

冻藏对不同处理形态青梅果品质的影响

张超^{1,2}, 谭平³, 王玉霞^{1,2,*}, 田园¹

(1. 宜宾学院生命科学与食品工程学院, 四川宜宾 644000;

2. 固态发酵资源利用四川省重点实验室, 四川宜宾 644000;

3. 重庆市农业科学院, 重庆九龙坡 401329)

摘要:为了解决青梅常温不易保存的问题,开展了冻藏对青梅果品质影响的研究。在-18℃下,将青梅整果、果浆、果汁分别冻藏30d,每5d取样分析比较青梅果不同加工形态的可溶性固形物、糖类、总酸、氨态氮、黄酮、V_C含量的变化规律,评价冻藏对青梅果品质营养物质的影响。研究表明,冷藏过程中,青梅整果、果浆和果汁的可溶性固形物、总糖、还原糖、总酸、氨态氮含量呈下降趋势,而且下降比较显著;黄酮和V_C含量有所降低,但其含量下降较少,其含量与青梅鲜果接近。在青梅整果、果浆、果汁三种保存形态中,营养物质保持状况,整果优于果浆、果汁。

关键词:青梅,-18℃冻藏处理,品质影响

Effects of frozen storage on the quality of green plum at different processed form

ZHANG Chao^{1,2}, TAN Ping³, WANG Yu-xia^{1,2,*}, TIAN Yuan¹

(1. College of Life Science and Food Engineering, Yibin University, Yibin 644000, China;

2. Solid-state Fermentation Resource Utilization Key Laboratory of Sichuan Province, Yibin 644000, China;

3. Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Jiulongpo 401329, China)

Abstract: In order to overcome the shortage of storage at room temperature, the influence of frozen storage on the quality of green plum was investigated. Under the -18℃ conditions, the effects of storage time on the amounts of soluble solid, sugar, total acid, ammoniacal nitrogen, flavonoid and V_C of whole fruit, fruit pulp and fruit juice were evaluated and compared every 5 d during the 30 d storage. The results indicated that the amounts of soluble solid, total sugar, reducing sugar, total acid and ammoniacal nitrogen from whole fruit, fruit pulp, and fruit juice were significantly decreased with the time prolonging. However, the concentrations of flavonoid and V_C showed very low decreasing rate, which were similar those of fresh fruit. This result suggested that, among the three forms, nutrient substance of whole fruit was higher than that of fruit pulp and juice under the same frozen conditions.

Key words: Green plum; -18℃ Frozen storage; Quality influence

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)23-0316-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.23.057

青梅,又名“酸梅”、“干枝梅”,是梅果的统称,在江浙、湖广等多地都有栽培^[1-2],资源丰富。青梅营养丰富,含有多酚、黄酮、粗纤维、维生素、铁、锌、磷以及丰富的氨基酸^[3];富含有机酸,具有促进血液中乳酸外排和清洁血液的作用^[4]。青梅鲜果中钙磷比为1:1,更容易被人体吸收,特别适合作为儿童和老年人的食品来源^[5]。青梅果中维生素B₂含量很高,平均达5.60 mg/100 g^[6],是一般水果的数百倍,而且能在酸性介质下稳定存在,对生命能量ATP的形成起重要作用。此外,青梅具有抗氧化、抗肿瘤、激素

调节、抑菌、对心血管系统的保护作用等^[2]。但青梅鲜果因酸度高,不宜直接食用,主要作为加工各种梅制品的原料使用,如乌梅干、果脯、蜜饯、饮料、果酒等^[7]。

青梅成熟时间比较集中,主要在4~6月份。由于青梅生产具有较强的季节性、区域性、成熟时间的集中性,加之常温下不耐贮藏,容易腐烂,加工能力有限等因素影响,限制了我国青梅产业的发展 and 壮大,其中一个重要的原因,就是没有持续、长时间的原料供给,影响加工企业扩大产能和规模。低温贮

