温度对真空包装水煮毛竹笋贮藏品质的影响

潘梦垚1,卢立新1,2,孙昊1,2,唐亚丽1,2

(1. 江南大学, 无锡 214122; 2. 中国包装总公司 食品包装技术与安全重点实验室, 无锡 214122)

摘要:研究了不同温度条件下真空包装水煮毛价笋的品质变化规律,测定了22,33,43℃的温度条件下水煮笋的色泽和硬度,同时检测了水煮笋的蛋白质含量和维生素C含量,探讨了各指标的变化规律。结果表明,温度升高加速了真空包装水煮笋品质的劣变.水煮笋的蛋白质损失和维生素C的降解均符合一级动力学反应。

关键词:温度;真空包装;水煮毛竹笋;品质

中图分类号: TB487; TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2013)01-0022-04

Effect of Temperature on Quality Degradation of Vacuum-packaged Boiled Mao Bamboo Shoot

PAN Meng-yao¹, LU Li-xin^{1,2}, SUN Hao^{1,2}, TANG Ya-li^{1,2}

(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Key Laboratory of Food Packaging Techniques and Safety of China National Packaging Corporation, Wuxi 214122, China)

Abstract: The quality degradation of vacuum-packaged boiled mao bamboo shoot stored under different temperature was studied. The color and hardness of bamboo shoot under 23 °C, 33 °C, and 43 °C were determined; at the same time the contents of protein and vitamin C were analyzed. The results showed that temperature accelerates the quality deterioration of vacuum-packed boiled bamboo shoots; the protein loss and degradation of vitamin C are consistent with first-order kinetic reaction.

Key words: temperature; vacuum packaging; boiled mao bamboo shoot; quality

毛竹笋笋质脆嫩,笋味鲜甜爽口,富含蛋白质、碳水化合物和多种维生素,同时含有人体必需的 17 种氨基酸,具有极佳的保健功能[1]。竹笋产地集中,采收期短,采后极易失水老化,失去食用价值[2]。近年来,为了扩大毛竹笋的销售范围,延长销售时间,真空软塑包装水煮笋制品应运而生。经过加工处理和包装的水煮毛竹笋能够有效延长货架期。

温度对水煮笋贮藏品质的影响极大,而笋的品质决定了其销售价值,目前国内外关于这方面的探讨较少^[3],尤其缺乏笋品质变化的定量分析以及软包装保质机理的研究,进行真空包装水煮毛竹笋贮藏品质的研究至关重要。

笔者检测3种温度下水煮笋的色泽和硬度在贮藏期间的变化规律,并研究毛竹笋的2种重要营养成

分(蛋白质和维生素 C)^[4]的反应动力学,以期为水煮毛竹笋保质包装技术和货架期的预测提供理论基础,为笋制品的工业化生产及物流销售提供技术支持。

1 实验

1.1 材料及试剂

材料:水煮毛竹笋(18 L罐装笋)由浙江省富阳市春语竹业科技有限公司提供。

主要试剂: 考马斯亮蓝 G-250、磷酸、95% (体积分数) 乙醇、牛血清白蛋白、草酸、抗坏血酸、碳酸氢钠,均由国药集团化学试剂有限公司生产; 2,6-二氯 靛酚钠,由 Alfa Aesar 公司生产。

1.2 仪器与设备

主要仪器与设备有: POX 多段可编程人工气候

收稿日期: 2012-11-08

基金项目: 江苏省高校科研成果产业化推进工程项目(JHB2012-25)

作者简介:潘梦垚(1988-),女,天津人,江南大学硕士生,主攻食品包装技术与安全。

通讯作者: 卢立新(1966-),男,博士,江南大学教授、博士生导师,主要从事食品包装技术与安全、运输包装等研究。

箱,宁波东南仪器有限公司; UV-2802 紫外可见分光光度计,龙尼柯(上海)仪器有限公司; WSC-S 测色色差计,上海精密科学仪器有限公司; GY-3 水果硬度计,杭州托普仪器有限公司; DZQ400-2D 单室真空包装机,三联包装(无锡)有限公司; DSX-280A 手提式压力蒸汽灭菌器,上海中安医疗器械厂。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

水煮笋包装工艺流程:将毛竹笋从铁罐中取出→ 采用60℃的热水将笋浸泡漂洗6 min→按70 g/袋装 袋→抽真空封□→高压蒸汽灭菌(115℃/15 min)→ 流动水冷却至35℃以下→擦干袋表面水渍→成品。

