

文章编号:2095-7386(2016)01-0021-05

DOI:10.3969/j.issn.2095-7386.2016.01.005

二次杀菌软包装雷竹笋护色工艺研究

曹鑫宇¹, 陈季旺¹, 张威¹, 庞彦卿², 宋光森³

(1. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023; 2. 湖北瑞发生物工程股份有限公司, 湖北 崇阳 437500;
3. 武汉轻工大学 化学与环境工程学院, 湖北 武汉 430023)

摘 要: 本研究考察了柠檬酸、EDTA-2Na、Vc 在二次杀菌软包装雷竹笋中的护色效果。通过监测高温或光照加强环境中雷竹笋色度的变化, 优化了护色剂的配方。研究表明, 添加浓度为 0.1% 时, 柠檬酸具有较好的护色效果。EDTA-2Na 或 Vc 均可提高柠檬酸的护色效果, 但添加浓度与雷竹笋产品的储藏环境有关。两种复合配方 0.1% 柠檬酸-0.1% EDTA-2Na、0.1% 柠檬酸-0.05% Vc 具有较好的护色效果, 可以用于二次杀菌软包装清水雷竹笋储运和销售过程中的护色。

关键词: 软包装雷竹笋; 护色工艺; 二次杀菌

中图分类号: TS 255.3

文献标识码: A

The color-protection technology of soft-packed bamboo shoots for second sterilization

CAO Xin-yu¹, CHEN Ji-wang¹, ZHANG Wei¹, PANG Yan-qing², SONG Guang-sen³

(1. School of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2. Hubei Ruifa Bioengineering Co. Ltd., Chongyang 437500, China;

3. School of Chemical and Environmental Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Citric acid, EDTA-2Na, and Vitamin C were used as color-protection agents in soft-packed bamboo shoots for second sterilization. The color of bamboo shoots was measured under high-temperature or light-enhanced stored environments to optimize the color-protection formula. The results show that citric acid could well protect the color of bamboo shoots at the concentration of 0.1%. EDTA-2Na or Vitamin C could enhance the efficacy of citric acid in color-protection, and the effect was related to their concentration and the stored environment. Optimum formula of 0.1% citric acid-0.1% EDTA-2Na and 0.1% citric acid-0.05% Vc exhibited excellent effects in protecting the color of bamboo shoots, and could be used as color-protection in the storage, transportation, and sale periods of soft-packed bamboo shoots products.

Key words: soft-packed bamboo shoots; color-protection process; second sterilization

收稿日期: 2016-01-20.

作者简介: 曹鑫宇(1994-), 男, 本科生, E-mail: 13554329384@163.com.

通信作者: 陈季旺(1970-), 男, 教授, 博士, E-mail: jiwangchen1970@126.com.

基金项目: 湖北省自然科学基金重点项目(2010CBB02601); 湖北省科学研究与计划专项(2010BBB067).

1 引言

雷竹笋(*Phyllostachys praecox* f. *prevelnalis*)是近年发展起来的优良笋用竹种,含有糖类、脂肪、蛋白质、纤维素等,是一种高蛋白、低脂肪、低糖分、多纤维的蔬菜。此外,雷竹笋富含18种氨基酸和多种人体必需的微量元素,例如硒(Se)和铬(Ge)等,被誉为“山菜之王”。由于雷竹笋甘甜脆嫩、味道鲜美、营养丰富,深受人们的喜爱^[1-2]。

目前大部分雷竹笋均以带壳或马口铁清水罐装的形式在各地蔬菜市场销售。但雷竹笋生产的季节性较强,产笋期集中,采后很容易老化,纤维素和木质素含量增加,笋体变硬,含水量降低,营养成分减少,这些因素都限制了带壳雷竹笋的大规模生产和流通^[3-4]。马口铁清水罐装竹笋能延长产品货架期,是一种传统的竹笋加工产品,在亚洲竹笋主产地区,例如韩国、印度、菲律宾等广泛使用^[5-10]。随着生活节奏的不断加快,以及消费水平的日益提高,方便、卫生的软包装竹笋产品已在我国大中城市的超市销售。但软包装竹笋在储运和销售过程中易产生褪色和灰变,影响产品感官品质,不能被消费者接受^[11-12]。

