

不同保鲜方法对核桃青皮感官及核桃仁可溶性蛋白含量的影响

潘莉^{1,2}, 李勇鹏^{1,2}, 宁德鲁^{1,2}, 张艳丽^{1,2}

(1. 云南省林业和草原科学院 经济林木研究所, 昆明 650201; 2. 云南省木本油料工程中心, 昆明 650201)

摘要:为研究不同保鲜方法对青皮核桃贮藏期间品质的影响,以漾濞泡核桃为试材,分别采用二氧化氯(ClO_2)、1-甲基环丙烯(1-MCP)、乙烯吸收剂进行处理,贮藏于 $(2 \pm 1)^\circ\text{C}$ 条件下,每隔10 d测定核桃仁可溶性蛋白含量,并记录青皮核桃在保鲜过程中青皮的变化情况。结果表明:核桃仁可溶性蛋白含量随贮藏时间延长先升高再降低,随后趋于平稳;贮藏40 d时核桃仁可溶性蛋白含量达到最高峰, ClO_2 、乙烯吸收剂处理显著高于对照;核桃青皮颜色、紧实度随贮藏时间延长呈下降趋势,褐变指数以及腐烂指数则相反;核桃青皮4项感官指标均在40 d时出现转折点,其中以 ClO_2 处理效果最佳。结合核桃青皮感官指标和核桃仁可溶性蛋白含量的变化情况,建议青皮核桃在低温贮藏40 d左右时,脱青皮可以得到更好品质。

关键词:青皮核桃;保鲜;核桃仁;可溶性蛋白;感官

中图分类号:TS222+.1; TS205 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2021)09-0103-05

Effects of different preservation methods on sensory and soluble protein content of green walnut

PAN Li^{1,2}, LI Yongpeng^{1,2}, NING Delu^{1,2}, ZHANG Yanli^{1,2}

(1. Institute of Economic Forestry, Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650201, China; 2. Yunnan Woody Oil Engineering Center, Kunming 650201, China)

Abstract: In order to study the effect of different preservation methods on the quality of green walnut during storage, Yangbipao walnuts were treated with chlorine dioxide (ClO_2), 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene absorbent, and stored at $(2 \pm 1)^\circ\text{C}$, and the soluble protein content in walnut kernel was determined every 10 d, and the changes of green husk during the preservation process were recorded. The results showed that the soluble protein content in walnut kernel first increased and then decreased, and then tended to be stable. The content of soluble protein reached the peak at 40 d, and the treatment of ClO_2 and ethylene absorbent was significantly higher than the control. The color and compactness of walnut green husk decreased with the storage time prolonging, while the browning index and decay index showed opposite trend. The four sensory indexes of walnut green husk had turning points at 40 d, and the treatment effect with ClO_2 was the best. Comprehensive analysis of sensory index of walnut green husk and soluble protein content in walnut kernel, it was suggested that green walnut could be stored at a low temperature for about 40 d, and the quality of peeled walnut was better.

Key words: green walnut; preservation; walnut kernel; soluble protein; sensory

收稿日期:2020-09-27;修回日期:2021-02-05

基金项目:云南省重大科技专项(2018ZG003);云南省技术创新人才项目(2017HB091)

作者简介:潘莉(1983),女,助理研究员,硕士,主要从事经济林育种与加工(E-mail)panli2008lky@sina.com。

通信作者:张艳丽,副研究员(E-mail)956162107@qq.com。

核桃是重要的干果和木本粮油产品,在国际市场上同扁桃、腰果、板栗并称为世界四大干果^[1]。我国核桃种植面积和产量均居世界首位,近年来在政策和价格双重驱动下,各地核桃发展规模大幅增

长。核桃鲜果口感脆嫩、香甜,种皮易剥离而无涩味,鲜食核桃核仁的维生素、氨基酸等多项指标的营养含量均要高于干核桃,深受广大消费者喜爱^[2-3]。鲜核桃采后生理代谢活动较为旺盛,含水量较高,在贮藏过程中极易发生霉变、褐变和腐烂,对鲜食核桃的外观及核桃仁油脂品质造成很大的影响。不经过保鲜处理的鲜核桃货架期短,严重制约了鲜核桃产业的发展。研究发现,在湿鲜壳果贮藏之前增加带青皮果实(青皮核桃)的预贮藏是延长鲜食核桃保鲜期的有效途径^[4-5],采用二步保鲜的方式能最大程度地延长鲜食核桃的市场供应期^[6]。贮藏过程中核桃青皮能有效阻止外来微生物的入侵和核桃仁水分散失,有利于更好地保持鲜核桃的风味和口感^[7]。

