

# 不同预冷方式对贮藏过程切割 青菜品质的影响

陶佳佳, 谢晶\*, 王颖荣, 高磊, 熊月丰, 盛东毅  
(上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

**摘要:**针对今后机械收割方式的逐渐应用,本研究以青菜为材料,对青菜进行切割来模拟机械收割造成的损伤,采用真空、冷风及冰水三种方式进行预冷处理,比较三种预冷方式对切割青菜低温保鲜效果的影响。结果表明:相比其他的预冷方式,真空预冷能显著( $p < 0.05$ )降低青菜的失重率,延缓叶绿素、抗坏血酸、可溶性糖含量的下降,保持较好的感官品质,延长贮藏保鲜期。

**关键词:**青菜,机械收割,预冷方式,保鲜

## Effect of different pre-cooling methods on quality of cutting greengrocery under low temperature storage

TAO Jia-jia, XIE Jing\*, WANG Ying-rong, GAO Lei, XIONG Yue-feng, SHENG Dong-yi

(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Base on the development of mechanical harvesting way in the future application, greengrocery was selected as the experimental material and was cut to simulate the injury caused by mechanical harvesting. In order to investigate the effect of three pre-cooling technology for cold storage on the freshness of retaining of cutting greengrocery, vacuum cooling, forced air cooling and ice water cooling were used in the pre-cooling processes of greengrocery. The results showed that compared with other pre-cooling methods, vacuum cooling could significantly ( $p < 0.05$ ) reduce the rate of weight loss, delay the decrease of chlorophyll, ascorbic acid, soluble sugar content, maintain better sensory quality, and extend the shelf life of greengrocery.

**Key words:** greengrocery; mechanical harvesting; pre-cooling method; preservation

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)18-0337-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.18.059

青菜 [*Brassica chinensis* (L.)] 是以绿叶为产品的草本植物, 生长周期短、耐寒性强、适应性广、产量高; 且叶片鲜嫩、营养丰富, 经济实惠, 深受消费者的喜爱。但由于青菜采后田间热高, 呼吸旺盛, 在贮藏过程中容易变质腐烂; 且青菜叶片面积大, 含水量高, 容易黄化和失水萎蔫, 外叶在常温 (25 °C) 开放条件下 2~3 d 就会变黄萎蔫<sup>[1]</sup>; 并且在采收和运输过程中对青菜造成的机械伤害, 会大大加快其腐烂变质的速度。

机械化收割蔬菜经济高效, 节省了大量的劳动力, 也是今后农业现代化的必然结果, 但是这种采收方式存在切割损伤的问题。机械损伤会引起一系列不良的生理生化反应, 如加快呼吸速率、加快自身养分的消耗、加速乙烯产生、加剧酶促褐变反应速度、加剧切割表面木质化程度等<sup>[2]</sup>。所有这些变化, 都会

加剧机械收割蔬菜品质的下降, 缩短其有效货架期, 大大降低蔬菜的商品价值。因此蔬菜经过机械采收后, 应及时采取适当的贮藏保鲜措施, 以减少切割损伤带来的不良生理生化作用, 减少其变质腐烂程度, 延长货架期。

预冷作为果蔬采后贮藏保鲜的重要工序, 是指将采摘的新鲜果蔬在运输、贮藏及加工前迅速的除去田间热和减少呼吸热, 降低果蔬呼吸作用, 减缓果蔬的新陈代谢活动, 最大限度地延长果蔬生理周期, 防止因其而导致的失重、萎蔫、黄化等现象, 以保持果蔬的新鲜度和商品价值。目前果蔬采后预冷的方式包括: 真空预冷、冷风预冷、冷水预冷及冰预冷, 其中真空预冷因其冷却速率快<sup>[3]</sup>、冷却温度均匀、保鲜效果好<sup>[4]</sup>、卫生干净、操作简易等优点, 被认为是目前最有发展前景的预冷技术之一。

收稿日期: 2015-01-20

作者简介: 陶佳佳 (1991-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品保鲜, E-mail: 948419412@qq.com。

\* 通讯作者: 谢晶 (1968-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 食品物流, E-mail: jxie@shou.edu.cn。

基金项目: 国家农业成果转化基金项目 (2013GB2C000156); 上海市农委绿叶菜产业体系目。

本研究以青菜为实验材料,对青菜采用切割方式模拟机械收割造成的损伤,在比较真空预冷、冷风预冷与冰水预冷对切割青菜预冷效果的基础上,对三种预冷方式结合冷藏的保鲜效果进行比较,为机械切割青菜提供新的预冷途径,并为真空预冷的应用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