收稿日期: 2015-03-12

作者简介: 张超(1972-),男,副研究员,主要从事农产品贮藏加工,发酵工程及应用微生物学方面研究, E-mail: zhangch8619@163.com。

*通讯作者: 王玉霞(1974-),女,博士,讲师,主要从事酿造工艺与应用微生物方面的研究, E-mail: wangyx0411@163.com。

基金项目: 四川省教育厅重点项目《发酵型青梅保健新酒种研发》(13ZA0197); 宜宾学院博士启动项目《风味酶对果酒增香差异机理的研究》(2012B17); 四川省宜宾市重点科技项目《柑橘全果深加工技术体系研究》(2014SF030); 宜宾学院重点科研项目《猕猴桃果酒贮存过程中V_C变化规律研究》(2013QD15)。

藏可以解决青梅原料持续供应的问题。低温处理降低了果蔬的呼吸作用、氧化速度,延缓了营养物质的损失,延长了贮藏期;其次,在冻藏过程中,由于冰晶的机械作用,使细胞壁、细胞膜等结构受损,加剧了细胞汁液的溶出,改善了果蔬加工品的品质^[8]。如经过冻藏处理的草莓,其柠檬酸、蔗糖和 V_C 含量逐渐降低,而苹果酸、葡萄糖和果糖等含量逐渐增加^[9-10];低温对葡萄果皮破坏有决定作用,温度越低葡萄酒总酚、单宁和色度值越高^[11]。这些研究,给青梅的贮藏提供了宝贵借鉴经验。目前,青梅贮藏研究文献非常少,未见有低温冻藏方面的文献报道。本研究在-18℃温度下,将青梅整果、果浆、果汁进行冻藏,研究冻藏对青梅的糖类、酸类、可溶性固形物、黄酮、V_C 等内含物的影响,探讨这些物质在冻藏过程中发生的变化,以及这些变化对青梅品质的影响,为青梅果冷藏及加工提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

野生青梅 四川绵阳平武县。选取成熟度良好,无损伤的果实作为实验材料。

BCD-586W 冰箱 海尔集团;E-210-C-9 型 pH 计 上海理达仪器厂;T6 紫外分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司;TGL-16GB 离心机 上海安亭科学仪器厂制造;AL204 电子天平 上海梅特勒-托利多仪器有限公司;FOSS Kjeltac 8400 凯氏定氮仪 丹麦 FOSS 公司生产;PX-B32T 手持测糖仪 广州普析通仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 青梅处理 青梅果汁:将青梅果清洗去核,按照果肉重加 4 倍的蒸馏水(w/w),同时加入偏重亚硫酸钠,使 SO₂ 含量达到 80 mg/L,打浆,用 4 层纱布过滤,得到青梅果汁,用 50 mL 离心管分装,于-18℃冰箱冻藏。每隔 5 d 取离心管分装样品 1 个,常温解冻,分析测定指标。

青梅果浆:将青梅果洗净去核,按照果肉重加 4 倍的蒸馏水(w/w),同时加入偏重亚硫酸钠,使 SO₂ 含量达到 80 mg/L,打浆,混匀,用 50 mL 离心管分装,于-18℃冰箱冻藏。每隔 5 d 取离心管分装样品 1 个,常温解冻,分析测定指标。

青梅整果:随机选取适量青梅果,洗净,每 200 g 分装一袋,于-18℃冰箱冻藏。每隔 5 d 取分装样品一袋,常温解冻,分析测定指标。

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 总糖、还原糖测定 菲林试剂法(参照 GB/T 5009.7-2008)。