有关竹笋褐变和护色的研究报道较多,但主要集中在新鲜竹笋、鲜切竹笋及一次杀菌软包装竹笋。张芝芬等^[13]研究显示竹笋褐变与其内源苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性密切相关,PAL活性越高,越容易发生褐变。相同条件下,雷竹笋的PAL活性明显高于毛竹笋。孔凡春等^[14]研究去壳雷竹笋褐变发现,雷竹笋的褐变是酶促褐变,引起褐变的主要多酚物质是绿原酸。绿原酸等酚类物质通过苯丙烷类代谢途径生成,PAL是苯丙烷类代谢途径的关键酶。陈海光等^[15]研究鲜切麻竹笋褐变结果表明,鲜切麻竹笋褐变主要是酶促褐变,过氧化物酶(POD)是引起褐变的关键酶。多酚氧化酶(PPO)对鲜切麻竹笋褐变的影响不如POD。方子铖等^[16]研究了一次杀菌水煮雷竹笋软包装护色工艺,确定了0.12%维生素C + 0.6%柠檬酸 + 200 mg/kg EDTA-2Na + 0.6%氯化钠制备复合护色剂。

湖北瑞发生物工程股份有限公司在利用一次杀菌后的马口铁清水雷竹笋作为原料生产二次杀菌软包装雷竹笋时发现,软包装雷竹笋在储运和销售过程中易产生褪色和灰变,并且夏季和冬季产品褪色和灰变的时间也有差异。但是软包装雷竹笋褪色和灰变的机制怎样,如何进行护色,目前还未见报道。

因此,本试验主要研究柠檬酸、EDTA-2Na、Vc在二次杀菌软包装雷竹笋中的护色效果。通过监测高温或光照加强环境中雷竹笋色度的变化,优化护色剂的配方,拟为二次杀菌软包装雷竹笋的规模化生产提供技术支撑。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

马口铁清水雷竹笋罐头(20 kg/罐)由湖北瑞发生物工程股份有限公司提供;柠檬酸(分析纯)、乙二胺四乙酸二钠(EDTA-2Na,分析纯)购于天津市凯通化学试剂有限公司;L-抗坏血酸(Vc,分析纯)购于上海山浦化工有限公司;真空蒸煮袋(PE, 20 cm × 15 cm)购于青岛高科园海博生物技术有限公司。

2.2 仪器与设备

MP-200A 电子天平:上海精密科学仪器有限公司;NH-S 电热恒温水浴锅:巩义市英峪予华仪器厂;WSC-S 测色色差仪:上海物理光学仪器厂;SPX-250B-Z 型生化培养箱:上海博讯实业有限公司医疗设备厂;PQX 多段人工气候箱:宁波莱福科技有限公司;DZ-400/2C 真空包装机:上海青浦食品包装机械厂。

2.3 方法

2.3.1 马口铁清水雷竹笋罐头生产工艺

鲜雷竹笋→清洗→蒸煮→剥壳→分级→装罐(马口铁)→常温自然发酵(pH 4.5)→封罐→杀菌(第1次杀菌,杀菌工艺:110℃,15 min-120 min-30 min)→冷水冷却→抹罐入库。

2.3.2 二次杀菌软包装清水雷竹笋生产工艺

马口铁清水雷竹笋罐头→开罐→雷竹笋→修整、漂洗→称重→装袋→真空包装→杀菌(第2次杀菌,杀菌工艺:90℃,15 min-90 min-30 min)→冷水冷却→抹袋装箱→入库。

2.3.3 二次杀菌软包装清水雷竹笋护色试验

分别配制柠檬酸溶液(0.05%、0.1%、0.15%、0.2%, W/W)、EDTA-2Na 溶液(0.1%、0.2%、0.3%、0.4%, W/W)和 Vc 溶液(0.05%、0.1%、0.15%、0.2%, W/W),将100 g 雷竹笋置于蒸煮袋中,倒入50 mL护色溶液(柠檬酸护色试验:50 mL 柠檬酸溶液;EDTA-2Na 护色试验:25 mL 0.1% 柠檬酸 + 25 mL EDTA-2Na 溶液;Vc 护色试验:25 mL 0.1% 柠檬酸 + 25 mL Vc 溶液),抽真空、封装、杀菌后储藏2周,分别测定雷竹笋的色差值。储藏条件

分为温度40 ℃、正常光照和 25 ℃、光照增强 2 种。

2.3.4 色泽的测定^[17]

将色差仪预热 30 min,测试前先进行校准。取出蒸煮袋中的雷竹笋置于不锈钢滤网上,滤干表面水后,将雷竹笋表面紧贴色差仪镜头口测定 L 值和 b 值,每个样品重复 3 次,取平均值。色差计的 L 值表示亮度值,数值越大亮度越高;b 表示黄或蓝的值,b 大于零时有黄色成分,数值越大颜色越深。

