

桃汁贮藏期间的品质变化研究

毕金峰¹, 阮卫红^{1,2}, 刘璇¹, 卢勇³, 苗鹏飞⁴, 焦艺¹

(1. 中国农业科学院农产品加工研究所, 农业部农产品加工综合性重点实验室, 北京 100193)

(2. 湖南农业大学食品科学技术学院, 湖南长沙 410128) (3. 山东省临沂市农业委员会, 山东临沂 276000)

(4. 临沂大学生命科学学院, 山东临沂 276005)

摘要: 为探讨桃汁贮藏期间品质的变化, 将鲜桃汁灭菌后分别贮藏在 4℃、25℃和 37℃下, 检测并分析桃汁贮藏期间的理化指标、营养成分和香气成分的变化。发现在 4℃、25℃和 37℃下, 桃汁的褐变度分别增加了 0.14、0.33 和 0.56; 总糖分别降解了 49.06%、53.59%和 57.19%; 维生素 C 分别降解了 46.27%、43.05%和 51.06%; 蛋白质分别降解了 31.82%、57.14%和 64.00%; 总酸含量变化很小。桃汁在贮藏过程中, 贮藏温度和贮藏时间对褐变度、总糖、维生素 C、蛋白质、总酚、果胶等含量的变化均有极显著影响($p < 0.01$)。在对桃汁贮藏期间香气成分变化的研究中, 共鉴定出 35 种香气成分。新鲜桃汁具有较好的香气, 其特征香气十一烷-4-内酯达到 1.25%, 5-癸内酯达到 4.45%。贮藏 40 d 后, 4℃下鉴定出的香气成分占总质量分数的 79.90%, 25℃下鉴定出的香气成分占总质量分数的 60.14%, 37℃下鉴定出的香气成分占总质量分数的 54.59%。因此, 低温贮藏有助于桃汁品质地保持。

关键词: 桃汁; 品质; 营养物质; 香气成分; 贮藏期

文章编号: 1673-9078(2014)7-117-123

The Quality Change of Peach Juice during Storage

BI Jin-feng¹, RUAN Wei-hong^{1,2}, LIU Xuan¹, LU Yong³, MIAO Peng-fei⁴, JIAO Yi¹

(1. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Agro-Products Processing, Ministry of Agriculture, Beijing 100193, China) (2. College of food science and technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China) (3. Agriculture Committee, Linyi 276000, China)

(4. College of Life Science, Linyi University, Linyi 276005, China)

Abstract: To study the effect of storage conditions on the quality changes of peach juice pretreated by sterilization, the experiments were carried out at three storage temperatures of 4, 25 and 37 °C. The changes of physical and chemical indicators, nutrients and aroma components during storage were tested and analyzed. The result showed that browning degree index was increased by 0.14, 0.33 and 0.56 at the three different temperatures, respectively. The total sugar contents of the three samples were decreased by 49.06%, 53.59% and 57.19%, respectively. The vitamin C contents were 46.27%, 43.05% and 51.06%, and the protein contents were 31.82%, 57.14% and 64.00% respectively. There was no significant change in the total acid contents before and after storage, while the effect of storage time and temperature on the browning degree, pH, total sugar, Vitamin C, protein, total phenol and pectin content were highly remarkable ($p < 0.01$). Thirty-five aroma compositions were identified in the peach juice. The fresh juice had good aroma, and the characterized flavor undecan-4-olide and 5-decanolide reached 1.25% and 4.45%. After 40 days storage, the amount of identified aroma components declined to 79.90%, 60.14% and 54.59% of the total mass fraction at 4, 25 and 37 °C, respectively. Therefore, low temperature storage could keep the quality of peach juice.