1.2.2.2 总酸测定 酸碱滴定法,总酸以柠檬酸计(参照 GB/T 12456-2008)。

1.2.2.3 可溶性固形物 手持糖度计测定(参照 GB/T 12143-2008)。

1.2.2.4 V_C 含量的测定 2,6-二氯酚溶液滴定法(参照 GB 6195-86)。

1.2.2.5 氨态氮的测定 甲醛滴定法^[12]。

1.2.2.6 黄酮含量测定 芦丁标准曲线法^[13]。

1.3 数据统计分析

数据分析采用 Excel 及 DPS 7.55 统计软件。

2 结果与分析

2.1 可溶性固形物变化

采用手持测糖仪测定了冻藏过程中可溶性固形物变化情况,结果见图 1。

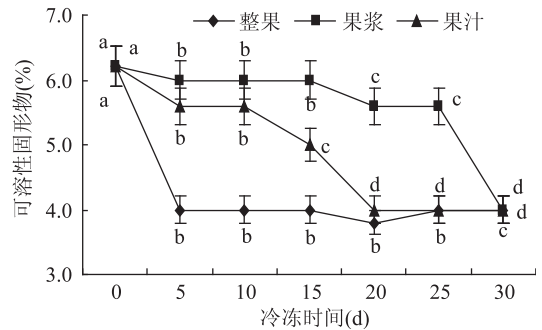


图 1 青梅冻藏过程中可溶性固形物变化情况

Fig.1 Change of the soluble solid of green plum in the frozen storage

注:字母表示 5% 显著性水平,下同。

由图 1 中可以看出,整果的可溶性固形物含量,在冻藏 5 d 后,由冻藏前的 6.20% 下降到 4.00%,减少了 2.20%;在 5~30 d 内,可溶性固形物含量几乎保持不变,最终稳定在 4.00%。果浆的可溶性固形物含量与整果的冻藏情况有所不同,在冻藏前 25 d 中,呈缓慢下降趋势,由开始的 6.20% 下降到 5.60%;继续冻藏到 30 d,出现明显下降,由 5.60% 下降到 4.00%,最终保持在 4.00%。果汁可溶性固形物含量变化,在冻藏的前 10 d,表现出缓慢下降趋势,下降了 0.60%;从 10 d 到 20 d,出现了较大幅度的下降,由 5.60% 下降到 4.00%,下降了 1.60%;从 20 d 到 30 d,基本保持不变,保持在 4.00%。实验结果表明,在-18℃冻藏 30 d,青梅三种形态的可溶性固形物都呈下降趋势,最终保持在 4.00% 左右,但其变化过程有所不同:整果冻藏 5 d 后下降迅速,在随后的 25 d 中基本保持不变;果浆一直呈小幅、缓慢下降趋势,在 25 d 后出现较大幅度下降;果汁也呈缓慢下降趋势,其下降幅度大于果浆,小于整果,介于两者之间,在 20 d 后趋于稳定。图形变化趋势越缓慢,说明可溶性固形物下降越小,相比较而言,以果浆形态冻藏更有利于可溶性固形物的稳定。

2.2 总酸含量变化

冻藏过程中青梅总酸含量变化情况见图 2。

由图 2 可以看出,在整个冻藏期间,青梅整果总酸含量总共减少了 1.27 g/100 g,整体含量下降约为 31.05%。随着冻藏时间延长,整果总酸下降较为明显,差异显著。青梅果浆冻藏时,总酸含量在逐渐降低。冻藏前 5 d 内,总酸下降速度较快,从 4.10 g/100 g 下降到 3.66 g/100 g,仅 5 d 时间总酸含量就下降了 0.44 g/L。在冻藏 10~15 d 期间,总酸含量下降较为平缓,冻藏 15 d 以后,总酸含量下降显著。在整个冻藏期间,青梅果浆总酸含量共减少了 1.14 g/100 g,整体含量下降约为 27.93%。青梅果汁冻藏时,总酸含