3 结果与讨论

3.1 柠檬酸护色对雷竹笋色泽变化的影响

在高温加速或光照加强储藏条件下,使用柠檬酸作为护色剂时,雷竹笋色值的变化分别如表 1 和表 2 所示。

表 1 高温环境中柠檬酸对雷竹笋色值变化的影响 (储藏条件:温度 40 ℃,正常光照)

项目	0 周		1 周		2 周	
	L *	b *	L *	b *	L *	b *
对照 1	72.3	24.8	72.8	22.8	72.3	23.9
对照 2	72.8	26.5	73.1	25.4	72.8	23.3
0.05% 柠檬酸	71.7	34.8	71.9	29.0	70.8	28.2
0.1% 柠檬酸	72.2	28.2	72.1	24.8	71.1	23.6
0.15% 柠檬酸	73.1	25.3	73.3	27.8	73.0	24.1
0.2% 柠檬酸	70.9	23.1	71.5	24.0	70.7	23.2

注:对照组 1—无添加水或柠檬酸;对照组 2—添加 50 mL 蒸馏水

在 40 ℃ 储藏环境中,对照组 1 的 L 值和 b 值在储藏期间基本保持不变;对照组 2 的 L 值储藏期间基本保持不变,b 值逐渐下降。光照加强储藏条件下,储藏 2 周后,两个对照组的 L 值均有一定程度的

表 3 高温环境中柠檬酸-EDTA-2Na 对雷竹笋色值变化的影响 (储藏条件:温度 40 ℃,正常光照)

项目	0		1 周		2 周	
	L *	b *	L *	b *	L *	b *
0.1% 柠檬酸	72.2	28.2	72.1	24.8	71.1	23.6
0.1% 柠檬酸 + 0.1% EDTA-2Na	74.2	27.2	73.8	25.3	73.0	24.6
0.1% 柠檬酸 + 0.2% EDTA-2Na	73.0	21.7	73.4	21.5	71.4	20.8
0.1% 柠檬酸 + 0.3% EDTA-2Na	74.6	26.3	75.7	27.4	74.1	23.0
0.1% 柠檬酸 + 0.4% EDTA-2Na	73.5	35.5	71.7	34.6	71.2	33.5

在 2 种储藏环境中,柠檬酸和 EDTA-2Na 复合护色的 4 个雷竹笋样品 L 值均高于柠檬酸单独护色的样品,但 b 值与 EDTA-2Na 浓度有关。在高温环境中,EDTA-2Na 添加浓度在 0.1% 和 0.4% 时 b 值

增加,但 b 值均出现下降。这些结果表明,雷竹笋在不采用任何护色措施的情况下,特有的金黄色会变淡。相比对照组 1 和对照组 2,添加柠檬酸的雷竹笋色值在杀菌和储藏过程中出现了一些变化,柠檬酸浓度不同时色值变化程度不同,其中浓度为 0.1% 和 0.15% 时雷竹笋 L 值和 b 值相对较高,说明柠檬酸对雷竹笋有护色作用,这种作用与其使用浓度密切相关。柠檬酸为抗氧化剂,有氧气的条件下,可先与氧气发生反应,保护色素,使得颜色依然鲜明,在食品中有广泛应用。范林林等^[18]发现柠檬酸溶液浸泡处理能在 8 d 贮藏期内 4 ℃ 冷藏条件下保持着鲜切苹果的良好品质,有效延迟果肉褐化进程,降低褐变程度。研究中考虑到雷竹笋产品的口感,选择柠檬酸浓度 0.1% 进行继续研究。

表 2 光照加强环境中柠檬酸对雷竹笋色值变化的影响 (储藏条件:温度 25 ℃,光照增强)

项目	0 周		1 周		2 周	
	L *	b *	L *	b *	L *	b *
对照 1	72.3	24.8	75.5	29.0	74.2	22.9
对照 2	72.8	26.5	76.1	18.0	75.6	22.9
0.05% 柠檬酸	72.2	24.0	73.9	22.5	74.3	20.5
0.1% 柠檬酸	73.2	24.0	74.4	29.6	75.3	32.4
0.15% 柠檬酸	69.7	35.2	71.3	36.3	72.3	34.1
0.2% 柠檬酸	72.1	28.2	72.9	26.0	74.1	29.9