青菜 品种为“上海青”,购于上海市古棕路农场,选择大小均一、颜色翠绿、清洁、无明显缺陷、无病虫害的青菜;0.18 mm的PE气调包装袋 上海易诺包装材料有限公司;草酸( $\geq 99.5\%$ )、抗坏血酸( $\geq 99.7\%$ )、碳酸氢钠( $\geq 99.5\%$ )、石英砂( $\geq 95\%$ )、碳酸钙粉( $\geq 99\%$ )、丙酮( $\geq 99.5\%$ )、十二水磷酸氢二钠( $\geq 99.5\%$ )、磷酸二氢钾( $\geq 99.5\%$ )、氯化钠( $\geq 99.5\%$ ) 均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司;邻苯二酚( $\geq 98\%$ ) 化学纯,国药集团化学试剂有限公司;2,6-二氯酚酞盐( $\geq 97\%$ ) Fluka公司;平板计数培养基 青岛海博生物技术有限公司。

VAC-0.2型真空预冷实验机 上海鲜绿真空保鲜设备有限公司;DHG-9053A型电热鼓风干燥箱 上海一恒科学仪器有限公司;WFZ UV-2100型紫外可见分光光度计 上海龙尼柯仪器有限公司;H-2050R-1型高速冷冻离心机 长沙湘仪离心机有限公司;WYT-32型手持式折光仪 泉州光学仪器厂;IMS-50型制冰机 常熟雪科电器有限公司;F2640型多点温度采集仪 美国福禄克(Fluke)电子仪器仪表公司;LDZX-50KBS型不锈钢电热蒸汽灭菌器 上海申安医疗器械厂;BCD-216SCM型电冰箱 青岛海尔股份有限公司;MIR-554-PC型低温恒温培养箱 日本三洋电机株式会社。

### 1.2 实验方法

1.2.1 样品预处理 将样品用消毒的不锈钢菜刀在距青菜根部0.5 cm左右处进行切割,模拟机械收割造成的损伤,切割处理后的散叶与整菜一起进行后续实验。

将散叶与整菜随机分成四组,每组样品2800 g左右,其中实验组分别为真空预冷组(真空度0.08~0.1 MPa,预冷终温4 ℃)、冷风预冷组(风冷冷藏箱温度0~2 ℃)、冰水预冷组,采用多点温度采集仪及T型热电偶测定样品的中心温度及环境温度。对照组未经预冷,中心温度为25 ℃。真空、冷风、冰水预冷将样品从25 ℃降至4 ℃分别需要约6、50、9 min。四组样品预冷处理后彻底除去表面水分,经0.18 mm的PE薄膜

包装后,置于(4±1) ℃的冰箱中贮藏。每隔3 d测定一次青菜样品的失重率、电导率、抗坏血酸含量、叶绿素含量、可溶性固形物含量、菌落总数等指标,实验重复三次,取其平均值。

### 1.2.2 指标测定方法

1.2.2.1 感官评定 感官评定小组由5名经过培训的感官评定员组成,按照表1分别从颜色、气味、质地、外形4个方面对青菜的感官品质进行综合评分,取其平均值,总分为9分<sup>[5]</sup>。

1.2.2.2 失重率测定 采用称量法。计算公式为:

$$\text{失重率}(\%) = (M_1 - M_2) / M_1 \times 100$$

式中:  $M_1$ : 贮藏前青菜的重量,  $M_2$ : 不同贮藏时间青菜的重量。

1.2.2.3 电导率的测定 参考Francisco Lopez-Galvez等<sup>[6]</sup>的方法略作修改,取10 g样品浸在100 mL蒸馏水中,30 min后用导电仪测定电导率。然后样品121 ℃热蒸汽处理25 min,冷却至室温后再测定电导率。

1.2.2.4 可溶性固形物含量测定 采用折光仪法<sup>[7]</sup>,取5 g样品放入研钵中磨碎,经离心后取汁液测定。

1.2.2.5 抗坏血酸含量测定 根据国家标准GB 6195-1986<sup>[8]</sup>,采用2,6-二氯酚酞酚滴定法测定。

1.2.2.6 叶绿素含量测定 分光光度法<sup>[7]</sup>。

1.2.2.7 菌落总数测定 参照国家标准GB 4789.2-2010<sup>[9]</sup>进行测定。

### 1.3 数据处理

各指标数据均使用SPSS Statistics 19软件进行差异性显著分析,利用Origin 8.5软件进行数据处理及绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同预冷方式对青菜感官品质的影响