包装材料选用耐高温蒸煮袋 KPA/PE, 厚度 85 μ m, 氧气透过量 0.67×10^{-15} cm³/(m²·d·0.1MPa)。 1.3.2 样品贮藏与取样

将样品分为 3 组,分别于 23 ,33 ,43 % 的温度下避光保存,试验周期为 44 d。每隔数日检测色泽、硬度、蛋白质含量和 Vc 含量,每次检测时随机取样。

1.4 检测指标与检测方法

1.4.1 笋肉硬度的测定

采用 GY-3 型水果硬度计,测头直径为 6 mm,在每个毛竹笋的赤道部位等间距选取 3 个测试点,将测头缓慢匀速插入笋体至测头标记线,读取测量结果,结果取 3 次测试的平均值。

1.4.2 笋肉色泽的测定

将笋肉切成颗粒后捣碎,压制成平板,采用 WSC-S 测色色差计检测其亮度 L^* 值、红度 a^* 值和黄度 b^* 值,每个样品检测 3 次,取平均值。

1.4.3 蛋白质的测定[5]

配制 250 μg/mL 的牛血清白蛋白标准溶液,绘制蛋白质标准曲线,在6支试管中依次加入0,0.2,0.4,0.6,0.8,1.0 mL 的蛋白质标准溶液,并补加蒸馏水

至总体积为1 mL,然后用刻度吸管加入5 mL 考马斯亮蓝试剂,摇匀,放置10 min 后用1 cm 比色皿于595 nm 波长下测定吸光值。以吸光值为纵坐标,以蛋白质质量为横坐标,绘制标准曲线,见图1。

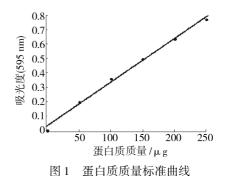


Fig. 1 Standard curve of protein content

取样品 2 g,加入 20 mL 蒸馏水,于多功能食品加工机中捣成匀浆,过滤,取上清液 0.5 mL 加入带塞的试管中,加入 0.5 mL 蒸馏水和 5 mL 考马斯亮蓝 G-250 试剂,充分混合,放置 10 min 后于 595 nm 波长下测定其吸光值,以空白液调零。每个样品重复测量 2 次。由测出的吸光值,根据标准曲线算出样品中蛋白质的含量。

1.4.4 维生素 C 的测定^[6] 水煮笋 Vc 的测定参照 GB 6195—86。

2 结果与讨论

2.1 水煮毛竹笋色泽的变化

毛竹笋在贮藏过程中发生了褪色、变暗的现象,其笋肉亮度、红度和黄度均产生了不同程度的变化,色泽变化规律见图 2。可以看出,笋的亮度 L^* 值随时间的延长而逐渐下降,23 ∞ 下笋的亮度变化较小,温度升高,笋肉变暗速度加快,笋肉随时间的延长有缓

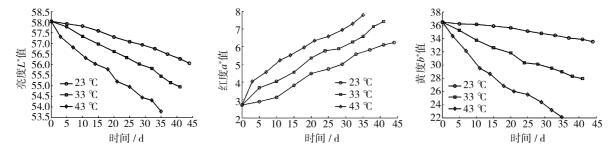


图 2 温度对真空包装水煮毛笋的亮度 L^* 值、红度 a^* 值与黄度 b^* 值的影响

Fig. 2 Value changes in L^* , a^* and b^* of vacuum-packed boiled bamboo shoots at 23 °C , 33 °C and 43 °C

慢红变的趋势,红度值 a^* 逐渐增加,温度越高,红变速度越快;同时,笋的黄色逐渐褪去,温度达到 43 ℃时,笋的黄度在 10 d 后已降到 30 以下。实验结果说明,真空包装水煮毛竹笋,贮藏温度对笋肉的色泽有一定影响,温度越高,色泽变化幅度越大,变化速率越快。

2.2 水煮毛竹笋硬度的变化

未经加工处理的鲜竹笋在采后 2~3 d 内失水纤维化,硬度急剧增加^[7],但真空软包装水煮笋在贮藏期间呈现了缓慢变软的趋势,失去原本爽脆的口感,试验结果见图 3。水煮笋硬度下降,是由于笋体营养物质损失