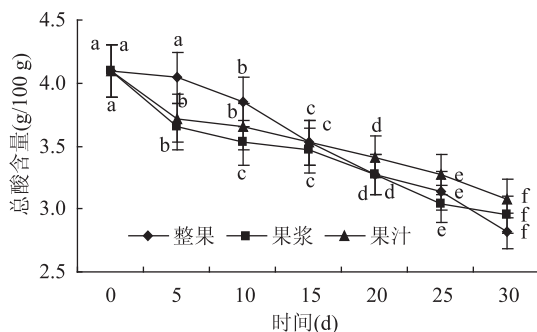


图2 青梅冻藏过程中总酸含量变化情况

Fig.2 Change of the total acid of green plum in the frozen storage

量也在逐渐降低。冻藏前5 d内,总酸含量从4.10 g/100 g下降到3.66 g/100 g,下降程度极为显著。在冻藏5~10 d期间,总酸含量无显著性变化,冻藏10 d以后,总酸显著下降。在整个冻藏期间,青梅果汁总酸含量总共减少了1.02 g/100 g,整体含量下降约为24.80%。青梅在冻藏过程中,无论以哪种形态保存,总酸含量都是逐渐降低,而且差异显著。

郭衍银等^[14]研究表明,冬枣冻藏过程中有机酸含量呈降低的趋势;吴锦铸等^[15]研究发现,荔枝原汁冻藏过程中总酸呈缓慢上升趋势,但基本稳定;刘升和金同铭^[16]的研究表明,草莓冻藏过程中柠檬酸会迅速降低,苹果酸含量有所升高,说明在冻藏状态下,酸含量变化比较复杂,可能跟水果种类及本身的生理特性有关系。本文研究结果与郭衍银等^[14]的结果相似。引起酸度变化的原因,可能有两方面:一是冻藏、溶解过程中细胞破裂,细胞内物质释放出来,水分的释放量大于酸的释放量,使酸度稀释,因而总酸下降,pH升高;另一方面,在冻藏贮藏及解冻过程中,酸类物质发生了转化,导致总酸降低。毕金峰等^[17]研究证实,植物组织在冻藏过程中会发生酸类物质的转化。

2.3 糖含量变化

2.3.1 总糖含量的变化 冻藏过程中总糖含量变化情况见图3。

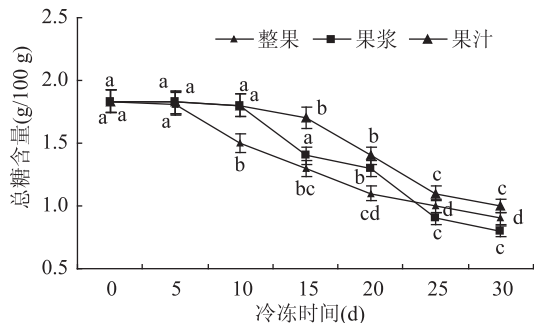


图3 青梅冻藏过程中总糖含量的变化

Fig.3 Change of the total sugar of green plum in the frozen storage

从图3可以看出,青梅总糖含量在冻藏过程中随着时间的变化在逐渐降低,且下降变化显著。虽然在整个冻藏过程中,总糖含量下降的绝对值较小,但对于低糖高酸的青梅而言,变化则比较显著。在冻

藏过程中,青梅总糖含量在逐渐下降,就青梅三种不同形态相比较而言,总糖含量下降程度为:整果>果浆>果汁。本文研究结果与郭衍银等^[14]、吴锦铸等^[15]和Ziena^[18]的研究结果有相似之处。相对而言,总糖的降低,对青梅果加工影响较小,可以忽略不计。

