

# 温度补偿处理和低温贮藏对绿茶保鲜效果的影响

滑金杰, 袁海波, 江用文, 董春旺, 俸春红, 邓余良

(中国农业科学院茶叶研究所, 浙江省茶叶加工工程重点实验室, 国家茶产业工程技术研究中心, 农业部茶树生物学与资源利用重点实验室, 浙江杭州 310008)

**摘要:** 以西湖龙井为原料, 设定温度补偿处理及3种不同的贮藏温度(-20、-5和4℃)共6个组合, 分别在贮藏3、6、12个月取样, 测定样品含水率、茶多酚、氨基酸、叶绿素和维生素C等成分含量, 并进行感官审评, 研究温度补偿处理、贮藏温度和时间对绿茶保鲜效果的影响。结果表明, 随着贮藏时间的延长, 叶含水率逐渐上升, 温度补偿处理组合显著低于无温度补偿处理, 不同贮藏温度间差异不显著; 茶多酚、叶绿素a、叶绿素总量和Vc等含量呈下降趋势, 氨基酸呈先升后降的趋势, 叶绿素b较稳定, 不同贮藏温度间差异不显著, 温度补偿处理可显著减少上述品质物质的损失; 绿茶感官总分随着贮藏时间的延长下降, 温度补偿处理组合可显著保留绿茶原有的品质, 储藏12个月感官总分均在83.00分以上, 3个低温对绿茶保鲜影响不显著, 故4℃储藏并进行温度补偿处理最有利于绿茶保鲜。

**关键词:** 温度补偿; 绿茶; 保鲜; 茶多酚; 叶绿素

文章篇号: 1673-9078(2017)8-248-253

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.8.036

## Effect of Temperature Compensation Treatment and Low-temperature Storage on the Preservation of Green Tea

HUA Jin-jie, YUAN Hai-bo, JIANG Yong-wen, DONG Chun-wang, FENG Chun-hong, DENG Yu-liang

(Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Tea Processing Engineer of Zhejiang Province, National Engineering Technology Research Center for Tea Industry, Key Laboratory of Tea Biology and Resources Utilization Ministry of Agriculture, Hangzhou 310008, China)

**Abstract:** Using West Lake Longjing tea as the raw material, a total of six treatments combining three different storage temperatures (-20 °C, -5 °C, and 4 °C) with or without temperature compensation were carried out, and samples were collected for analysis after 3, 6, and 12 months of storage, respectively. The contents of moisture, polyphenols, amino acids, chlorophyll, vitamin C, and other components in the samples were measured, and sensory evaluation tests were performed to study the effects of temperature compensation treatment, storage temperature, and time on the preservation of green tea. Consequently, with increasing storage time, the moisture content of tea increased gradually, where that of the sample treated with temperature compensation was significantly lower than that of the sample without this treatment, but the differences among different storage temperatures were not significant. The polyphenol, total chlorophyll, chlorophyll a, and vitamin C contents decreased gradually; the amino acids first increased and then decreased in amount; and the chlorophyll b level was relatively stable. Differences among different storage temperatures were not significant, and the temperature compensation process could significantly reduce the loss of the above quality substances. Without temperature compensation, the sensory scores of green tea decreased gradually with increasing storage time. However, combined with temperature compensation, the three temperatures could effectively retain the original quality of the tea, where the total sensory scores were all above 83.00 points after 12 months of storage. The three low-temperature treatments alone did not affect the preservation of green tea significantly. Therefore, 4 °C storage with temperature compensation was concluded to be the most conducive to the preservation of green tea.

**Key words:** temperature compensation; green tea; preservation; polyphenol; chlorophyll

收稿日期: 2016-07-13

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程(GAAS-ASTIP-TRIGAAS); 国家茶叶产业技术体系红茶加工岗位(CARS-23); 浙江省“三农五方”科技协作计划(SN2014017)