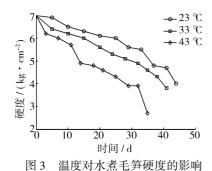


Fig. 3 Effect of temperature on the hardness

of the boiled bamboo shoots

进而破坏组织结构造成的。温度越高,笋内营养成分流失越快,笋体软烂程度越大。

2.3 水煮毛笋蛋白质含量的变化

研究显示,食品蛋白质的损失属于一级动力学反应^[8],环境中的氧气、光照和温度都会促进蛋白质的水解和变性。为了进一步反映温度对水煮毛笋蛋白质含量的影响,现使用一级动力学反应模型对蛋白质的损失进行拟合,得到3种温度下真空包装水煮笋的蛋白质损失动力学模型以及速率常数,见图4和表1。

。23 ℃实验数据点 。33 ℃实验数据点 。43 ℃实验数据点 —23 ℃拟合线 ----33 ℃拟合线 ----43 ℃拟合线

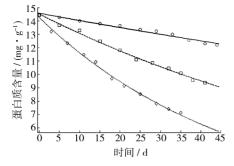


图 4 水煮毛笋蛋白质损失一级动力学模型拟合图 Fig. 4 The regression curve of first-order kinetic reaction for boiled mao bamboo shoots in daily protein loss

表 1 不同温度下水煮笋蛋白质含量变化 的动力学方程及速率常数

Tab. 1 Dynamical equations and rate constants of boiled bamboo shoots protein reaction under the effect of temperature

温度/	℃ 蛋白	1质损失动力	力学方程	速率常数	R^2	
23	A = 14.5	578 45exp(-	-0.00382t)	0.003 82	0.971 08	
33	A = 14.	553 78exp(-0.10 61 <i>t</i>)	0.01061	0.992 1	
43	A = 14.2	267 85exp(-	-0.02049t)	0.02049	0.996 17	
方程,	温度越高	5,反应速	率越快。	建议真空	包装水煮	

笋的贮藏温度不要超过23 ℃。2.4 水煮毛笋维生素 C 的变化

食品中的维生素 C 是最不稳定的维生素,在温度、氧气和光照的影响下极易发生降解,从而导致食品品质的下降。国内众多研究显示食品维生素 C 的降解符合一定的热力学规律,Giannakourou 等人的研究[9] 再一次证明了蔬菜类食品中的 Vc 降解反应属于一级动力学反应。实验检测 3 种温度下的水煮笋 Vc 变化,其含量衰减规律符合一级动力学方程,得到了3 种温度下 Vc 降解的速率常数。其结果见图 5,拟合方程见表 2。

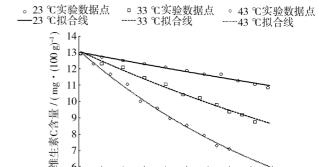


图 5 水煮毛笋 Vc 降解一级动力学方程拟合

时间/d

10 15 20 25

30 35

Fig. 5 The regression curve of first-order kinetic reaction for boiled mao bamboo shoots in daily Vc deterioration

表 2 不同温度下水煮笋 Vc 降解动力学方程及速率常数 Tab. 2 Dynamical equations and rate constants of boiled bamboo shoots vitamin C reaction under the effect of temperature

温度/℃	Vc 降解动力学方程	速率常数	R^2
23	$A = 12.99 \exp(-0.003 \ 805t)$	0.003 805	0.9809
33	$A = 13.05 \exp(-0.009 \ 195t)$	0.009 193	0.99
43	$A = 13.03 \exp(-0.017 \ 4t)$	0.0174	0.9947

可以看出,温度每升高 10 ℃,水煮笋的 Vc 降解速率明显加快,再次说明了水煮笋内维生素 C 对热极为不稳定,真空包装水煮笋应贮藏在常温下阴凉处。

3 结论

对 23,33,43 ℃储藏温度下的真空包装水煮笋进行了感官特性及营养成分的研究,发现温度对笋的品质变化有影响,温度的升高会加快笋的褪色,加速笋的软烂;而在不同温度下,笋内蛋白质和 Vc 的损失均符合动力学反应一级模型。水煮笋两大营养物质反应动力学模型的表征反映了温度对水煮笋品质变化速率的影响程度,对其货架期预测理论的研究奠定了基础。

参考文献:

- [1] 石全太,杨校生. 贮藏保鲜方法与再加工对毛竹笋营养成分的影响[J]. 林业科学研究,1994,7(5):492-497.
 SHI Quan-tai, YANG Xiao-sheng. Influence of Storage Methods and Reprocessing on Nutritional Ingredient of Moso Bamboo Shoot[J]. Forest Research,1994,7(5):492-497.
- [2] LUO Zi-sheng, XU Xiao-ling, YAN Bi-fang. Accumulation fo Lignin and Involvement of Enzymes in Bamboo Shoot during Storage [J]. Eur Food Res Technol, 2008 (226):635-640.
- [3] SATYA S, BALL M, SINGHAL P, et al. Bamboo Shoot Processing: Food Quality and Safety Aspect (A Review) [J].
 Trends in Food Science & Technology, 2010 (21):181-189.
- [4] 张新. 建阳不同产地毛竹鲜笋品质特征分析[J]. 竹子研究汇刊,2009,28(3):46-51.
 ZHANG Xin. Quality of Bamboo Shoot in Different Regions

- of Jianyang City[J]. Journal of Bamboo Research, 2009,28 (3):46-51.
- [5] 罗晓莉. 不同处理对竹笋采后木质化及品质的影响 [D]. 重庆:西南大学,2007.
 LUO Xiao-li. The Effect of Different Treatments on Postharvest Lignification and Quality of Bamboo Shoot [D].

Chongqing: Southwest University, 2007.

[6] GB 6195—86,水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二 氯靛酚滴定法)[S]. GB 6195—86, Determination of Vitamin C in Vegetables and

Fruits(2,6-dichloro-indophenol Titration Method) [S].

[7] 白瑞华,王树东,邵琼. 保鲜剂 1-MCP 在雷竹笋保鲜中的应用[J]. 林业科技开发,2009,23(2):96-99.
BAI Rui-hua, WANG Shu-dong, SHAO Qiong. Application of 1-MCP to Fresh-keeping of Bamboo Shoot[J]. China Forestry Science and Technology,2009,23(2):96-99.

仙鹏,傅泽田,刘雪,等. 生鲜农产品货架期预测研究进

- 展[C]//李道亮: 第一届国际计算机及计算技术在农业中的应用研讨会暨第一届中国农村信息化发展论坛. 北京:中国农业科技,2007:336-341.

 XIAN Peng, FU Zeng-tian, LIU Xue, et al. Research Development of Shelf-life Prediction for Perishable Food[C]//LI Dao-liang. The 1st Seminar about International Computer and Computing Technologies' Application on Agriculture and the 1st Symposium on Development of Rural Informa-
- [9] GIANNAKOUROU M, TAOUKIS P. Kinetic Modeling of Vitamin C Loss in Frozen Green Vegetables under Variable Storage Conditions [J]. Food Chemistry, 2003 (83):33-41.

Technology, 2007:336-341.

tion in China. Beijng: Chinese Agricultural Science and

(上接第21页)

CHEN De-liang. The Deep Processing and Application Progress of Wollastonite [J]. Mineral Protection and Utilization, 2002, 20(8):44-46.

- [5] 魏建新. 超细粉碎硅灰石的表面改性及在橡胶中的应用 [J]. 化工矿物与加工,2006(1):13-15.
 WEI Jian-xin. Surface Modification of Super Fine Crushing Wollastonite and Its Application in Rubber[J]. Mineral and Chemical Processing,2006(1):13-15.
- [6] 陈庆春,王廷吉. 聚乙二醇在硅灰石酸处理中的应用研究[J]. 精细化工,2000(10):570-571.
 CHEN Qing-chun,WANG Ting-ji. The Application of Polyethylene Glycol on Wollastonite Acid Treatment[J]. Fine Chemical Industry,2000(10):570-571.
- [7] 徐梁,熊成东. 硅烷偶联剂对聚乳酸/硅灰石复合材料力

- 学性能的影响[J]. 技术与研究,2009(3):32-35.
- XU Liang, XIONG Cheng-dong. The Effect of Silane Coupling Agent Poly on Mechanics Properties of Lactic Acid/wollastonite Composite Materials [J]. Technology and Research, 2009(3):32-35.
- [8] NAZHAT S N, KELLMAKI M, TORMALA P. Dynamicme-Chanical Characterization of Biodegrad Able Composites of Hydroxyapa-Tite and Polylactides [J]. J Biomed Mater Res (Appl Biomater), 2001, 58;335-343.
- [9] 韩永生,崇政. PS/改性 PVA 共混片材的性能研究[J]. 包装工程,2010,31(11):59-62.
 HAN Yong-sheng, CHONG Zheng. The Research on Properties of PS/modified PVA Blend Sheet [J]. Packaging Engi-

neering, 2010, 31(11):59-62.