2.3.2 还原糖含量的变化 冻藏过程中还原糖含量变化情况见图4。

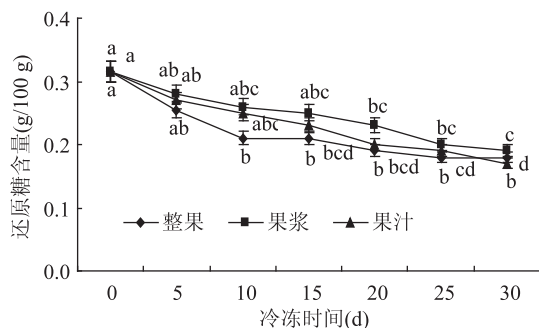


图4 青梅冻藏过程中还原糖含量的变化

Fig.4 Change of the reducing sugar of green plum in the frozen storage

从图4可以看出,整果冻藏时青梅还原糖含量从0.32 g/100 g降低到0.18 g/100 g,整体含量下降了42.86%,冻藏前5 d内降低了0.06 g/100 g,冻藏10 d后无显著性变化;果浆冻藏时青梅还原糖含量从0.32 g/100 g降低到0.19 g/100 g,整体含量下降了39.68%,下降速度最快的是冻藏前5 d内还原糖含量降低了0.04 g/100 g,冻藏10~15 d及20~25 d期间无显著变化;果汁冻藏时青梅还原糖含量从0.32 g/100 g降低到0.170 g/100 g,整体含量下降了39.68%,下降速度最快的是冻藏前5 d内降低了0.05 g/100 g,冻藏15~20 d期间无显著性变化。在整个冻藏过程中,青梅还原糖含量呈下降趋势,且下降变化较为显著,其中以整果形态冻藏更有利于青梅还原糖含量的稳定。

2.4 氨态氮变化

冻藏过程中氨态氮变化情况见图5。

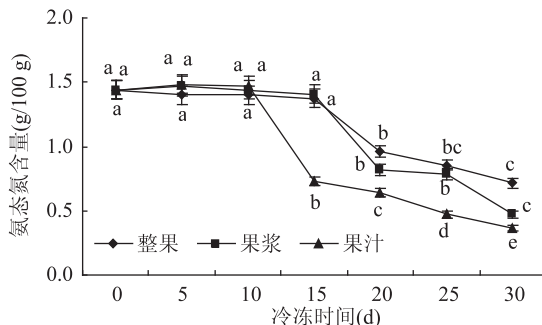


图5 青梅冻藏过程中氨态氮含量的变化

Fig.5 Change of the ammoniacal nitrogen of green plum in the frozen storage

从图5可以看出,青梅整果在冻藏前15 d内氨态氮含量变化不显著,冻藏15~30 d之间,青梅整果氨态氮含量下降趋势较为明显,从1.38 g/100 g降低至0.72 g/100 g;青梅果浆在冻藏前15 d内氨态氮含

量变化不显著,冻藏 15~30 d 之间,青梅果浆氨态氮含量下降趋势较为明显,从 1.41 g/100 g 降低至 0.47 g/100 g;青梅果汁在冻藏前 10 d 内氨态氮含量变化不显著,冻藏 10 d 后,青梅氨态氮含量下降程度较为显著,从 1.48 g/100 mL 降低至 0.37 g/100 g。总体来说,青梅氨态氮含量在冻藏过程中呈现出下降趋势,主要从冻藏 10 d 后开始明显下降。针对青梅三种不同形态相比较而言,以整果冻藏方式进行贮藏,更能维持氨态氮含量的稳定。黄爱萍与郑少权^[19]在龙眼果肉冻藏的研究中也得到类似结果,总蛋白氨基酸呈下降趋势。