目前,云南省的核桃种植面积和产量均居全国第一^[8],但对云南主要栽培品种深纹核桃(*Juglans sigillata*)保鲜方面的研究较少^[9]。本文以云南种植面积最大的深纹核桃品种漾濞泡核桃为研究对象,测定了二氧化氯(ClO_2)、1-甲基环丙烯(1-MCP)、乙烯吸收剂3种不同保鲜剂处理后核桃青皮感官指标及核桃仁可溶性蛋白含量随贮藏时间的变化,探讨青皮核桃贮藏保鲜的适宜条件和方法,以期对云南鲜食核桃的产业化贮藏提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

漾濞泡核桃的带青皮核桃果实,采自云南省大理州漾濞县马厂核桃林场,为大小均匀、达到成熟、且尚未开裂、无机械损伤、无病虫害的果实。

硅窗保鲜袋(110 cm × 60 cm),潍坊锦锐保鲜包装有限公司; ClO_2 , 山东华实药业有限公司; 1-MCP, 龙杏生技制药股份有限公司; 乙烯吸收剂,由高锰酸钾、活性炭、硅藻土、珍珠岩按1:5:5:5比例自行配制。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理

采后的青皮核桃放于阴凉的室内(室温21℃)散发田间热,于第2天运回云南省林业和草原科学院实验室处理。每个处理为1筐,每筐20个青皮核桃,每个处理进行3次平行实验。

ClO_2 处理:将青皮核桃浸泡于80 mg/L ClO_2 溶液中20 min,取出后晾干表面水分。

1-MCP处理:将青皮核桃用100 mL/L的1-MCP密封熏蒸18 h。

乙烯吸收剂处理:每筐中放入2袋(5 g/袋)乙烯吸收剂。

将各处理和对照(不进行任何处理)放入硅窗

袋扎好后置(2 ± 1)℃冷库贮藏,贮藏前(0 d)及贮藏后每隔10 d由5人评分小组对核桃青皮各项感官指标进行评价,并测定核桃仁可溶性蛋白含量,直至第80天结束。

1.2.2 样品指标测定

1.2.2.1 核桃青皮颜色、紧实度分值

核桃青皮颜色、紧实度分值按照表1标准进行评定。

表1 青皮颜色、紧实度评分标准

项目	2~3分	1.0~1.9分	0~0.9分
颜色	绿色	黄色	褐色
紧实度	未变软	1%~50%变软或开裂	>50%变软或开裂

1.2.2.2 核桃青皮褐变指数、青皮腐烂指数

核桃青皮褐变、腐烂评分标准见表2。核桃青皮褐变指数 = $\sum(\text{褐变级数} \times \text{褐变果实个数}) / \text{果实总数}$; 核桃青皮腐烂指数 = $\sum(\text{腐烂级数} \times \text{腐烂果实个数}) / \text{果实总数}$ 。

表2 核桃青皮褐变、腐烂评分标准

级数	褐变面积占比/%	腐烂面积占比/%
0	0	0
1	1~25	1~10
2	26~50	11~30
3	51~75	31~50
4	76~100	51~100

1.2.2.3 可溶性蛋白含量

可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定^[10]。

1.2.3 数据统计与处理

数据采用Excel软件进行统计处理,采用SPSS18.0软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对核桃青皮颜色的影响(见表3)