感官质量评分作为评定果蔬品质变化的一个重要指标,也是评定果蔬质量变化最直观的方式。由图1

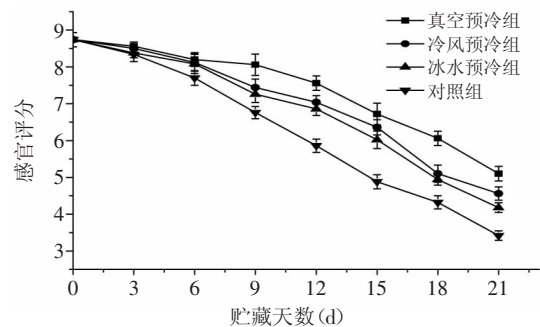


图1 预冷方式对青菜贮藏期间感官品质的影响  
Fig.1 Effect of pre-cooling mode on sensory quality of green grocery

表1 感官评定评分标准

Table 1 Standard of sensory evaluation

分值	颜色	气味	质地	外形
9	鲜绿	清香	脆嫩	饱满
7	绿	较清香	较脆嫩	较饱满
5	叶片中出现黄化	稍有异味	变软、脆感消失	稍萎缩
3	黄化较严重	异味较严重	萎蔫	叶片凋落
1	出现焦边、黄化严重	发臭	萎蔫严重、腐烂	萎缩严重

可知,随着贮藏时间的延长,各组的感官评分均呈下降的趋势,而对照组的下降趋势明显快于真空预冷、冷风预冷、冰水预冷实验组,说明预冷有助于青菜感官品质的保持。从第9 d开始,真空预冷组感官评分显著高于 ( $p < 0.05$ ) 同期其他组。对照组在贮藏至15 d,评分为4.88分低于5分,失去商品价值<sup>[9]</sup>;冰水预冷组在贮藏18 d后,评分为4.94分,已超过消费者可接受程度;而真空预冷处理后的青菜贮藏至第21 d,仍具有商品价值且评分高于冷风、冰水预冷组。

### 2.2 不同预冷方式对青菜失重率的影响

失重是导致果蔬在贮藏期间失水、萎蔫、黄化及腐烂变质的重要原因。由图2分析得出,青菜在贮藏过程中,各实验组青菜失重率呈逐渐上升的趋势,但在贮藏6 d开始对照组失重率显著高于 ( $p < 0.05$ ) 同期真空预冷、冷风预冷、冰水预冷三组,说明预冷处理有助于抑制青菜失重率的上升。吴允才等<sup>[10]</sup>研究发现预冷处理过的青菜其质量损失明显低于未经预冷处理的青菜,本实验失重率变化趋势与以上结论相符。对照组贮藏至21 d时失重率已经达到6.65%,比贮藏3 d时增加了5.7%;而真空预冷组贮藏至21 d时,其失重率仍为3.16%,只比贮藏3 d时增加了2.66%;且低于冷风预冷组的4.56%、冰水预冷组的5.06%。由此可看出,真空预冷处理能显著 ( $p < 0.05$ ) 降低贮藏过程中青菜的失重率,这是因为真空预冷降温速度快,冷却均匀,可以迅速降低青菜的呼吸作用,减缓青菜的衰老速度;冷风预冷由于冷却不均匀<sup>[11]</sup>,对青菜重量的保持效果不如真空预冷。

