

# 采后原料贮藏方式对速冻小松菜褐变的影响

陈纪算<sup>1</sup>, 张 愨<sup>\*1</sup>, 容小红<sup>2</sup>, 毛培成<sup>2</sup>

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 宁波海通食品科技有限公司, 浙江 慈溪 315300)

**摘要:** 采后原料正确的贮藏方式是控制速冻小松菜褐变率的关键因素之一。采用常温贮藏、预冷后常温贮藏和 5~10 °C 恒温库贮藏 3 种方式, 探讨了采后原料 3 种不同贮藏方式的温度、糖度和 pH 值等方面的变化情况, 研究了原料采后不同贮藏方式对速冻小松菜褐变的影响。试验结果表明, 采后原料 4 h 之内加工, 控制速冻小松菜褐变率的采后原料贮藏方式以常温下存放为宜; 采后原料 4 h 外加工, 控制速冻小松菜褐变率的采后原料贮藏方式以 5~10 °C 恒温库贮藏为宜。

**关键词:** 小松菜; 贮藏方式; 速冻; 褐变

中图分类号: TS 255.5 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2013)10—1075—04

## Effect of Storage Methods of Postharvest Raw Material on the Browning of Frozen Komatsuna

CHEN Ji-suan<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>\*1</sup>, RONG Xiao-hong<sup>2</sup>, MAO Pei-cheng<sup>2</sup>

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Ningbo Haitong Food Science and Technology Limited Company, Cixi 315300, China)

**Abstract:** Using the right storage methods of postharvest raw material can reduce the browning degree of Frozen Komatsuna. In this work, effects of different temperature (normal temperature, normal temperature after cold storage and cold storage in 5~10 °C temperature) storage of the postharvest raw material on the temperature of raw material, brix degree, PH and browning of Fast-frozen Komatsuna were investigated. The result indicated that if the postharvest raw material is processed in 4 h, normal temperature is the best, and if the postharvest raw material is processed over 4h, cold storage in 5~10 °C temperature is the best.

**Keywords:** komatsuna, storage method, frozen, browning

小松菜 (*Brassica campestris* var.), 十字花科、芸苔属白菜亚种普通白菜的一个变种<sup>[1]</sup>, 原产中国, 19 世纪 70 年代传入日本, 20 世纪 90 年代由日本客商

引入推荐栽培和加工, 加工产品大量出口到日本。2002 年宁波开始引进小松菜。2007 年, 种植面积超过 3 333 hm<sup>2</sup>, 年出口量达 12 万 t, 创汇超过 7 500

收稿日期: 2013-04-01

基金项目: 浙江省慈溪市农业局科技项目(201003)。

作者简介: 陈纪算(1978—), 男, 浙江平湖人, 农学学士, 农艺师, 主要从事食品加工与安全研究。E-mail: cjs@haitonggroup.com

\* 通信作者: 张 愨(1962—), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事农副产品加工与贮藏研究。

E-mail: min@jiangnan.edu.cn

万元,是浙江省重要的输日农产品<sup>[2]</sup>。

果蔬在加工贮藏过程中,色泽常会发生变化,尤其是天然果蔬经机械去皮、切分、破碎等处理措施及贮存过程中,最易使原有悦目的色泽变暗,这种现象称为褐变。食品的褐变,不仅影响其外观,而且影响其风味和营养价值。褐变常常是食品败坏不能食用的一种标志<sup>[3-8]</sup>。小松菜的加工方式以速冻为主,速冻小松菜质量的一个重要指标是“色泽鲜绿”。小松菜新鲜原料翠绿欲滴,秀色可人,但在加工、贮藏过程中,叶绿素对光、热、酸、碱等条件十分敏感,不恰当的加工、贮藏方式极易导致叶绿素分解,造成产品由鲜绿色变成黄褐色,严重影响了速冻小松菜的产品品质<sup>[9]</sup>。

由于小松菜速冻加工贮藏过程中绿色降解的机制和途径较为复杂,因此速冻小松菜的护绿防褐变成为加工厂和外贸企业亟待解决的难题。低温被认为是延长净菜货架寿命和保持其保鲜品质的有效途径<sup>[12-14]</sup>。恰当的预处理工艺和选择合适的防冻剂可以大大提高冷冻产品的品质。菠菜原料采后暂存时间的长短、温度的高低,是其速冻产品颜色发生变化的关键因素之一。采后原料正确的贮藏方式是控制速冻小松菜褐变率的关键因素之一。作者以小松菜为材料,研究采后原料不同贮藏方式对速冻小松菜褐变的影响,探讨控制速冻小松菜褐变率的采后原料贮藏方式。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