由表3可知,根据表1评分标准,在低温贮藏条件下,不同处理的核桃青皮颜色在0~10 d之内没有变化,之后随着贮藏时间的延长,核桃青皮颜色得分由3分(绿色)逐渐降低,到80 d时所有处理和对照全部为0分(褐色)。贮藏30 d后不同保鲜剂处理的核桃青皮颜色开始出现差异:贮藏30 d时, ClO_2 处理的核桃青皮颜色得分显著高于对照,而1-MCP和乙烯吸收剂处理的核桃青皮颜色得分与对照差异不显著;贮藏40 d时, ClO_2 处理的核桃青皮颜色得分最高,为2.47,显著高于1-MCP处理、乙烯吸收剂处理及对照;贮藏50 d时, ClO_2 、1-MCP和乙烯吸收剂处理的核桃青皮颜色得分均显著高于对照,3个保鲜剂处理间差异不显著。40~

50 d 是核桃青皮颜色得分下降率最高的时期,贮藏 50 d 时核桃青皮颜色均变为褐色,ClO₂、1-MCP、乙烯吸收剂处理及对照的核桃青皮颜色得分分别比贮藏 40 d 时下降了 61.94%、52.88%、55.56% 和

67.02%。在核桃青皮颜色开始变化期间,经 ClO₂ 处理后贮藏 30、40、50 d 时核桃青皮颜色整体高于其他 2 种保鲜剂处理和对照,说明 ClO₂ 处理对核桃青皮颜色有一定保护作用。

表 3 不同处理对核桃青皮颜色的影响

处理方式	不同贮藏时间下核桃青皮颜色得分								
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
ClO ₂	3.00a	3.00a	2.92a	2.75a	2.47a	0.94a	0.64ab	0.28a	0.00a
1-MCP	3.00a	3.00a	2.94a	2.66ab	1.91c	0.90a	0.72a	0.26ab	0.00a
乙烯吸收剂	3.00a	3.00a	2.95a	2.69ab	2.16b	0.96a	0.63ab	0.25ab	0.00a
对照	3.00a	3.00a	2.94a	2.60b	1.91c	0.63b	0.57b	0.23b	0.00a

注:同列不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。下同

2.2 不同处理对核桃青皮紧实度的影响(见表 4)

随着果实成熟度的提高,原果胶逐渐分解为果胶或果胶酸,细胞之间松弛,核桃青皮紧实度也随之下降,所以贮藏过程中紧实度的降幅可以反映衰老的快慢。从表 4 可以看出,贮藏 20 d 核桃青皮紧实度开始降低。贮藏 30 d 时,ClO₂、1-MCP 处理的核桃青皮紧实度得分显著高于对照。贮藏 40 d 时,3 种保鲜剂处理的核桃青皮紧实度均显著高于对照,ClO₂ 处理的核桃青皮紧实度得分最高,为 2.58,1-MCP 和乙烯吸收剂处理间差异不显著。不同贮藏时间对核桃青皮紧实度影响和对青皮颜色的影响

规律相似,核桃青皮紧实度在贮藏 50 d 时显著下降,核桃青皮大部分变软或开裂,紧实度得分降至 1 左右,ClO₂、1-MCP、乙烯吸收剂处理及对照的核桃青皮紧实度得分较贮藏 40 d 时分别下降了 51.55%、52.83%、55.30% 及 50.98%。贮藏 50 d 和 60 d 时,ClO₂ 处理的核桃青皮紧实度显著高于 1-MCP、乙烯吸收剂处理及对照。贮藏 80 d 时 3 种保鲜剂处理及对照的核桃青皮紧实度得分全部为 0 分。30~60 d 为核桃青皮显著变软期间,ClO₂ 处理的核桃青皮紧实度得分均为最高,说明 ClO₂ 处理对核桃青皮紧实度的维持效果优于其他处理。

表 4 不同处理对核桃青皮紧实度的影响

处理方式	不同贮藏时间下核桃青皮紧实度得分								
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
ClO ₂	3.00a	3.00a	2.96a	2.80a	2.58a	1.25a	0.53a	0.00a	0.00a
1-MCP	3.00a	3.00a	2.96a	2.79a	2.12b	1.00b	0.46b	0.01a	0.00a
乙烯吸收剂	3.00a	3.00a	2.96a	2.75ab	2.17b	0.97b	0.47b	0.00a	0.00a
对照	3.00a	3.00a	2.97a	2.70b	2.04c	1.00b	0.45b	0.00a	0.00a

2.3 不同处理对核桃青皮褐变指数的影响(见表 5)