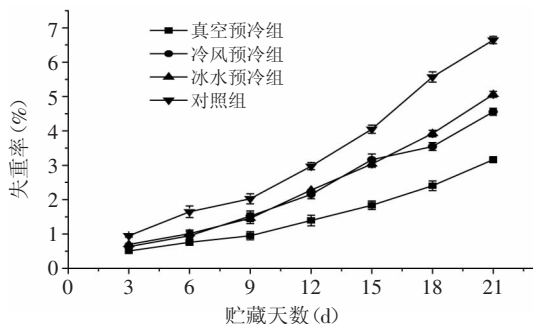


图2 预冷方式对青菜贮藏期间失重率的影响

Fig.2 Effect of pre-cooling mode on weight loss of greengrocery

### 2.3 不同预冷方式对青菜电导率的影响

电导率是衡量细胞膜透性的主要指标,电导率越大,说明细胞膜完整性受损的程度就越大,电解质的含量越高<sup>[12]</sup>,细胞膜受到破坏的程度就越重。细胞膜透性的大小可间接地用组织的电导率来衡量,电导率越高,青菜品质下降越严重。从图3可以看出,各组电导率总体呈增大趋势,真空预冷、冷风预冷、冰水预冷实验组的电导率始终低于对照组,说明预冷处理可以有效减缓电导率的增长。在前12 d各组间差异性并不显著 ( $p > 0.05$ ),但之后冷风预冷、冰水预冷、对照组上升趋势相对明显;第15 d开始对照组的电导率增长速率高于预冷组,差异显著 ( $p < 0.05$ );真空预冷组电导率始终上升缓慢,在贮藏终点,真空预

冷组电导率仅7.62%,而冷风预冷、冰水预冷组电导率已达到26.63%、27.25%,远高于真空预冷组。表明真空预冷对于青菜细胞膜损坏的减缓效果最为显著,这是由于青菜叶片面积大,呼吸作用剧烈,真空预冷可以使青菜迅速降温,叶片冷却均匀,快速有效地去除了青菜的田间热,减缓了呼吸作用,抑制了电导率增加的速度,而冷风预冷、冰水预冷降温速度较缓慢,对于保持青菜品质的效果没有真空预冷显著。

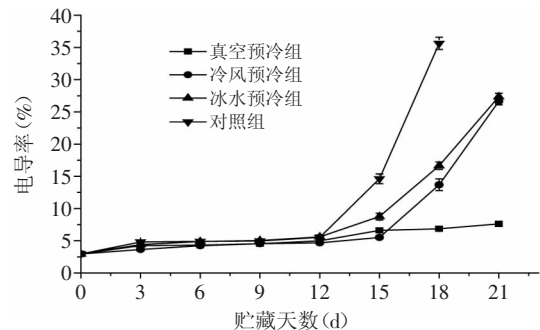


图3 预冷方式对青菜贮藏期间电导率的影响

Fig.3 Effect of pre-cooling mode on electric conductivity of greengrocery

### 2.4 不同预冷方式对青菜可溶性固形物含量的影响

果蔬中可溶性固形物含量的变化能直接反应果蔬的品质状况。由图4可知,各个实验组可溶性固形物含量的变化总体呈先上升后下降的趋势,这可能是由于青菜中大分子物质的分解,致使可溶性固形物的含量略有上升,之后随着青菜的呼吸消耗,可溶性固形物含量逐渐下降<sup>[13]</sup>。各组的可溶性固形物含量在贮藏第3 d上升到了最高值,真空预冷组的可溶性固形物含量最高,达到5.17%,显著高于 ( $p < 0.05$ ) 其他组;而后随着青菜贮藏时间的延长,各组可溶性固形物含量快速下降,第9~18 d对照组可溶性固形物含量显著低于 ( $p < 0.05$ ) 同期真空预冷、冷风预冷、冰水预冷组,但贮藏过程中各预冷组之间差异性不显著 ( $p > 0.05$ )。经此研究可知,预冷处理可以减缓可溶性固形物下降速率,这与刘芬等<sup>[14]</sup>的研究结果相符。这是由于预冷有效减缓了青菜因采收和切割损伤造成的呼吸加快作用,使青菜在贮藏过程中生理代谢速度降低,对于自身的消耗显著 ( $p < 0.05$ ) 减少,