作者简介: 滑金杰(1989-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事茶叶加工与质量控制研究

通讯作者: 邓余良(1968-), 男, 农艺师, 主要从事茶叶储藏与加工工程研究

绿茶是我国生产的主要茶类,因形美质佳产量居六大茶类之首,2015年绿茶产量达143.80万t,较2014年增长7.45%<sup>[1]</sup>。然绿茶属于未发酵茶,时效性较强,若包装贮存不当相对其他茶类更易发生色泽变暗、滋味和香气劣变等现象,导致绿茶的商品价值降低<sup>[2,3]</sup>,因此绿茶对运输、储藏和保鲜等条件参数要求较为严格。为得到较优的贮藏保鲜条件,近年来,学者探讨了绿茶陈化的实质,即茶叶品质生化成分如茶多酚、氨基酸、叶绿素和维生素C等在贮存过程中发生氧化、降解等反应,含量降低,致使绿茶品质下降。进而,有关绿茶贮存保鲜贮存进行大量的研究,主要集中在贮藏温度<sup>[4,5]</sup>、叶含水率<sup>[6]</sup>、光照<sup>[7]</sup>、气体调控<sup>[8]</sup>、保鲜剂<sup>[9]</sup>以及包装材料<sup>[10,11]</sup>等方面的优化研究,得出了较优的绿茶保鲜技术,如低温冷藏保鲜、低含水率干燥贮存、避光贮藏、充氮除氧保鲜、利乐包和纳米包装材料的应用、多羟基化合物和葡萄糖氧化酶等生化保鲜剂的应用,等。然而茶叶从冷藏条件取出,大多直

接开封进行冲泡,茶叶会因为低温茶叶遇高温空气而导致茶叶吸收空气中的水分子,叶含水率增加,加快品质物质的降解和转化,致使茶叶品质劣变。就此,文章展开对应贮藏和保鲜效果研究,设置温度补偿参数处理,即将从低温冷藏拿出来的茶叶进行快速回温处理再进行取样审评和生化成分鉴定,以不进行温度补偿的茶叶(即低温茶叶直接开封取样审评和成分鉴定)为对照,探究两者对内含品质生化成分和感官品质的影响,获得科学、优化的绿茶保鲜技术,丰富绿茶保鲜基础理论,为消费者提供理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料与仪器

茶叶原料:市售一级西湖龙井茶,生产日期2015年4月21日(产地:浙江省杭州市),具体含水率、生化成分和感官总分如表1所示。

表1 实验茶样的含水率、常规生化成分含量和感官总分

Table 1 Moisture content, conventional biochemical component content, and sensory scores of the experimental tea

组分	含水率/%	茶多酚/%	氨基酸/%	叶绿素总量/%	叶绿素 a/%	叶绿素 b/%	Vc/%	感官总分
含量	4.50±0.13	22.58±0.71	3.62±0.07	0.37±0.03	0.29±0.01	0.08±0.01	0.15±0.01	87.10±0.10

海尔 BC/BD-102HT 冰柜,青岛海尔集团;HSX-150 型恒温恒湿培养箱,上海一恒科学仪器有限公司;Sartorius BT 124s 分析天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;岛津 UV-3600 紫外-可见近红外分光光度计,日本岛津公司;DHG-9123A 型电热恒温鼓风干燥箱,DK-S26 型电热恒温水浴锅,上海精宏实验设备有限公司。

组合置于对应温度的储藏冷柜中,继续进行保鲜时间实验,分别在储藏3个月、6个月和12个月等时间点进行取样。

表2 龙井茶保鲜处理组合表

Table 2 Treatment combinations for the preservation of Longjing tea

处理	温度补偿处理	贮存温度/℃
组合1	35℃温度补偿处理	-25
组合2	35℃温度补偿处理	-5
组合3	35℃温度补偿处理	4
组合4	无温度补偿处理	-25
组合5	无温度补偿处理	-5
组合6	无温度补偿处理	4

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 实验设计

以龙井茶保鲜效果为研究目标,设定不同的温度补偿处理(有温度补偿处理、无温度补偿处理等2个工艺)和不同贮存温度(-25℃、-5℃和4℃等3个水平)进行组合,共6组处理,具体如表2所示,研究温度补偿和低温储藏对龙井茶保鲜效果的影响。并设定不同的保鲜时间(3个月、6个月和12个月等,实验开始时间2015年5月5日),探究龙井茶品质随着保鲜时间延长的变化规律。

其中,温度补偿处理:从低温储藏柜中取出茶样,不打开包装,直接35℃热风处理10min,使得茶叶表面温度与室温基本一致,再打开包装取样,进行感官审评和生化成分检测;无温度补偿处理:从低温储藏柜中取出茶样,直接打开包装取样,进行感官审评和生化成分检测。待取样结束后,将6组不同的处理

