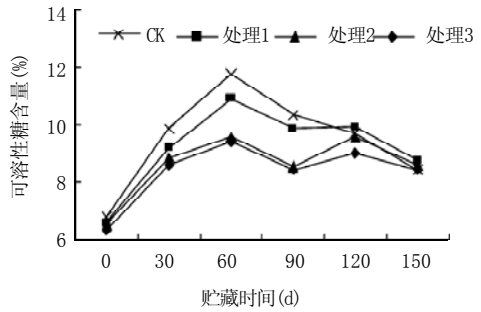


图3 不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理对板栗可溶性糖含量的影响

Fig.3 Effects of $Na_2S_2O_5$ treatment on soluble sugar content of chestnut during storage

从图3可以看出，贮藏60d前，各处理和对照板栗的可溶性糖含量均迅速升高，在60d时达到峰值，而后下降。这是由于在贮藏初期，板栗体内各种生理活动比较强烈，淀粉不断分解使可溶性糖含量增加，之后随着呼吸的消耗又逐渐降低。在贮藏前90d时对照的可溶性糖含量显著高于各处理($p < 0.01$)，2%和4% $Na_2S_2O_5$ 处理间可溶性糖含量变化没有显著性差异，但这两个处理显著低于1% $Na_2S_2O_5$ 处理的可溶性糖含量($p < 0.01$)。贮藏120d时，对照的可溶性糖含量下降到9.72%，显著低于1% $Na_2S_2O_5$ 处理($p < 0.05$)，但仍然显著高于2%和4% $Na_2S_2O_5$ 处理($p < 0.05$)。在贮藏结束时，各处理板栗可溶性糖含量都高于对照，且1%和2%处理都显著高于对照($p < 0.05$)。以上结果说明，不同浓度的 $Na_2S_2O_5$ 处理能够在一定程度抑制淀粉的分解，因此在贮藏中各处理的可溶性糖含量都低于对照，同时由于抑制了呼吸作用，减缓了可溶性糖的消耗降解，所以各处理的可溶性糖降解速度比较缓慢。

2.5 不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理对板栗可溶性蛋白质含量的影响

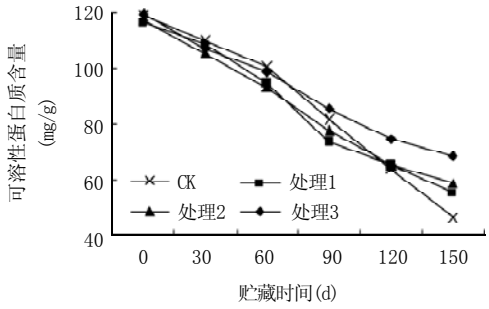


图4 不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理对板栗可溶性蛋白质含量的影响

Fig.4 Effects of $Na_2S_2O_5$ treatment on soluble protein content of chestnut during storage

从图4可见，随着贮藏期的延长，各处理和对照板栗的可溶性蛋白质含量都逐渐下降。贮藏60d以前，对照的可溶性蛋白质含量显著高于各处理($p < 0.01$)。对照板栗在贮藏60d至90d期间蛋白质含量下降速率显著高于各处理，到120d之后其含量显著低于各处理($p < 0.01$)。其中4% $Na_2S_2O_5$ 处理板栗的蛋白质含量显著高于2%和1% $Na_2S_2O_5$ 处理($p < 0.01$)。以上结果表明，不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理在贮藏期间能显著抑制蛋白质含量的下降。

3 讨 论

经过不同浓度 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理后，测定了各处理板栗中 SO_2 的残留量，1%、2%和4% $Na_2S_2O_5$ 水浴处理的板栗 SO_2 的残留量分别为5.82、11.6和26.24mg/kg，对照为1.65mg/kg(这可能是由于土壤中含有一定量的硫而引起的)，均低于国家标准规定指标(50mg/kg)[11]。