2.5 黄酮含量变化

青梅冻藏过程中黄酮含量变化情况见图 6。

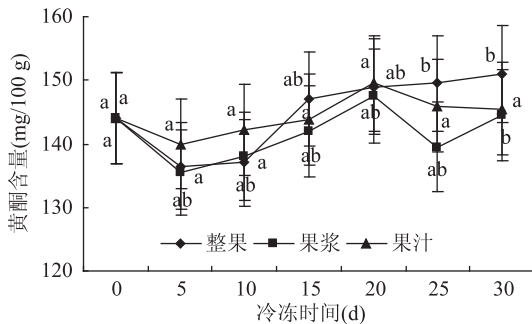


图 6 冻藏过程中青梅黄酮含量变化

Fig.6 Change of the total flavonoid of green plum in the frozen storage

从图 6 可以看出,青梅整果的黄酮含量在冻藏前 10 d 内变化不显著,冻藏 15 d 后,黄酮含量开始逐渐上升,整个冻藏过程结束后,整果黄酮含量从 144.00 mg/100 g 上升至 151.00 mg/100 g;青梅果浆的黄酮含量在冻藏前 5 d 内有所下降,冻藏 5 d 后,黄酮含量开始逐渐上升,整个冻藏过程结束后,果浆黄酮含量基本保持不变;青梅果汁的黄酮含量在整个冻藏过程中无显著变化,黄酮总量几乎维持在冻藏前的含量。三种不同形态的青梅在同等冻藏条件下的黄酮含量变化基本保持稳定,说明冻藏处理对青梅黄酮含量的保持具有较好的效果,其中以整果冻藏的效果最佳。

黄爱萍与郑少权^[19]研究表明,龙眼果肉在冷藏过程中,黄酮含量呈先急剧上升后急剧下降的变化趋势,总体呈“V”型变化趋势;冷藏 18 d 后龙眼果肉黄酮含量与鲜果果肉黄酮含量的差异不显著。包海蓉等^[20]采用不同冻藏温度贮藏桑椹,黄酮含量呈下降趋势。本文研究结果与黄爱萍和郑少权^[19]的研究结果基本相似,青梅果在冻藏过程中,黄酮含量先下降后上升,在 30 d 冻藏过程中黄酮含量变化差异不显著,说明冻藏对黄酮含量影响较小,可以较好的保持青梅果中的黄酮类物质。

2.6 V_C 含量变化

冻藏过程中 V_C 含量变化情况见图 7。

由图 7 可以看出,在冻藏过程中,青梅整果 V_C 含量从 1.68 mg/100 mL 下降至 1.35 mg/100 g, V_C 含量下降了 0.33 mg/100 g;青梅果浆 V_C 含量从 1.68 mg/100 g 下降至 1.32 mg/100 g, V_C 含量下降了

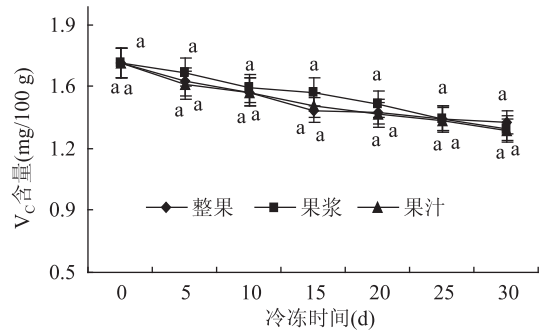


图 7 青梅冻藏过程中青梅 V_C 含量变化

Fig.7 Change of V_C of green plum in the frozen storage

0.36 mg/100 g;果汁中 V_C 含量从 1.68 mg/100 g 下降至 1.30 mg/100 g, V_C 含量下降了 0.38 mg/100 g。在 30 d 冻藏过程中,三种形态青梅的 V_C 含量呈现下降趋势;冻藏前后,青梅 V_C 含量下降值较小,下降值不超过 0.4 mg/100 g。虽然冻藏前后青梅 V_C 含量有一定差异,但未达到显著性水平。

V_C 含量变化趋势与郭衍银^[14]、刘升^[16]、包海蓉等^[20-21]的研究结果一致。在冻藏条件下,水果中 V_C 含量随贮藏时间的延长而逐步降低,原因可能跟 V_C 的氧化,还原型与氧化型 V_C 相互转化,氧化酶活性、V_C 随水分流失等方面有关系。

3 结论

青梅整果、果浆和果汁在 -18 ℃ 条件下冻藏贮藏 30 d,可溶性固形物、总酸、总糖、还原糖、氨态氮含量呈下降趋势。对于高酸低糖的青梅而言,糖含量较低,其变化对品质影响很小;而酸度的降低可以减少青梅本身的酸涩感,同时减少在青梅酒发酵过程中对酵母菌生长的抑制作用。