### 1.2.2 检测及评审方法

含水率:103℃恒重法(GB/T 8304-2002);茶多酚:福林酚比色法(GB/T 8313-2008);氨基酸:茚三酮比色法(GB/T 8314-2002);抗坏血酸(Vc):2,4-二硝基苯肼比色法(GB 12392-90);叶绿素:分光光度比色法。

品质感官审评:参照GB/T 23776-2009,由3位具有中级以上茶叶审评资格的专业审评员进行密码审评,采用评语与百分制打分相结合的方式评定茶叶品质,评定外形、汤色、香气、滋味和叶底,每项100分,感官总分=外形得分×25%+汤色得分×10%+滋味

得分×30%+香气得分×25%+叶底得分×10%。

### 1.3 数据处理

采用 SAS 9.1 软件进行数据分析, 处理间平均值的比较用最小显著差异法 (LSD), 所有图表中字母“ABCDEF”表示同一物质同一组合处理下不同贮藏时间的差异显著性 ( $p<0.05$ ); 字母“abcdef”, 表示同一物质同一贮藏时间下不同组合处理的差异显著性 ( $p<0.05$ )。实验重复 3 次, 每次实验结果以 3 个重复的平均值表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度补偿处理对绿茶含水率的影响

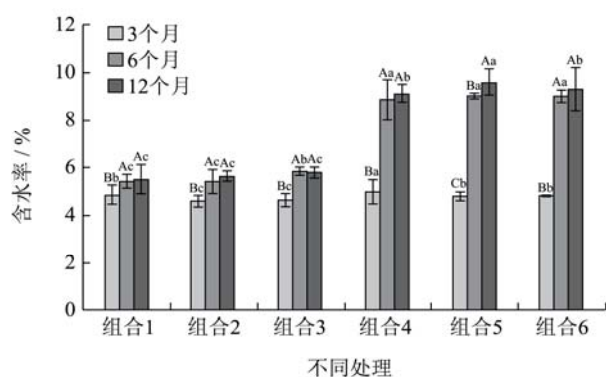


图1 不同温度补偿处理对绿茶含水率的影响

Fig.1 Effects of different temperature compensation treatments on the moisture content in green tea

注: 图中字母“ABC”表示含水率同一组合处理下不同贮藏时间 (3、6 和 12 个月) 的差异显著性 ( $p<0.05$ ); 字母“abc”, 表示含水率同一贮藏时间下不同组合处理的差异显著性 ( $p<0.05$ )。

叶含水率是叶内品质生化成分变化的重要因子, 低含水率下茶叶功能成分损失较少。图 1 为不同处理组合和不同贮藏时间对茶叶含水率的影响。可以看出, 随着贮藏时间的延长, 叶含水率均有不同程度的增加, 以贮存 3 个月至 6 个月这段时间呈显著增加, 而 6 个月至 12 个月这段时间除组合 5 外增加不显著, 表明此实验条件下叶含水率在前 6 个月贮存下达到相对稳定的水平。温度补偿处理组合 1、2、3 等叶含水率显著低于无温度补偿处理组合 4、5、6, 且储存时间越长, 含水率的差异越大, 储藏 12 个月的无温度补偿处理组合叶含水率在 9.00% 以上, 而温度补偿处理组合叶含水率在 6.00% 以下, 即温度补偿处理可显著抑制叶含水率的增加。此外, 分别对组合 1、2、3 数据和组合 4、5、6 数据进行分析可以看出设置的-20 °C、-5 °C 和 4 °C 不同贮藏温度对叶含水率影响不显著, 即三种

贮藏温度的高低叶含水率的变化无显著影响。

### 2.2 温度补偿处理对绿茶品质生化成分的影响

#### 2.2.1 温度补偿处理对绿茶茶多酚含量的影响

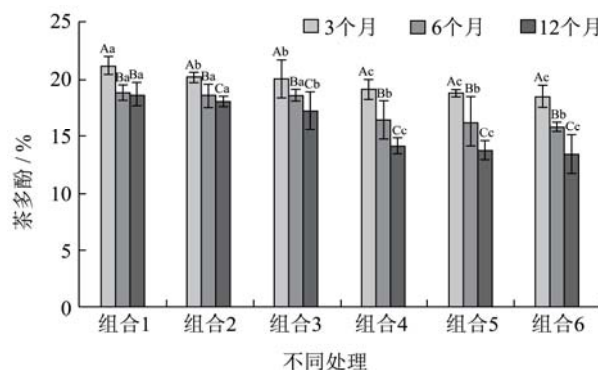


图2 不同温度补偿处理对绿茶茶多酚含量的影响

Fig.2 Effects of different temperature compensation treatments on the polyphenol content in green tea