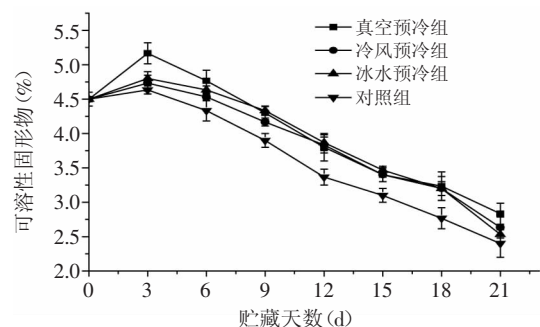


图4 预冷方式对青菜贮藏期间可溶性固形物的影响

Fig.4 Effect of pre-cooling mode on soluble solids content of greengrocery



较好的保存了糖类物质,但是预冷方式对可溶性固形物含量的影响不明显。

## 2.5 不同预冷方式对青菜抗坏血酸含量的影响

维生素C,不仅作为人体主要的维生素之一来维持正常的生理代谢,并且在果蔬营养品质分析方面占有重要位置,常作为评价果蔬贮藏、流通、加工等方面的重要指标<sup>[15]</sup>。从图5直观看出,对照组下降最快,预冷组相对于对照组均对青菜样品V<sub>C</sub>含量的降低有一定的抑制作用,这与许俊齐等<sup>[16]</sup>的研究规律一致,这是由于青菜经过预冷,其代谢作用减弱,从而延缓了青菜V<sub>C</sub>含量的降低;其中真空预冷组从12 d开始V<sub>C</sub>含量显著高于( $p < 0.05$ )同期其他实验组,说明真空预冷方式对于保持青菜V<sub>C</sub>含量的优势最为明显,贮藏至18 d,真空预冷组的V<sub>C</sub>含量为13.60%,仍然保持原有含量的50%左右。

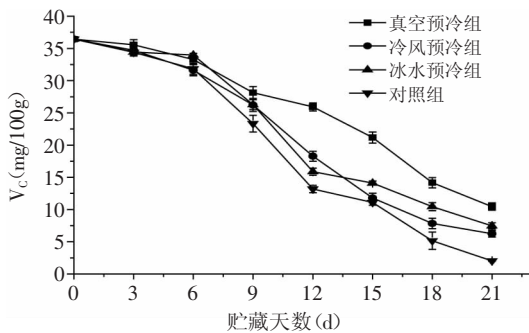


图5 预冷方式对青菜贮藏期间V<sub>C</sub>含量的影响

Fig.5 Effect of pre-cooling mode on vitamin C content of greengrocery

## 2.6 不同预冷方式对青菜叶绿素的影响

叶绿素的含量是评定叶类蔬菜品质的关键指标,叶绿素分解的快慢直接影响叶类蔬菜的黄化速度。由图6可知,随着贮藏时间的延长,各组青菜中叶绿素含量总体呈下降的趋势,但是预冷组的叶绿素含量下降速度低于对照组,说明预冷处理能有效保持青菜中叶绿素的含量,减缓青菜的黄化速率。这与闫静文等<sup>[17]</sup>对生菜的保鲜研究规律一致,这是由于预冷处理能迅速去除青菜的田间热,减弱了青菜的呼吸作用,从而降低了叶绿素含量下降的速率。贮藏15 d开始,真空预冷组的叶绿素含量都显著高于( $p <$

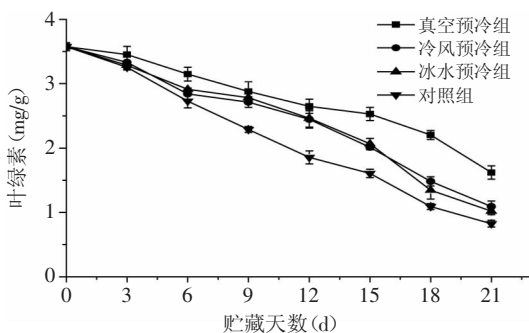


图6 预冷方式对青菜贮藏期间叶绿素含量的影响

Fig.6 Effect of pre-cooling mode on chlorophyll content of greengrocery

0.05)同期冷风预冷、冰水预冷组;到贮藏末期,真空预冷组的叶绿素含量最高为1.62 mg/g,比同期冷风预冷、冰水预冷、对照组分别高32.72%、37.65%、49.38%,由此看出真空预冷降低叶绿素分解速度的效果最佳,其次是冷风预冷。

## 2.7 不同预冷方式对青菜菌落总数的影响

由图7可知,处理前,青菜的最初菌落总数为4.86 lg CFU/g;贮藏期间,各组菌落总数不断增加,对照组的增加速度最快;贮藏末期其菌落总数高达8.78 lg CFU/g,远高于预冷组。这是由于切割会对新鲜果蔬的组织结构造成破坏,使得大量营养汁液外流,而且大部分蔬菜为低酸性食品,为微生物繁殖提供了有利环境<sup>[18]</sup>,而预冷处理有效降低了微生物体内酶系统的活性<sup>[19]</sup>,减缓了其代谢繁殖速率,预冷对青菜贮藏期间菌落总数的增加有显著抑制作用。21 d时真空预冷组菌落总数最低,为7.2 lg CFU/g,比冷风预冷、冰水预冷、对照组分别低10.43%、10.88%、17.88%,差异显著( $p < 0.05$ ),由此可以看出真空预冷是青菜抑菌效果最佳的预冷方式。