注:对照组 1—无添加水或柠檬酸;对照组 2—添加 50 mL 蒸馏水。

3.2 柠檬酸和 EDTA-2Na 复合护色对雷竹笋色泽

使用柠檬酸和 EDTA-2Na 作为复合护色剂时,雷竹笋的色值变化分别如表 3 和表 4 所示。

高于柠檬酸护色样品,而光照加强储藏环境中,添加 EDTA-2Na 的雷竹笋 L 值均低于柠檬酸单独护色样品,但 0.1% 和 0.4% 这两个添加浓度的样品相比 0.2% 和 0.3% 更高。这些结果表明,EDTA-2Na 对

雷竹笋具有护色作用,但这种作用也与浓度和雷竹笋的储藏环境有关。EDTA-2Na 是良好的配合剂,它有六个配位原子,形成的配合物叫做螯合物,可抑制多价金属对褐变的催化作用,从而起到护色的效果。张胜来和郁志芳^[19]发现较高浓度 EDTA-2Na

对热烫蒲菜均具有良好的护色效果,可以抑制该蔬菜的褐变。张晓等^[20]发现 EDTA-2Na 可控制剁辣椒在加工和贮藏中褐变,较好地保持产品的品质。综合考虑使用环境与经济型,EDTA-2Na 与柠檬酸的复合配方为 0.1% 柠檬酸-0.1% EDTA。

表 4 光照加强环境中柠檬酸-EDTA-2Na 对雷竹笋色值变化的影响(储藏条件:温度 25 ℃,光照增强)

项目	0		1 周		2 周	
	L *	b *	L *	b *	L *	b *
0.1% 柠檬酸	73.2	24.0	74.4	29.6	75.3	32.4
0.1% 柠檬酸 + 0.1% EDTA-2Na	74.5	27.2	75.8	23.3	75.9	24.6
0.1% 柠檬酸 + 0.2% EDTA-2Na	74.3	35.3	77.1	21.4	77.9	18.8
0.1% 柠檬酸 + 0.3% EDTA-2Na	72.8	20.5	75.9	15.1	76.3	14.5
0.1% 柠檬酸 + 0.4% EDTA-2Na	74.5	32.8	76.7	24.6	76.1	23.6

3.3 柠檬酸和 Vc 复合护色对雷竹笋色泽变化的影响

使用柠檬酸和 Vc 作为复合护色剂时,雷竹笋的色值变化分别如表 5 和表 6 所示。

表 5 高温环境中柠檬酸-Vc 对雷竹笋色值变化的影响(储藏条件:温度 40 ℃,正常光照)

项目	0		1 周		2 周	
	L *	b *	L *	b *	L *	b *
0.1% 柠檬酸	72.2	28.2	72.1	24.8	71.1	23.6
0.1% 柠檬酸 + 0.05% Vc	74.5	33.8	74.1	33.6	74.1	34.3
0.1% 柠檬酸 + 0.1% Vc	74.3	28.4	75.0	31.4	73.6	31.2
0.1% 柠檬酸 + 0.15% Vc	74.5	26.7	72.6	31.5	71.8	32.2
0.1% 柠檬酸 + 0.2% Vc	74.4	28.6	72.2	27.6	72.0	28.1

在高温储藏 2 周后,Vc 和柠檬酸复合护色的雷竹笋的 L 值和 b 值均高于柠檬酸单纯护色的样品,这表明在高温储藏条件下,复合护色剂相比柠檬酸对雷竹笋具有更好的护色效果。在光照加强环境储藏 2 周时,复合护色的样品 L 值均接近柠檬酸单纯护色对照,但 b 值变化与浓度有关,Vc 浓度 0.05%—0.15% 的样品 b 值均低于柠檬酸对照,而 Vc 浓度 0.2% 的样品表现出相反的趋势。这表明,光照加强环境中,Vc 和柠檬酸复合的护色效果与浓度有关,高浓度 Vc 对亮度的保持更有效。慕鸿雁和赵梅^[21]发现,Vc 对鲜切牛蒡具有一定的护色效果。杨猛等^[22]发现,抗坏血酸和柠檬酸的复合对藕片的

护色效果优于柠檬酸。综合考虑使用环境与经济型,Vc 与柠檬酸的复合配方为 0.1% 柠檬酸-0.05% Vc。

表 6 光照加强环境中柠檬酸-Vc 对雷竹笋色值变化的影响(储藏条件:温度 25 ℃,光照增强)

项目	0		1 周		2 周	
	L *	b *	L *	b *	L *	b *
0.1% 柠檬酸	73.2	24.0	74.4	29.6	75.3	32.4
0.1% 柠檬酸 + 0.05% Vc	73.9	28.0	74.6	30.6	76.0	27.0
0.1% 柠檬酸 + 0.1% Vc	73.2	24.6	75.7	28.8	75.2	26.0
0.1% 柠檬酸 + 0.15% Vc	73.9	27.9	75.5	30.7	75.8	27.8
0.1% 柠檬酸 + 0.2% Vc	72.3	39.1	73.6	35.0	73.8	38.8