注: 图中字母“ABC”表示茶多酚同一组合处理下不同贮藏时间 (3、6 和 12 个月) 的差异显著性 ( $p<0.05$ ); 字母“abc”, 表示茶多酚同一贮藏时间下不同组合处理的差异显著性 ( $p<0.05$ )。

茶多酚是绿茶重要的特征成分, 其含量直接影响汤色、滋味等感官品质。由图 2 可以看出, 在绿茶储藏过程中茶多酚含量逐渐减少, 与刘淑娟<sup>[7]</sup>和 Huang Y<sup>[12]</sup>等研究结果一致, 儿茶素的氧化和多酚类的聚合沉淀是茶多酚减少的重要原因。除组合 1 外, 其他五个组合储藏时间对茶多酚的影响下均呈显著性差异, 且无温度补偿处理和温度越高时差异越显著。温度补偿处理组合 1、2、3 等叶茶多酚含量显著高于无温度补偿处理组合 4、5、6, 且储存时间越长, 茶多酚含量的差异越大, 储藏 12 个月的温度补偿处理组合的茶多酚含量在 17.00% 以上, 而无温度补偿处理组合叶茶多酚含量在 14.00% 以下, 即温度补偿处理可有效阻止叶茶多酚含量的减少, 减少功能性成分在储藏中的消耗。六种处理组合中, 以组合 1 的茶多酚含量相对最高, 以组合 6 下相对最低, 试验设置的不同贮藏温度对茶多酚含量的影响不显著, 仅在温度补偿处理组合的前 3 个月有显著差异。

#### 2.2.2 温度补偿处理对绿茶氨基酸含量的影响

氨基酸是重要的滋味物质, 其含量直接影响茶汤品质, 绿茶氨基酸在不同贮藏参数组合和不同贮藏时间下的变化规律如图 3 所示。氨基酸在贮藏过程中的变化规律不同, 组合 1 条件下呈逐渐下降的趋势, 其余五种组合均在贮藏 6 个月时含量有所回升, 而后下



降,这与黄力华<sup>[13]</sup>等研究结果一致,氨基酸含量的回升与蛋白质类物质的水解相关,然氨基酸含量的回升与3月份相比未达到显著性,而贮藏末期则达到显著减少,且无温度补偿处理下氨基酸的减少值显著大于有温度补偿的处理。

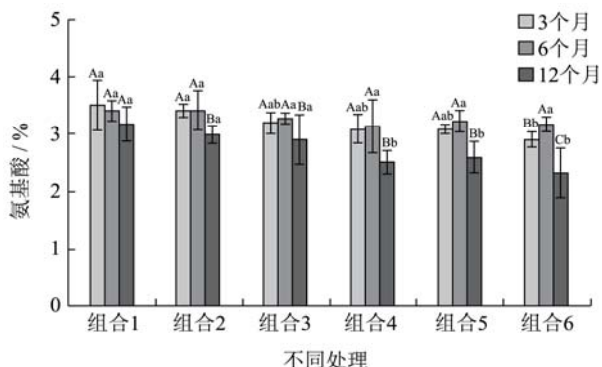


图3 不同温度补偿处理对绿茶氨基酸含量的影响

Fig.3 Effects of different temperature compensation treatments on the amino acid content in green tea

注:图中字母“ABC”表示氨基酸同一组合处理下不同贮藏时间(3、6和12个月)的差异显著性( $p<0.05$ );字母“ab”表示氨基酸同一贮藏时间下不同组合处理的差异显著性( $p<0.05$ )。

由图3可以看出,不同处理组合下,仅在储藏12个月时氨基酸含量的差异才达到显著性,温度补偿组合显著高于无温度补偿组合,组合6处理下贮藏12个月氨基酸含量仅为2.30%,而组合3在贮藏12个月氨基酸含量为2.90%,差异显著。然整体上,温度补偿处理的3个组合氨基酸含量均高于无温度补偿处理的3个组合。