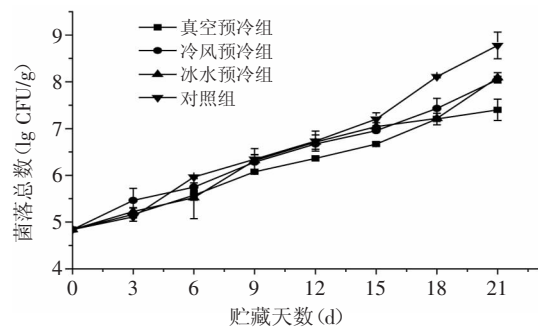


图7 预冷方式对青菜贮藏期间菌落总数的影响

Fig.7 Effect of pre-cooling mode on total viable count of greengrocery

## 3 结论

本实验选取青菜为研究对象,对青菜进行了切割处理,模拟机械收割造成的损伤,研究了真空、冷风、冰水三种不同的预冷方式对切割青菜贮藏品质的影响,实验结果表明:

预冷能够去除青菜的田间热,经过预冷处理的青菜相比对照组,保持了较好的感官品质,相比对照组,真空预冷处理的青菜其贮藏保鲜期延长了6 d。

贮藏过程中,相比冷风预冷和冰水预冷,真空预冷更能有效抑制青菜感官品质的下降,减缓V<sub>C</sub>、叶绿素含量的降低,保持菌落总数在较低的水平,真空预冷与其他预冷方式之间差异显著。

切割青菜经真空预冷后其货架期可延长至21 d以上,因此真空预冷是切割青菜最佳的预冷方式。

## 参考文献

- [1] 吴小兰. 青菜保鲜特性与保鲜技术[J]. 新农村, 2010(7):37.
- [2] 刘少典, 韩军岐. 鲜切蔬菜保鲜技术研究进展[J]. 长江蔬菜, 2009(8):4-7.

(下转第344页)

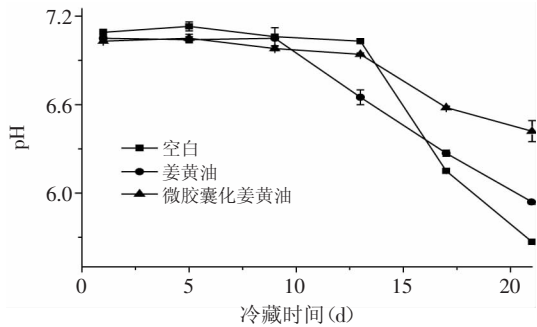


图6 鱼丸冷藏过程中pH的变化

Fig.6 Change of pH in fish balls during chilled storage

### 3 结论

在冷藏条件下,添加微胶囊化姜黄油能够有效抑制细菌增长,降低硬度,维持弹性,提高了白度,而使TBA值处于相对较低水平,pH略高于空白组;微胶囊化姜黄油能够改善鱼丸在冷藏过程的品质,可延长货架期8 d左右。因此,微胶囊化姜黄油在鱼糜制品冷藏生物保鲜中具有良好的应用前景。

#### 参考文献

- [1] 李婷婷, 励建荣, 胡文忠, 等. 迷迭香对冷藏鲑鱼蔬菜鱼丸的保鲜效果[J]. 中国食品学报, 2012, 12(11): 90-96.
- [2] Sindhu S, Chempakam B, Leela N K, et al. Chemoprevention by essential oil of turmeric leaves (*Curcuma longa* L.) on the growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production[J]. Food and Chemical Toxicology, 2011, 49(5): 1188-1192.
- [3] Ling J J, Wei B, Lv G P, et al. Anti-hyperlipidaemic and antioxidant effects of turmeric oil in hyperlipidaemic rats [J]. Food Chemistry, 2012, 130(2): 229-235.
- [4] Giang T S. Study on chemical components and separation of curcumin from rhizome *Curcuma longa*[J]. Tap Chi DuocHoc, 2002, 1: 15-17.
- [5] Turk R, Celik E. The effects of vacuum cooling on the quality criteria of some vegetables[J]. Acta Hort, 1994, 368: 825-829.
- [6] Kim B S, Kim D C, Lee S E, et al. Freshness prolongation of crisp head lettuce by vacuum cooling[J]. Agricultural Chemistry and Biotechnology, 1995, 38(3): 239-247.
- [7] 林永艳, 谢晶, 朱军伟, 等. 真空预冷对青菜贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(21): 314-317.
- [8] Francisco L G, Peter R, Ladie A P, et al. Effect of new sanitizing formulations on quality of fresh-cut iceberg lettuce[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013(85): 102-108.
- [9] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 31.
- [10] GB/T 6195-1986. 水果、蔬菜维生素C含量测定法[S].
- [11] GB 4789.2-2010. 食品卫生微生物学检验, 菌落总数测定[S].
- [12] 吴允才, 李保国, 石茂占. 真空预冷处理对小青菜品质影响的实验研究[J]. 食品科学, 2011, 8(36): 36-38.
- [13] 刘洋, 申江, 邹同华. 预冷技术的发展及果蔬真空预冷的实验研究[C]. 中国制冷学会第十七次团体会员大会暨第五届