小松菜原料:品种为“极乐天”,青岛黄泷种子有限公司提供。

### 1.2 仪器与设备

蔬菜清洗机、切菜机、漂烫机、冷却设备、速冻机、冷库(-18℃)、折光式糖度计、数显式温度计、数字式pH计、电子秤(精度1g)、计时器。

### 1.3 工艺流程

原料种植→采收→到厂→验收→整理→切段→清洗→漂烫→冷却→速冻→挑选→包装→贮藏。

### 1.4 方法

试验原料来自慈溪市桥头镇成达农场内,原料开始采收时间至到厂时间约1h。原料到厂测得当时气温25.8℃,原料中心温度25.4℃。到厂原料分3个处理方式进行贮藏。处理1 预冷后常温贮藏:用

冰水(冷却水温度8.4℃)马上预冷,然后放置在常温下;处理2 常温贮藏:常温条件下贮藏;处理3 5~10℃恒温库贮藏:原料在5~10℃恒温库内贮藏。每个处理贮藏的时间分别为样品1:到厂时;样品2:到厂后2h;样品3:到厂后4h,样品4:到厂后6h;样品5:到厂后8h;样品6:到厂后10h。每个处理贮藏的对应时间进行糖度和pH值测定。糖度指可溶性固形物质量分数,用折光式糖度计测量;pH值用数字式pH计测量。

每个样品原料分别100kg,按照正常的生产工艺进行生产。在生产速冻间分别随机取6个对应的样品,每个样品质量为1000g,茎叶比例为4:6,样品用塑料薄膜包装好,放入冷库内贮藏,贮藏温度为-18℃。速冻小松菜在正常的贮藏条件下,会随着贮藏时间加长而加速褐变,颜色从正常的翠绿色慢慢变为黄褐色,特别是茎梗变化尤为明显(见图1)。速冻小松菜的货架期要求在4个月左右,因此在贮藏4个月记录褐变的样品质量,并计算褐变率。

$$\text{褐变率计算公式:褐变率}(\%) = \left(\frac{A_1}{A}\right) \times 100\%$$

式中: $A_1$ 为样品中褐变产品的质量,样品中茎、叶部分或全部变为黄褐色,即被视为褐变产品; $A$ 为样品总质量。



图1 速冻小松菜褐变前后对比图(从左向右分别为:严重褐变,轻微褐变,没有褐变)

Fig. 1 Condition of browning for Frozen Komatsuna (from left to right: serious, light, non)

## 2 结果与讨论

### 2.1 采后原料不同贮藏方式温度变化情况

常温贮藏原料温度随着贮藏时环境温度变化而变化;预冷后常温贮藏原料温度先降低,而后随着贮藏环境的变化而变化;5~10℃恒温库贮藏原料温度一直降低,直至接近高温库的温度(见图2)。

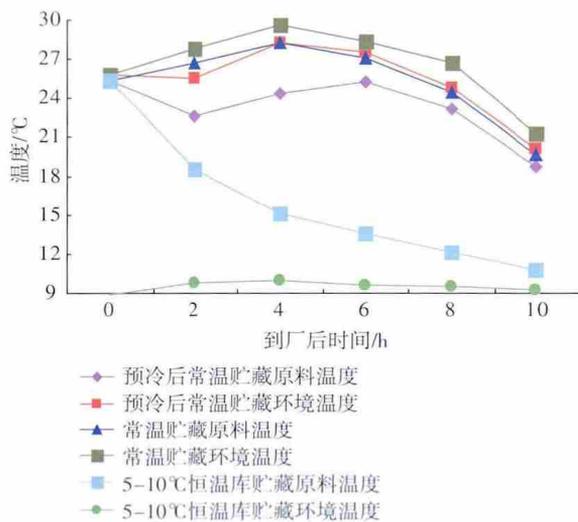


图2 采后原料不同贮藏方式对原料温度变化的影响

Fig. 2 Effect of different Storage methods of postharvest raw materia on the temperature of raw materia

2.2 采后原料不同贮藏方式糖度变化情况

常温贮藏、预冷后常温贮藏和5~10℃恒温库贮藏等3种不同的贮藏方式下,原料糖度随着贮藏时间增加而逐渐降低,贮藏时间越长,糖度越低,糖份流失越大。原料到厂后4h之内糖度流失幅度较小,而在4h之后糖度流失幅度较大(见图3)。如常温贮藏条件下,原料贮藏从0~2h内糖度下降0.2%,而从4h到6h内糖度下降0.5%。