本实验中各处理的腐烂率均显著低于对照，说明 $Na_2S_2O_5$ 能够抑制各种霉菌、细菌的生长，并且其浓度越高这种抑制能力越强。硫处理防腐作用机理在于当亚硫酸等分子进入微生物细胞内，便能改变微生物原生质的pH值，造成原生质与核酸分解而使微生物致死，此外，亚硫酸具有还原性，可阻碍微生物正常的生理氧化过程，从而抑制微生物的繁殖[12]。板栗贮藏期间呼吸强度的变化是影响耐贮性的关键因子。$Na_2S_2O_5$ 水浴处理降低了板栗贮藏过程中的呼吸强度，这可能是 $Na_2S_2O_5$ 水浴处理对氧化酶和呼吸有关酶 类活性抑制的结果。Tager等[13]和Ballantyne[14]研究认为：亚硫化物抑制植物呼吸作用的机制与有氧条件下的呼吸途径有关，且与亚硫酸盐的氧化有关。Haismain D R[14]也发现番茄经过硫处理后，细胞内多种氧化酶失活，包括细胞色素氧化酶，从而阻碍了呼吸电子传递链的正常运转。各

浓度$Na_2S_2O_5$处理都能减缓淀粉、可溶性糖和可溶性蛋白含量的降低，但$Na_2S_2O_5$对各营养成分的影响与$Na_2S_2O_5$的浓度有关。4% $Na_2S_2O_5$处理对于淀粉和蛋白质的降解具有较好的抑制效果；从可溶性糖含量来看，1% $Na_2S_2O_5$处理具有较好的效果。这可能是由于$Na_2S_2O_5$水浴处理对各营养成分代谢相关酶类的活性具有一定的抑制作用。实验表明，采用$Na_2S_2O_5$水浴处理对板栗具有较好的贮藏效应。

参考文献：

[1] 蒋侬辉, 钟云, 陈金印. 热处理对板栗贮藏过程中部分生理指标与贮藏效果的影响[J]. 果树学报, 2004, 21(3): 237-240.

[2] 王贵禧, 梁丽松, 孙晓珍. 板栗采后低O_2处理对贮藏品质的影响[J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 173-177.

[3] 梁丽松, 王贵禧. 高CO_2和纯N_2冲击处理对板栗货架期品质变化的影响[J]. 林业科学研究, 2005, 18(3): 236-240.

[4] 杨小胡, 梁丽松, 王贵禧, 等. 次氯酸钠水浴处理对板栗呼吸和几种酶活性的影响[J]. 林业科学, 2007, 43(2): 37-42.

[5] 鲁周民, 吴万兴, 张忠良, 等. 板栗低温冷藏工艺参数研究[J]. 制冷学报, 2003(4): 55-57.

[6] WINKER A J, JACOB H E. The utilization of sulfur dioxide in the marketing grapes[J]. Hilgardia, 1925(1): 107-131.

[7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2001.

[8] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社, 1999: 392-393.

[9] 何红梅, 薛则尧, 曹小彦. 碘吸收滴定法测定食品中二氧化硫残留量[J]. 食品与机械, 2006, 22(3): 142-143.

[10] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 全国食品添加剂标准化技术委员会秘书处. GB2760—2006食品添加剂使用卫生标准[S].

[11] 陈洪国, 陈中. 硫处理技术在果蔬贮藏保鲜中的研究和应用[J]. 广东林业科技, 2001, 17(1): 45-49.

[12] TAGER J M, RAUTANEN N. Sulphur oxidation by a plant mitochondria system: enzymatic and nonenzymatic oxidation[J]. Physiol Plant, 1956(9): 665-673.

[13] BALLANTYNE D J. Sulphite oxidation by mitochondria from green and etilated peas[J]. Phytochemitry, 1977, 16: 49-50.

[14] HAISMAIN D R. The effect of sulphur dioxide on oxidation enzyme system in plant tissue[J]. J Sci Food Agric, 1974, 25: 803-810.