- [5] Dong Z J, Ma Y, Hayat Khizar, et al. Morphology and release profile of microcapsules encapsulating peppermint oil by complex coacervation[J]. Journal of Food Engineering, 2011, 104(3): 455-460.
- [6] Dong Z J, Xia S Q, Hua S, et al. Optimization of cross-linking parameters during production of transglutaminase-hardened spherical multinuclear microcapsules by complex coacervation[J]. Colloids and surfaces B: Biointerfaces, 2008, 63(1): 41-47.
- [7] 董志俭, 张晓鸣, 许时婴, 等. 复合凝聚球状多核薄荷油微胶囊的耐热性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(5): 120-123.
- [8] 董志俭, 赵帅, 孙丽平, 等. CMC/阿拉伯胶/明胶复合凝聚橘油微胶囊的制备研究[J]. 中国食品学报, 2013, 13(6): 69-76.
- [9] Benjakul S, Visessanguan W, Tueksuban J. Changes in physico-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice[J]. Food Chemistry, 2003, 80(4): 535-544.
- [10] Siu G M, Draper H. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish[J]. Journal of Food Science, 1978, 43(4): 1147-1149.
- [11] 励建荣, 林毅, 朱军莉, 等. 茶多酚对梅鱼鱼丸保鲜效果的研究[J]. 中国食品学报, 2009, 9(6): 128-132.
- [12] 励建荣, 刘永吉, 朱军莉, 等. 真空, 空气和气调包装对冷藏鱼糜制品品质的影响[J]. 水产学报, 2011, 35(3): 446-455.
- [13] Jo C, Ahn D U. Volatiles and oxidatives changes in irradiated pork sausage with different fatty acid composition and tocopherol content[J]. Journal of Food Science, 2000, 65(2): 270-275.
- [14] Singh P, Singh S, Kapoor I P S, et al. Chemical composition and antioxidant activities of essential oil and oleoresins from *Curcuma zedoaria* rhizomes, part-74[J]. Food Bioscience, 2013, 3: 42-48.
- [15] Mau J L, Lai E Y C, Wang N P, et al. Composition and antioxidant activity of the essential oil from *Curcuma zedoaria*[J]. Food Chemistry, 2003, 82(4): 583-591.

(上接第340页)

- [3] Lee B, Kwon S J, Kim S, et al. Functional study of hot pepper 26S proteasome subunit RPN7 induced by Tobacco mosaic virus from nuclear proteome analysis[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2006, 351(2): 405-411.
- [12] 胡小荣, 陶梅, 卢新雄, 等. 不同含水量大葱种子贮藏过程中的糖代谢研究[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(1): 85-88.
- [13] 刘芬, 刘东红. 预冷方式与MAP贮藏对青花菜采后品质的影响[C]. 2009年近代农产品和食品加工技术及装备学术年会论文集, 2009: 1-6.
- [14] 王建国, 王瑞斌. 高锰酸钾滴定法快速测定蔬菜中抗坏血酸含量[J]. 食品科学, 2008, 29(10): 471.
- [15] 许俊齐, 童斌, 王瑞, 等. 不同预冷方式对采后黄秋葵保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2014(9): 312-315.
- [16] 闫静文, 王雪芹, 刘宝林, 等. 真空预冷及贮藏方式对生菜品质的影响[J]. 食品工业科技, 2011(1): 261-263.
- [17] 胡文忠. 鲜切果蔬科学与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [18] 全国食品冷藏链大会论文集, 2004: 174-180.