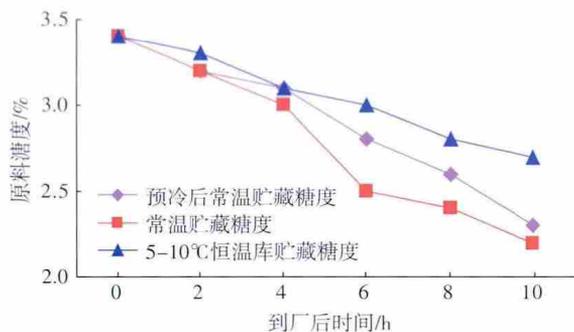


图3 采后原料不同贮藏方式对糖度变化的影响

Fig. 3 Effect of different Storage methods of postharvest raw materia on the brix degree

2.3 采后原料不同贮藏方式pH值变化情况

常温贮藏、预冷后常温贮藏和5~10℃恒温库贮藏等3种不同的贮藏方式下,原料pH值随着贮藏时间增加而逐渐降低,贮藏时间越长,pH值越低(见图4)。

2.4 采后原料不同贮藏方式速冻小松菜褐变情况

相同的贮藏时间下,5~10℃恒温库贮藏的速冻

小松菜褐变率低于常温贮藏和预冷后常温贮藏的速冻小松菜褐变率(见图5)。

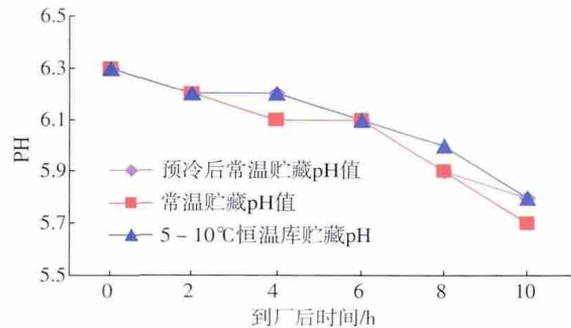


图4 采后原料不同贮藏方式对pH值变化的影响

Fig. 4 Effect of different Storage methods of postharvest raw materia on the PH

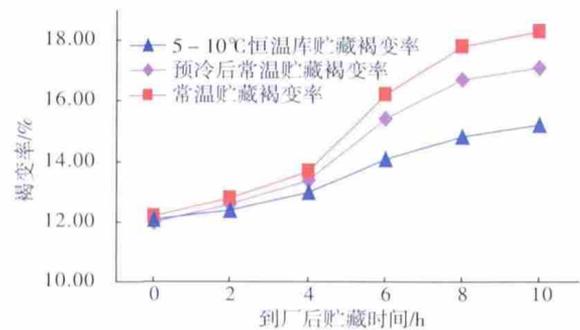


图5 采后原料不同贮藏方式对速冻小松菜褐变率的影响

Fig. 5 Effect of different Storage methods of postharvest raw materia on the browning of frozen komatsuna

在贮藏4h之内,3种不同的贮藏方式的速冻小松菜褐变率差异较小,如在贮藏2h之后,常温贮藏、预冷后常温贮藏和5~10℃恒温库贮藏等3种不同的贮藏方式的速冻小松菜褐变率分别为12.8%、12.6%和12.4%,常温贮藏和5~10℃恒温库贮藏之间的差距只有0.4%。

在贮藏4h之后,5~10℃恒温库贮藏的速冻小松菜褐变率和在常温贮藏和预冷后常温贮藏的速冻小松菜褐变率差异变大,而常温贮藏和预冷后常温贮藏的速冻小松菜褐变率差异较小,如在贮藏6h之后,常温贮藏、预冷后常温贮藏和5~10℃恒温库贮藏等3种不同的贮藏方式的速冻小松菜的褐变率分别为16.2%、15.4%和14.1%,常温贮藏和5~10℃恒温库贮藏之间的差异达2.1%。

3 结语

采后的小松菜原料随着时间的增加,原料的糖

度和PH值都会不同程度的降低。原料贮藏时间越长,糖分流失越大,常温贮藏、预冷后常温贮藏和5~10℃恒温库贮藏等3种不同贮藏方式在原料贮藏4h之内差异较小,但在贮藏6h之后,差异变大。试验结果表明,采收的小松菜原料若能在4h之内(不

包括采收与运输的1h)加工,控制速冻小松菜褐变率的采收原料贮藏方式以常温下存放为宜;采收的小松菜原料4h外(不包括采收与运输的1h)加工,控制速冻小松菜褐变率的采收原料贮藏方式以5~10℃恒温库贮藏为宜。