### 2.2.3 温度补偿对绿茶叶绿素含量的影响

叶绿素是构成绿茶外形和叶底色泽的重要物质,叶绿素a的含量显著大于叶绿素b的含量,贮藏过程中叶绿素a的含量有所减少,而叶绿素b含量较稳定。温度补偿处理组合1、2、3下,贮藏时间对叶绿素组分和含量的影响不显著,而无温度补偿处理组合4、5、6下,贮藏时间对叶绿素组分和含量呈显著影响,且贮藏时间越长,温度越高,叶绿素含量越低,组合6

表3 不同温度补偿处理对绿茶叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of different temperature compensation treatments on the chlorophyll content in green tea

组分	时间/月	组合1	组合2	组合3	组合4	组合5	组合6
叶绿素 a/%	3	0.24±0.00 <sup>Aa</sup>	0.22±0.01 <sup>Aab</sup>	0.20±0.00 <sup>Ab</sup>	0.20±0.02 <sup>Ab</sup>	0.19±0.01 <sup>Ab</sup>	0.17±0.01 <sup>Ac</sup>
	6	0.22±0.02 <sup>ABa</sup>	0.21±0.01 <sup>Aa</sup>	0.19±0.01 <sup>Aab</sup>	0.17±0.01 <sup>Bb</sup>	0.16±0.01 <sup>Bb</sup>	0.15±0.02 <sup>Ab</sup>
	12	0.19±0.01 <sup>Ba</sup>	0.18±0.01 <sup>Ba</sup>	0.19±0.02 <sup>Aa</sup>	0.15±0.01 <sup>Bb</sup>	0.14±0.00 <sup>Bb</sup>	0.12±0.01 <sup>Bc</sup>
叶绿素 b/%	3	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.02 <sup>Aa</sup>	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.06±0.00 <sup>Aa</sup>
	6	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.00 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.06±0.02 <sup>Aa</sup>	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.05±0.01 <sup>Aa</sup>

转下页

处理下储藏12个月,叶绿素含量锐减,仅为0.17%,占原叶的49.95%。不同处理组合进行比较,叶绿素b含量无显著差异,叶绿素a和叶绿素总量组合1和组合2无显著差异,显著高于其他四组处理,以组合6处理下显著最低。即低温+温度补偿处理组合有利于叶绿素的保留,有利于绿茶原有色泽风味的保持。

### 2.2.4 温度补偿处理对绿茶Vc含量的影响

维生素C是重要的抗氧化剂,其含量的高低是绿茶品质变化的重要指标。由图4可以看出,储藏时间对Vc含量影响显著,时间越长,Vc含量显著减少,且在贮藏3个月至6个月减少量最大,至贮藏12个月,温度补偿处理组合的Vc含量在0.08%左右,而无温度补偿处理组合仅0.04%左右,差异显著。不同组合处理间,Vc含量以组合1和组合2显著最高,组合3次之,但仍显著高于其他3组无温度补偿组合处理,以组合6显著最低,至贮藏12个月仅为0.037%,仅占鲜叶的24.34%,而组合1在贮藏12个月含量为0.079%,保留量达51.97%,表明温度补偿处理可显著减少Vc的消耗量,有利于减少贮藏时间对绿茶品质的不利影响。

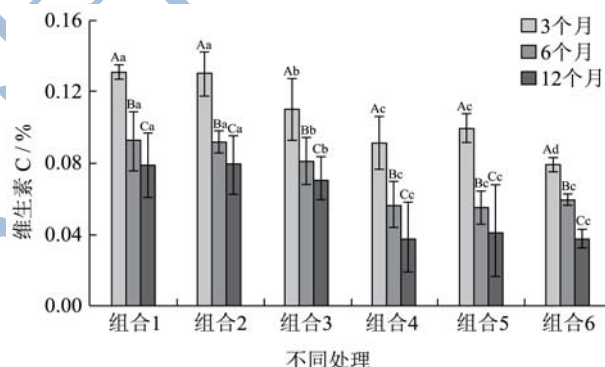


图4 不同温度补偿处理对绿茶Vc含量的影响

Fig.4 Effects of different temperature compensation treatments on the vitamin C content in green tea

注:图中字母“ABC”表示维生素C同一组合处理下不同贮藏时间(3、6、12个月)的差异显著性( $p<0.05$ );字母“abcd”表示维生素C同一贮藏时间下不同组合处理的差异显著性( $p<0.05$ )。