从表 5 可以看出,贮藏 20 d,各处理与对照的核桃青皮开始出现褐变的斑点,随着贮藏时间的继续延长,核桃青皮褐变指数上升,到 70 d 时达到最大值 4.00。贮藏 40 d 时,褐变指数得分最低的是 ClO₂ 处理,为 0.61,ClO₂ 处理显著低于其余各处理和对照,说明 40 d 时 ClO₂ 处理可以延缓核桃青皮

的褐变;40 d 时褐变指数最高的是 1-MCP 处理,为 0.83,1-MCP 是一种目前使用比较广泛的乙烯作用抑制剂,可与乙烯竞争乙烯受体,具有延缓果实衰老的作用^[11],1-MCP 降低青皮核桃乙烯生成速率,但会提高褐腐率^[12]。贮藏 50 d 时,所有处理和对照的核桃青皮褐变指数大幅升高,比 40 d 时增长了约 3 倍。贮藏 30、40、50 d 时 ClO₂ 处理的核桃青皮褐变指数均为最低。

表 5 不同处理对核桃青皮褐变指数的影响

处理方式	不同贮藏时间下核桃青皮褐变指数								
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
ClO ₂	0.00a	0.00a	0.03ab	0.19b	0.61b	2.89a	3.48ab	4.00a	4.00a
1-MCP	0.00a	0.00a	0.04a	0.25ab	0.83a	2.92a	3.44b	4.00a	4.00a
乙烯吸收剂	0.00a	0.00a	0.02b	0.23ab	0.79a	3.05a	3.67a	4.00a	4.00a
对照	0.00a	0.00a	0.05a	0.29a	0.78a	3.22a	3.45b	4.00a	4.00a

2.4 不同处理对核桃青皮腐烂指数的影响(见表6)

从表6可以看出,在贮藏10 d之前所有处理和对照均未出现腐烂。不同处理的核桃青皮腐烂与褐变变化基本一致,贮藏30 d时不同处理间开始出现差异;贮藏50 d时核桃青皮腐烂指数急剧升高,核桃青皮已大面积腐烂。贮藏30 d时,乙烯吸收剂处理的核桃青皮腐烂指数最低,其次为ClO₂处理,与1-MCP处理和对照间差异显著。贮藏40 d时,ClO₂处理的核桃青皮腐烂指数显著低于1-MCP、

乙烯吸收剂处理及对照。说明在不超过40 d的贮藏期内,ClO₂处理能一定程度延缓核桃青皮腐烂。ClO₂能够通过破坏细菌体内的蛋白质将细菌杀灭,促进酚类物质在贮藏前期的合成,酚类物质含量增加可以延缓青皮的腐烂进程,这与Jiang等^[12]的研究结果一致。贮藏30~60 d,1-MCP处理的核桃青皮腐烂指数均高于其他处理和对照,表明1-MCP处理会加剧核桃青皮腐烂,这与王进等^[7]的研究结果一致。