4 结论

(1)柠檬酸单独使用时,浓度为 0.1% 的柠檬酸对二次杀菌软包装雷竹笋具有较好的护色效果,EDTA-2Na 或 Vc 可提高柠檬酸的护色效果,但添加浓度与雷竹笋产品的储藏环境有关。

(2)两种较优复合配方 0.1% 柠檬酸-0.1% EDTA-2Na、0.1% 柠檬酸-0.05% Vc 对二次杀菌软包装雷竹笋具有良好的护色效果,可以用于该雷竹笋产品储运和销售过程中的护色。

(3)二次杀菌软包装雷竹笋储运和销售过程中褪色的机制以及柠檬酸、EDTA-2Na 和 Vc 复配及其

比例对该产品的护色效果还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 王琪,郑小林,励建荣,等. 草酸处理对冷藏雷竹笋保鲜效果的影响[J]. 中国食品学报, 2012, 12(11): 84-89.
- [2] 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.
- [3] 周琦,陈季旺,高俊,等. 鲜切雷竹笋冷藏过程中木质化机理的研究[J]. 食品科学, 2012, 33(14): 307-311.
- [4] 舒静,陈季旺,周琦,等. 壳聚糖/乳清分离蛋白复合膜对鲜切雷竹笋木质化和品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(10): 284-289.
- [5] 郑炯,宋家芯,陈光静,等. 麻竹笋罐头贮藏过程中质构、果胶和色泽的变化[J]. 食品科学, 2014, 35(10): 226-230.
- [6] 赵忠良,丁国丙,李要然,等. 清水冬竹笋罐头生产工艺初探[J]. 食品与机械, 1990(1): 3-8.
- [7] 谢江,江心. 清水竹笋罐头的加工技术[J]. 四川农业大学学报, 1991, 9(3): 437-440.
- [8] Choudhury D, Sahu J K, Sharma G D. Moisture sorption isotherms, heat of sorption and properties of sorbed water of raw bamboo (*Dendrocalamus longispathus*) shoots[J]. Industrial Crops and Products, 2011, 33: 211-216.
- [9] Tamang B, Tamang J P, Schillinger U, et al. Phenotypic and genotypic identification of lactic acid bacteria isolated from ethnic fermented bamboo tender shoots of North East India[J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 121: 35-40.
- [10] Tamang J P, Sarkar, P K. Microbiology of mesu, a traditional fermented bamboo shoot product[J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 29: 49-58.
- [11] 崔锐谦. 提高软包装竹笋质量的探讨[J]. 食品科学, 1997, 18(9): 67-68.
- [12] 李爱茵,郭建中. 微波在软包装竹笋杀菌保鲜上的应用研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(5): 73-74.
- [13] 张芝芬,杨文鸽,韩素珍,等. 不同贮藏条件下竹笋苯丙氨酸解氨酶的活性变化[J]. 宁波大学学报(理工版), 2002, 13(4): 35-38.
- [14] 孔凡春,陆胜民,张娜,等. 气调包装抑制去壳雷竹笋褐变的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(1): 238-241.
- [15] 陈海光,冯卫华,白卫东,等. 鲜切竹笋褐变控制的研究[J]. 中国食品学报, 2010, 10(4): 233-239.
- [16] 方子铖,李海平,郑剑. 水煮雷笋软包装护色工艺研究[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(23): 173-174.
- [17] Carlo I GT, Igor J, Giorgia S, et al. Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE L * Cab * h(ab)° chromaticity coordinates[J]. Food Chemistry, 2014, 145: 284-291.
- [18] 范林林,赵文静,赵丹,等. 柠檬酸处理对鲜切苹果的保鲜效果[J]. 食品科学, 2014, 35(18): 230-235.
- [19] 张胜来,郁志芳. 热烫蒲菜贮藏期间褐变抑制剂的筛选[J]. 食品工业, 2013, 34(4): 32-35.
- [20] 张晓,余燕珊,龚炳德,等. 剁辣椒无硫护色工艺的研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(4): 780-783.
- [21] 慕鸿雁,赵梅. 复合护色液对鲜切牛蒡的防褐变研究[J]. 食品工业, 2012, 34(2): 60-62.
- [22] 杨猛,范广璞,黄亚东. 休闲藕片生产过程中护色工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(2): 54-56.