接上页

	12	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.02 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.06±0.00 <sup>Aa</sup>	0.06±0.01 <sup>Aa</sup>	0.05±0.01 <sup>Aa</sup>
叶绿素总量/%	3	0.30±0.03 <sup>Aa</sup>	0.28±0.01 <sup>Aab</sup>	0.26±0.01 <sup>Ab</sup>	0.27±0.02 <sup>Ab</sup>	0.25±0.02 <sup>Ac</sup>	0.23±0.03 <sup>Ac</sup>
	6	0.28±0.05 <sup>ABa</sup>	0.28±0.00 <sup>Aa</sup>	0.26±0.02 <sup>Aab</sup>	0.23±0.02 <sup>Bb</sup>	0.22±0.01 <sup>ABb</sup>	0.20±0.02 <sup>Bc</sup>
	12	0.25±0.02 <sup>Ba</sup>	0.25±0.04 <sup>Ba</sup>	0.26±0.01 <sup>Aa</sup>	0.21±0.02 <sup>Bb</sup>	0.20±0.02 <sup>Bb</sup>	0.17±0.01 <sup>Cc</sup>

注：表中字母“ABC”表示叶绿素同一组合处理下不同贮藏时间（3、6和12个月）的差异显著性（ $p < 0.05$ ）；字母“abc”表示叶绿素同一贮藏时间下不同组合处理的差异显著性（ $p < 0.05$ ）。

### 2.3 温度补偿处理对绿茶感官品质的影响

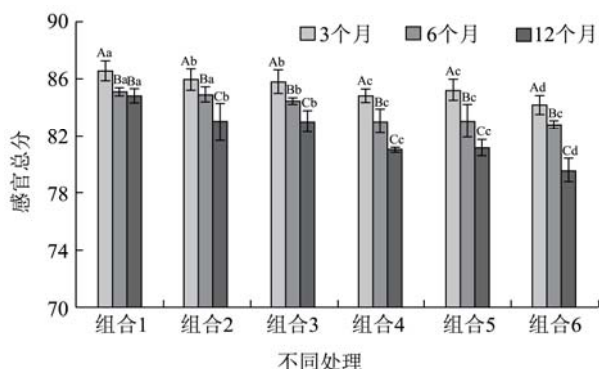


图5 不同温度补偿处理对绿茶感官品质含量的影响

Fig.5 Effects of different temperature compensation treatments on the sensory scores of green tea

注：图中字母“ABCDEF”表示同一物质同一组合处理下不同贮藏时间（3、6和12个月）的差异显著性（ $p < 0.05$ ）；字母“abcdef”表示同一物质同一贮藏时间下不同组合处理的差异显著性（ $p < 0.05$ ）。

温度补偿处理组合和贮藏时间对绿茶感官品质的影响如图5所示，与原叶感官得分87.10相比，贮藏后绿茶的感官得分均有不同程度的减少。由图5可以看出贮藏时间对感官总分呈显著影响，贮藏时间越长，绿茶感官总分越低，至贮藏12个月，温度补偿处理的3个组合感官总分均在83.00以上，而无温度补偿处理的3个组合感官总分均在81.00以下，差异显著。不同处理组合间的感官总分进行比较，可以看出组合1显著高于其他处理，组合2和组合3两者无显著差异，但显著高于3组无温度补偿处理，组合6显著最低，至贮藏12个月绿茶感官总分仅为79.50，而组合1贮藏12个月感官总分为84.80，两者差异显著，组合3贮藏12个月感官总分在83.00，仍显著优于无温度补偿的3个处理组合。即温度补偿处理可有效保持绿茶原有的色香味，防止品质的劣变。

### 3 结论与讨论

3.1 绿茶保鲜，即通过外在环境参数的调控，使绿茶尽可能减少内含品质生化成分的消耗，保持其原有色香味品质。从本实验结果可以看出，温度补偿处理对

绿茶保鲜效果影响显著。绿茶贮藏过程中，叶含水率是叶内生化反应的介质，直接影响叶内生化成分的氧化降解，进而影响绿茶品质。文章中进行温度补偿处理的3个组合，叶含水率在贮藏12个月仍在6.00%以下，较原叶未有大量增加，而无温度补偿处理的3个组合含水率均在9.00%以上，显著高于温度补偿处理，进而影响叶内品质生化成分的生化反应速率。温度补偿处理组合的低含水率的条件下，儿茶素自动氧化和多酚类氧化聚合的速率减慢，氨基酸的脱氨脱羧反应减少，叶绿素的脱镁反应减慢，以及Vc的氧化消耗减少等，使得品质物质茶多酚、氨基酸、叶绿素和Vc等的保留量显著高于无温度补偿处理的组合，进而绿茶感官品质显著较高，绿茶保鲜效果明显。无温度补偿处理下，叶含水率显著增加，叶内茶多酚、氨基酸、叶绿素和Vc等因生化反应大量消耗，绿茶品质锐减。从文章不同的低温保存处理角度来看，-20℃、-5℃和4℃等三个处理对叶含水率、叶品质生化成分含量、叶感官品质等的影响有差异，但不显著，从经济节能角度考虑4℃储藏相对较好。