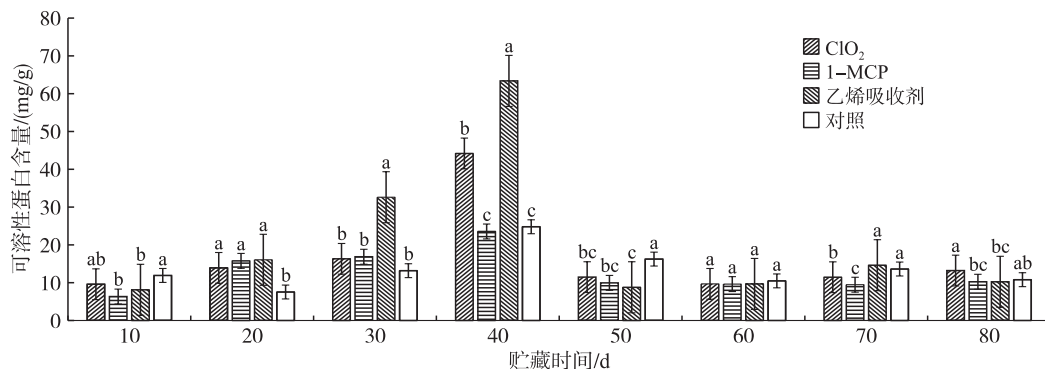
表6 不同处理对核桃青皮腐烂指数的影响

处理方式	不同贮藏时间下核桃青皮腐烂指数								
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
ClO ₂	0.00a	0.00a	0.03a	0.11ab	0.51c	2.17a	3.10b	4.00a	4.00a
1-MCP	0.00a	0.00a	0.03a	0.16a	0.72a	2.25a	3.37a	4.00a	4.00a
乙烯吸收剂	0.00a	0.00a	0.01a	0.09b	0.63ab	1.74b	2.35c	4.00a	4.00a
对照	0.00a	0.00a	0.06a	0.15a	0.55b	2.02a	2.46c	4.00a	4.00a

2.5 不同处理对青皮核桃仁可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白不仅是评价核桃仁品质的重要指标之一,而且还是植物体内大多数参与各种代谢的酶

类,其含量与种子的生命活动密切相关。核桃仁中可溶性蛋白含量越高,越有利于核桃仁中酶的催化效果,提高核桃品质。不同处理对青皮核桃仁可溶性蛋白含量的影响见图1。



注:相同贮藏时间下不同小写字母表示0.05水平差异显著。

图1 不同处理对青皮核桃仁可溶性蛋白含量的影响

由图1可知,不同保鲜剂处理的青皮核桃仁可溶性蛋白含量均随贮藏时间的延长呈先升高后降低的趋势。在贮藏初期核桃仁可溶性蛋白含量升高是其生命活动不断增强的体现,0~40 d核桃仁可溶性蛋白含量总体随贮藏时间的延长呈上升趋势,说明在低温贮藏过程中,低温能够诱导蛋白产生以便植物尽快地适应外界环境,表现出较强的抗逆性^[13]。在贮藏40 d时核桃仁可溶性蛋白含量达到最高峰,其中乙烯吸收剂处理的核桃仁可溶性蛋白含量最高,乙烯吸收剂降低环境中乙烯的浓度,适量的乙烯可更好地维持核桃的品质,使核桃仁可溶性蛋白含量保持在一个较高水平上^[12];其次是ClO₂处理,与对照差异显著,说明乙烯吸收剂处理和

ClO₂处理对于保持核桃仁可溶性蛋白含量具有较好的效果;1-MCP处理的核桃仁可溶性蛋白含量最低,说明1-MCP处理使核桃仁受到了伤害,造成核桃仁品质下降。

在贮藏50 d时3种保鲜剂处理的核桃仁可溶性蛋白含量无显著差异,且显著低于对照。核桃仁可溶性蛋白含量在贮藏40 d时达到顶峰,之后开始下降,一方面是由于贮藏过程中,核桃逐渐衰老不断消耗机体内蛋白质造成可溶性蛋白含量降低,另一方面是因为为核桃种仁提供保湿保鲜的核桃青皮,在40 d之后开始加速褐变、腐烂,核桃仁通过分解自身的可溶性蛋白来抵御外界微生物的侵染,所以在贮藏50 d时核桃仁可溶性蛋白含量快速下降。

2.6 不同处理青皮核桃仁可溶性蛋白及青皮感官变化的关系

在3个保鲜剂处理中, ClO_2 处理对核桃青皮感官指标效果最好。为了更直观展示核桃仁可溶性蛋白含量与青皮感官变化之间的关系, 以 ClO_2 处理的核桃青皮感官指标为纵坐标, 核桃仁可溶性蛋白含量为次要纵坐标, 贮藏时间为横坐标进行作图, 结果见图2。