相同条件下,青梅整果、果浆和果汁的黄酮和 V_C 含量有所降低,但降低的数值较小,其含量与青梅鲜果中的含量接近,说明青梅在冻藏处理条件下能够有效的保持黄酮和 V_C 等营养成分。

相同条件下,在整果、果浆、果汁三种形态中,整果能够较好的保持青梅的营养成分。

参考文献

- [1]刘兴艳,蒲彪.我省青梅资源开发利用现状[J].四川食品与发酵,2004,20(4):21-23.
- [2]石嘉峰,吴晓琴,张英.青梅资源的研究与应用[J].食品与发酵工业,2008,34(6):106-111.
- [3]赵乐荣,邹鹏飞,路万成,等.青梅提取物研究进展[J].中国医药科学,2012,2(3):41-43.
- [4]林耀盛,杨春英,陈智毅,等.青梅酱中的有机酸成分分析[J].现代食品科技,2011,27(9):1150-1153.
- [5]徐玉娟,肖更生,陈卫东,等.青梅的研究进展[J].食品工业科技,2005,26(1):185-187.
- [6]康毅,曾凡骏,邹华雄.果梅的研究 I.果梅营养成分的测定和研究[J].天然产物研究与开发,1994,6(4):62-66.
- [7]左迢远,董莎莎.大理地区青梅果营养成分分析[J].大理学院学报,2010,9(6):13-15.

(下转第 324 页)