3.2 从全文实验结果分析，4℃下进行温度补偿处理最有利于绿茶保鲜，此条件下，叶含水率保持在6.00%以下，有利于提高品质物质茶多酚、氨基酸、叶绿素和Vc等的保留量，进而保持较高的绿茶感官品质，达到较优的绿茶保鲜效果。绿茶保鲜涉及到多个方面，如贮藏温度、包装材料、保鲜剂和气体条件等，温度补偿作为新一类的研究对象，完善了绿茶的保鲜理论，同时为实际绿茶消费提供技术指导。

### 参考文献

[1] 梅宇,王智超,林璇.2015年中国茶叶产销形势分析[J].茶世界,2016,4:21-30  
 MEI Yu, WANG Zhi-chao, LIN Xuan. Chinese tea production and marketing situation analysis in 2015 [J]. Tea World, 2016, 4: 21-30

[2] Huang Y, Sheng J, Yang F, et al. Effect of enzyme inactivation by microwave and oven heating on preservation quality of green tea [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(2): 687-692

- [3] Mirasoli M, Gotti R, Fusco M D, et al. Electronic nose and chiral-capillary electrophoresis in evaluation of the quality changes in commercial green tea leaves during a long-term storage [J]. *Talanta*, 2014, 129(21): 32-38
- [4] Jayabalan R, Marimuthu S, Thangaraj P, et al. Preservation of kombucha tea-effect of temperature on tea components and free radical scavenging properties [J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2008, 56(19): 9064-9071
- [5] Nabechima G H, Provesi J G, Vieira M A, et al. Effect of the mild temperature and traditional treatments on residual peroxidase activity, color, and chlorophyll content on storage of mate (*Ilex paraguariensis*) tea [J]. *Journal of Food Science*, 2014, 79(2): 163-168
- [6] Lee J M, Lim S W, Choi C S G, et al. Effect of relative humidity and storage temperature on the quality of green tea powder [J]. *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition*, 2009, 38(1): 83-88
- [7] 刘淑娟,李赛君,郑红发,等.贮藏条件对炒青绿茶主要品质成分影响的研究[J].*茶叶通讯*,2009,36(4):22-25  
LIU Shu-juan, LI Sai-jun, ZHENG Hong-fa, et al. Effect of storage conditions on pan fry green tea's main qualitative contents [J]. *Tea Communication*, 2009, 36(4): 22-25
- [8] 吴小崇.绿茶保鲜技术成效分析[J].*食品科学*,1993,14(8): 66-68  
WU Xiao-chong. Green preservation performance analysis [J]. *Food Science*, 1993, 14(8): 66-68
- [9] 黄争鸣,顾林平,马惠民,等.绿茶保鲜技术研究进展[J].*现代农业科技*,2009,20:348-349  
HUANG Zheng-ming, GU Lin-ping, MA Hui-min, et al. Research progress of green tea preservation technology [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2009, 20: 348-349
- [10] Park J H, Bac C N, Kim Y O, et al. Effect of packing methods on green powder tea quality during storage at cold temperature [J]. *Korean J. Food Preserv.*, 2005, 12(1): 1-7
- [11] Zhao L, Feng L, Chen G, et al. Effect of nanocomposite-based packaging on preservation quality of green tea [J]. *International Journal of Food Science & Technology*, 2012, 47(3): 572-578
- [12] Huang Y, Xu J, Hu Q. Effect of selenium on preservation quality of green tea during autumn tea-processing season [J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2005, 53(19): 7444-7447
- [13] 黄力华.不同包装材料对碧螺春绿茶贮藏效果的影响[J].*现代食品科技*,2008,24(5):448-451  
HUANG Li-hua. Influences of packing materials on the preservative effect of biluochun tea [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2008, 24(5): 448-451