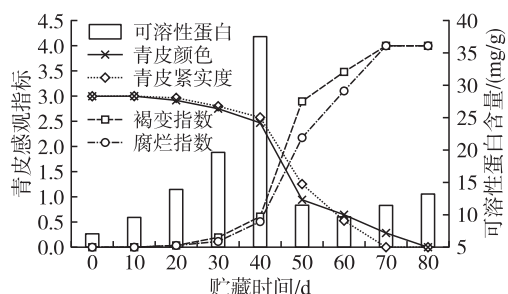


图2 不同处理青皮核桃仁可溶性蛋白含量及青皮感官变化的关系

从图2可以看出, 核桃仁可溶性蛋白含量最高峰出现在40 d, 到50 d就急剧下降。核桃青皮颜色、紧实度在40 d之后急剧下降, 而核桃青皮的褐变指数、腐烂指数则急剧升高, 两组曲线在40~50 d之间相交。因此, 青皮核桃无论从青皮外观上来看, 还是从核桃仁的内在品质来看, 贮藏40 d左右是一个明显的转折点。王进等^[14]认为, 如果第一贮藏阶段(带青皮保鲜)过程中腐烂较为严重, 到第二阶段湿鲜核桃阶段, 核桃就比较容易有霉变的趋势, 说明第一贮藏阶段青皮果实保鲜的好坏与其脱青皮后的第二阶段湿鲜核桃的抗病性具有密切相关性。

3 结论

ClO_2 处理在核桃青皮颜色、紧实度、褐变指数这3个指标上表现最好, 能有效延缓核桃青皮的变软和褐变, 对青皮核桃在贮藏过程中的腐烂情况有较好的抑制作用, 并且能使核桃仁可溶性蛋白含量保持在较高的水平, ClO_2 处理有助于青皮核桃的贮藏与保鲜。1-MCP处理在核桃青皮颜色和紧实度上的表现一般, 贮藏40 d时1-MCP处理的核桃青皮褐变指数和腐烂指数均高于其他处理和对照, 故在青皮核桃保鲜中, 不建议采用1-MCP作为保鲜剂。贮藏期超过40 d, 核桃青皮颜色和紧实度得分

下降, 褐变指数和腐烂指数升高, 核桃仁可溶性蛋白含量降低。为了使核桃外壳和核桃仁不被霉菌侵染而影响核桃仁品质, 在核桃第二步贮藏保鲜过程中, 40 d左右是第一步结束的最佳时期, 即核桃脱青皮的最佳时间。

参考文献:

- [1] 郝荣庭, 张毅萍. 中国果树志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [2] 马艳萍, 王国梁, 刘兴华, 等. ^{60}Co γ 射线辐照对鲜食核桃萌芽及相关生理指标的影响[J]. 西北植物学报, 2010, 30(10): 2034-2039.
- [3] 弓弼, 蒋柳庆, 马惠玲. 早实核桃3个品种青皮果实鲜贮特性比较[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 250-255.
- [4] 马惠玲, 宋淑亚, 马艳萍, 等. 自发气调包装对核桃青果的保鲜效应[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 262-267.
- [5] 高书宝, 陈昊, 韩桂军, 等. 青果核桃贮藏保鲜技术[J]. 经济林研究, 2008, 26(3): 115-118.
- [6] 耿阳阳, 张彦雄, 胡译文, 等. 鲜食核桃研究进展[J]. 食品工业科技, 2016, 37(16): 396-399.
- [7] 王进, 蒋柳庆, 马惠玲, 等. ClO_2 和1-MCP对青皮核桃第二步贮藏的效应[J]. 中国食品学报, 2015, 15(3): 137-145.
- [8] 张有林, 原双进, 王小纪, 等. 基于中国核桃发展战略的核桃加工业的分析与思考[J]. 农业工程学报, 2015, 31(21): 1-8.
- [9] 李勇鹏, 潘莉, 宁德鲁, 等. 不同处理核桃青果常温保鲜效果的比较[J]. 西部林业科学, 2018, 47(3): 45-48, 66.
- [10] 曹健康, 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, 2017: 68-70.
- [11] 张锐, 于颖, 马涛, 等. 1-MCP作用机理及在果蔬产业中的应用[J]. 农业科技与包装, 2011(11): 35-37.
- [12] JIANG L Q, FENG W, LI F, et al. Effect of one-methylcyclopropene (1-MCP) and chlorine dioxide (ClO_2) on preservation of green walnut fruit and kernel traits[J]. J Food Sci Technol, 2015, 52: 267-275.
- [13] 杨玉珍, 雷志华, 彭方仁. 低温诱导蛋白及其与植物的耐寒性研究进展[J]. 西北植物学报, 2007(2): 421-428.
- [14] 王进, 马艳萍, 陈金海, 等. 自发气调方式对核桃鲜贮及核桃仁品质的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(3): 169-176.