- [5] Rocculi P, Cocci E, Romani S, et al. Effect of 1-MCP treatment and N₂O MAP on physiological and quality changes of fresh-cut pineapple [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2009, 51(3): 371-377.
- [6] Aguayo E, Jansasithorn R, Kader A A. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006, 40(3): 269-278.
- [7] Yuan G, Sun B, Yuan J, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on shelf life, visual quality, antioxidant enzymes and health-promoting compounds in broccoli florets [J]. *Food Chemistry*, 118(3): 774-781.
- [8] Mostofi Y, Toivonen P M A, Lessani H, et al. Effects of 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 27(3): 285-292.
- [9] Vandekinderen I, Devlieghere F, De Meulenaer B, et al. Optimization and evaluation of a decontamination step with peroxyacetic acid for fresh-cut produce [J]. *Food Microbiology*, 2009, 26(8): 882-888.
- [10] Choi S T, Huber D J, Kim J G, et al. Influence of chlorine and mode of application on efficacy of aqueous solutions of 1-methylcyclopropene in delaying tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit ripening [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2009, 53(1-2): 16-21.
- [11] 陆胜民, 马子骏, 王阳光. 气调和乙烯对梅果叶绿素和内源激素含量的影响 [J]. *植物学通报*, 2002, 19(6): 716-720.
- [12] 陈现臣, 王彩霞, 杨卫军. 低温贮藏 1-MCP 处理对大枣呼吸作用及叶绿素含量的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(34): 14883-14884.
- [13] Cefola M, Amodio L M. Exposure to 1-methylcyclopropene (1-MCP) delays the effects of ethylene on fresh-cut broccoli raab (*Brassica rapa* L.) [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2010, 58(1): 29-35.
- [14] Cao S, Yang Z, Zheng Y. Effect of 1-methylcyclopropene on senescence and quality maintenance of green bell pepper fruit during storage at 20 °C [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2012, 70: 1-6.
- [15] Morales M L, Callejon R M, Ubeda C, et al. Effect of storage time at low temperature on the volatile compound composition of Sevillana and Maravilla raspberries [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2014, 96: 128-134.
- [16] Summo C, Caponio F, Tricarico F, et al. Evolution of the volatile compounds of ripened sausages as a function of both storage time and composition of packaging atmosphere [J]. *Meat Science*, 2010, 86(3): 839-844.
- [17] Karp F, Harris J L, Croteau R. Metabolism of monoterpenes: Demonstration of the hydroxylation of (+)-sabinene to (+)-cis-sabinol by an enzyme preparation from sage (*Salvia officinalis*) leaves [J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1987, 256(1): 179-193.
- [18] Kobori C N, Wagner R, Padula M, et al. Formation of volatile compounds from lycopene by autoxidation in a model system simulating dehydrated foods [J]. *Food Research International*, 2014, 63 (Part A): 49-54.
- [19] Ortega-Heras M, Gonzolez-Sanjose M L, Gonzolez-Huerta C. Consideration of the influence of aging process, type of wine and oenological classic parameters on the levels of wood volatile compounds present in red wines [J]. *Food Chemistry*, 2007, 103(4): 1434-1448.
- [20] Facundo H V D V, Gurak P D, Mercadante A Z, et al. Storage at low temperature differentially affects the colour and carotenoid composition of two cultivars of banana [J]. *Food Chemistry*, 2015, 170(0): 102-109.
- [21] 古喜兰, 郑康成. 光敏化条件对 α -萜烯异构化制备罗勒烯的影响 [J]. *广东化学*, 1990, 2: 38-40.
- [22] 李凝. 以松节油为原料合成对异丙基甲苯 [J]. *精细化工*, 2002, 8: 477-479.
- [23] 李艳军, 贺红武. 1,4-桉树脑衍生物的合成进展 [J]. *合成化学*, 2004, 4: 336-339.
- [8] 马长伟, 曾名勇. 食品工艺学导论 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002.
- [9] 刘升, 金同铭. 不同冻藏时间对速冻草莓营养品质的影响 [J]. *制冷学报*, 2006, 27(5): 48-50.
- [10] 于海杰, 姚文秋. 果蔬速冻保鲜贮藏技术 [J]. *黑龙江农业科学*, 2010(7): 132-135.
- [11] 张红娜, 高畅. 果皮冷冻处理对红葡萄酒品质的影响 [J]. *中国酿造*, 2011, 231(6): 119-122.
- [12] 宁正祥. 食品成分分析手册 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [13] 胡静丽, 陈健初. 杨梅叶黄酮类化合物最佳提取工艺研究 [J]. *食品科学*, 2003, 24(1): 96-99.
- [14] 郭衍银, 朱艳红, 孙薇, 等. 冬枣速冻冻藏条件的优化研究 [J]. *制冷学报*, 2008, 29(2): 54-59.
- [15] 吴锦铸, 黄苇, 赖燕屏, 等. 荔枝原汁保藏工艺探讨 [J]. *食品科学*, 2001, 22(3): 76-78.
- [16] 刘升, 金同铭. 不同冻藏时间对速冻草莓营养品质的影响 [J]. *制冷学报*, 2006, 27(5): 48-50.
- [17] 毕金峰, 于静静, 丁媛媛, 等. 固相萃取 GC-M 法测定不同干燥方式下枣产品的芳香成分 [J]. *现代食品科技*, 2011, 27(3): 354-360, 365.
- [18] H. M. S. Ziena. Quality attributes of Bearss Seedless lime (*Citrus latifolia* Tan) juice during storage [J]. *Food Chemistry*, 2000, 71(2): 167-172.
- [19] 黄爱萍, 郑少权. 龙眼采后低温贮藏过程果肉黄酮和氨基酸含量变化的研究 [J]. *福建农业学报*, 2010, 25(4): 475-478.
- [20] 包海蓉, 程裕东, 俞骏, 等. 冻藏温度对桑椹品质影响的研究 [J]. *食品科学*, 2006, 27(12): 130-133.
- [21] 包海蓉, 王华博. 草莓冻藏过程中多酚氧化酶、过氧化物酶及维生素 C 的变化研究 [J]. *食品科学*, 2005, 26(8): 434-436.

(上接第 319 页)