## 参考文献:

- [1] 何康,刘瑞龙. 中国农业百科全书(蔬菜卷)[M]. 北京:农业出版社,1990:3-4.
- [2] 许映君,蔡娜丹,徐伟伟,等. 越冬栽培小松菜品种试验[J]. 浙江农业科学,2009(6):1079-1081.  
XU Ying-jun, CAI Na-dan, XU Wei-wei, et al. The variety comparative test for winter komatsuma [J]. **Journal of Zhejiang Agricultural Sciences**, 2009(6): 1079-1081. (in Chinese)
- [3] 侯芮. 蔬菜水果的变色机制及护色方法[J]. 技术与市场,2012,19(9):17-17.  
HOU Rui. Color changes and protection of vegetables and fruits[J]. **Technology and Market**, 2012, 19(9): 17-17. (in Chinese)
- [4] 连毅,李燕. 果蔬褐变及其影响因素研究进展[J]. 食品与药品,2006,8(10):32-36.  
LIAN Yi, LI Yan. Progress in browning fruits and vegetables and influence factors [J]. **Food and Drug**, 2006, 8(10): 32-36. (in Chinese)
- [5] 陈婕,姚延禧. 果蔬贮藏与加工时酶促褐变的研究进展[J]. 山西林业科技,2009,38(1):37-39.  
CHEN Jie, YAO Yan-tao. Advances on enzymatic browning of fruits and vegetables during storage and processing [J]. **Shanxi Forestry Science and Technology**, 2009, 38(1): 37-39. (in Chinese)
- [6] 曹晖,张愨,杨晔. 高含水率脱水菜心降水分活度技术及贮藏稳定性研究[J]. 食品与生物技术学报,2006,25(4):37-42.  
CHAO Hui, ZHANG Min, YANG Ye. Preservation of semi-dehydration tsai-tai by aw-lowering method [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2006, 25(4): 37-42. (in Chinese)
- [7] 邱远程. 蔬菜加工中的防变色处理[J]. 农产品加工,2011(5):27-27.  
Qiu Yuan-cheng. The method for preventing color changes of vegetables during processing[J]. **Farm Products Processing**, 2011(5): 27-27. (in Chinese)
- [8] 齐琳琳,张愨,祁会林. 不同加工工艺对香菇脆片品质的影响[J]. 食品与生物技术学报,2012(6):1275-1281.  
QI Lin-lin, ZHANG Min, QI Hui-lin. Effect on the quality of lentinus edodes chips in different processing technology[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2012(6): 1275-1281. (in Chinese)
- [9] 郭新发,胡传银,吴红星,等. 出口冷冻小松菜的护绿工艺[J]. 冷饮与速冻食品工业,2001(9):8-10.  
GUO Xin-fa, HU Chuan-yin, WU Hong-xing, et al. The technology of protecting green color of frozen komatsuma[J]. **Beverage & Fast Frozen Food Industry**, 2001(9): 8-10. (in Chinese)
- [10] 孙娟,张海利. 不同果蔬在加工中的护色实验研究[J]. 温州农业科技,2012(1):24-27.  
SUN Guan, ZHANG Hai-li. The test for color-protection of vegetables and fruits during processing [J]. **Wenzhou Agricultural Science and Technology**, 2012(1): 24-27. (in Chinese)
- [11] 张群,张愨,范柳萍,等. 护色工艺对真空油炸马铃薯片品质的影响[J]. 食品与生物技术学报,2008,27(1):49-52.  
ZHANG Qun, ZHANG Min, FAN Liu-ping, et al. The effects of color-preservation technology on the quality of vacuum fried potato chips[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2008, 27(1): 49-52. (in Chinese)
- [12] Aguayo E, Escalona V, Artes F. Quality of fresh-cut tomato as affected by type of cut, packaging, temperature and storage time[J]. **European Food Research and Technology**, 2004, 219(5): 492-499.
- [13] 刘军波,张愨,任志灿. 莲藕汁防褐变预处理工艺的研究[J]. 食品与生物技术学报,2010,29(6):829-935.  
LIU Jun-bo, ZHANG Min, REN Zhi-can. Study of pretreatment technology against browning in lotus root juice [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2010, 29(6): 829-935. (in Chinese)
- [14] 杨留枝,王文彬,张方方,等. 速冻香蕉片防褐变处理工艺研究[J]. 农产品加工·学刊,2010(3):82-83, 89.  
YANG Liu-zhi, WANG Wen-bin, ZHANG Fang-fang, et al. Study on the technology of preventing brown of quick-frozen banana slice[J]. **Academic Periodical of Farm Products Processing**, 2010(3): 82-83, 89. (in Chinese)