Key words: peach juice; quality; nutrients; aroma components; storage period

桃, 原产于我国西北地区, 隶属蔷薇科, 是我国主要水果之一。桃味美多汁, 含有糖类、蛋白质、果胶、膳食纤维和多种维生素等营养物质, 还富含磷、钙和钾等多种矿物质元素, 有补中益气、养阴生津、润肠通便之功效, 具有仙桃、寿果之美称^[1]。鲜桃采

收稿日期: 2014-01-01

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2012BAD29B03); 食用农产品加工适宜性评价及风险监控技术研究示范

通讯作者: 毕金峰(1970-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 果蔬精加工

后受自身成熟度、表面微生物和内源酶等的影响而不耐贮藏, 因此, 进行桃的深加工, 能使桃产业经济效益上升。目前国内桃产品种类众多, 其中以桃汁为主要加工方向^[2]。桃汁在贮藏过程中发生的褐变反应会导致产品色泽变暗、营养物质损失和风味变差, 甚至还会产生某些有害物质如羟甲基糠醛等^[3]。国内外学者对桃汁褐变规律的研究较多, 而对桃汁在贮藏过程中理化与营养成分的变化研究较少。芳香成分是构成桃汁风味的重要物质基础, 也是桃汁品质评价的重要

指标^[4]。徐增慧等比较高静压和热杀菌技术处理后桃汁的香气成分变化,并鉴别出对桃汁香气有特别影响的30种香气成分^[5]。国内外对柑橘汁、橙汁、葡萄汁的香气成分研究较多,而对桃汁的香气成分研究相对较少,特别是桃汁贮藏期间香气成分变化的研究尚未见报道。桃汁的风味物质变化不仅与品种、保鲜措施、加工方式相关,贮藏条件对桃汁的风味也有显著性影响。

本研究以中国北方主要的白桃品种大久保桃为原料,将灭菌后的桃汁分别贮藏在4℃、25℃和37℃下,检测并分析了桃汁贮藏期间的理化指标和各种营养物质含量的变化,并采用固相微萃取装置提取桃汁的香气成分,利用气相色谱-质谱(GC-MS)分析桃汁在各贮藏温度下主要风味物质的变化情况,希望为桃汁产品的加工贮藏提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验材料

大久保桃:采摘于北京市平谷。

挑选完整的大久保桃,去皮去核,切块后用0.50%的Vc护色,热烫灭酶后,榨汁,均质,灭菌,PET瓶灌装贮藏。测定桃汁贮藏期间的理化指标、营养成分和芳香成分。

1.1.2 实验试剂

浓硫酸,北京化学工业试剂有限公司;盐酸,国药集团化学试剂有限公司;硝酸,国药集团化学试剂有限公司;氢氧化钠,国药集团化学试剂有限公司;高氯酸,国药集团化学试剂有限公司;苯酚,国药集团化学试剂有限公司;3,5-二硝基水杨酸,国药集团化学试剂有限公司;果糖、葡萄糖、蔗糖标准品, Sigma-Aldrich公司;抗坏血酸,国药集团化学试剂有限公司;2,6-二氯酚,国药集团化学试剂有限公司;考马斯亮蓝,国药集团化学试剂有限公司;磷、钙、钠、钾、镁标准液,国家标准物质研究中心;Folin-酚, Sigma-Aldrich公司。

1.1.3 试验设备

榨汁机,奥克斯HX-502;CPA124S电子天平,德国Sartorius公司;3K15型高速冷冻离心机,德国Sigma公司;手持糖度仪,日本ATAGO公司;pH计,德图仪表有限公司;UV-1800紫外分光光度计,日本岛津公司;离子色谱仪,美国戴安公司;GCMS-QP2010Plus气相色谱质谱联用仪,日本岛津公司;火焰光度计BWB XP,英国百沃毕;原子吸收分光光度

计Z-2000,日本日立公司。

1.2 试验方法

1.2.1 褐变度的测定

移取适量桃汁,9000 r/min离心20 min,0.45 μm滤膜过滤,测定420 nm下的吸光度值。

1.2.2 总糖含量的测定

苯酚-硫酸法^[6]。

1.2.3 总酸含量的测定

酸碱滴定法^[6]。

1.2.4 维生素C含量的测定

2,6-二氯酚靛酚法,参考AOAC-1990法。利用碱性的2,6-二氯酚靛酚染料标准溶液对含维生素C的桃汁进行氧化还原滴定,待样液滴定至浅红色15 s内不褪色为滴定终点,计算桃汁中Vc含量。

1.2.5 蛋白质含量的测定^[7]

考马斯亮蓝法,此法灵敏度高,适用于测定可溶性蛋白含量较低的果汁。

1.2.6 总酚含量的测定

参考Folin-酚法^[8]。

1.2.7 果胶含量的测定

间羟基联苯法^[9]。

果胶和间羟基联苯反应会显粉红色。

1.2.8 风味物质含量的测定

GC-MS条件的确定:参考现有文献^[10-11],根据桃汁特点,修正检测方法,确立桃汁芳香成分的测定方法。

色谱条件:

色谱柱:PEG20M30 m×0.25 mm石英毛细管柱;

升温进程:进样口、接样口温度250℃,起始柱温:35℃,保持2 min,然后以5℃/min升温至60℃,再以8℃/min升温到140℃,最后以12℃/min升温到230℃,保持8 min;液膜厚度:0.25 μm,载气He,恒定压力35 kPa,不分流。

质谱条件:

电子轰击离子源,电子能量为70 eV;离子源温度为200℃,质量扫描范围为33-450(m/z)。数据采集库:参考NIST和Wiley。

1.3 数据处理分析及风味物质的组分定性和定量

为了更好地反应桃汁在贮藏期间品质的变化趋势及尽量减少因样品间差异所带来的误差,本试验在数据处理时采用相对值表征桃汁各项品质指标(褐变度、

可溶性固形物、总糖、pH、总酸、Vc、蛋白质、总酚、果胶)的变化趋势,即在相应的贮藏时间下,桃汁各品质指标值除以样品各品质指标的初始值,采用 Origin 8.0 对桃汁理化与营养指标的数据进行处理分析。风味物质经 NIST 图库及文献检索,运用归一化法定量各组分。试验中各项指标测定重复3次,结果取平均值。

2 结果与分析

2.1 桃汁色泽的变化

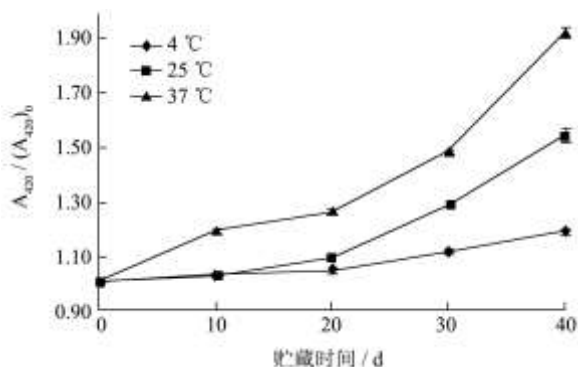


图1 桃汁贮藏期间褐变度的变化

Fig.1 Changes of browning degree of peach juice during storage

果汁在贮藏期间,由于非酶褐变使果汁中营养物质损失和风味变差, Chutintrasri B 认为褐变度可以作为桃汁色泽好坏的评价指标^[12]。由图1可知,桃汁在4 °C、25 °C和37 °C条件下贮藏40 d后,褐变度值分别上升了0.14、0.33和0.56,且贮藏温度越高,褐变反应速率越大,桃汁的色泽越暗。郭善广等在对浓缩苹果汁的非酶褐变动力学研究中同样认为,苹果汁的色泽随着贮藏时间的延长和贮藏温度的升高而变暗^[13]。同时,贮藏温度和贮藏时间对褐变度的影响是极显著的($p < 0.01$)。目前市场上的桃汁一般是常温贮藏。此条件下,桃汁容易发生褐变反应,色泽稳定性差。

2.2 贮藏期间桃汁营养成分变化

2.2.1 总糖含量的变化

糖类是桃汁的主要甜味来源。桃汁在贮藏过程中总糖含量逐渐减少(图2),在4 °C、25 °C和37 °C下,总糖分别降解了49.06%、53.59%和57.19%。可见,贮藏温度越高,总糖的降解速率越大。同时,贮藏温度和贮藏时间对总糖含量的变化有极显著性影响($p < 0.01$)。

2.2.2 总酸含量的变化

由图3可知,贮藏40 d后,桃汁的总酸含量都有

先减少后增加的趋势。4 °C条件下,总酸含量减少0.05%;在25 °C条件下贮藏,总酸含量增加了0.03%;37 °C下,总酸含量减少了0.13%。可能是桃汁在贮藏过程中产生的某些反应的(如美拉德反应等)中间产物醛类、酮类等容易氧化成酸类物质或直接参加褐变反应,导致总酸含量略有变化。同时,贮藏时间和贮藏温度对总酸含量无显著性影响。

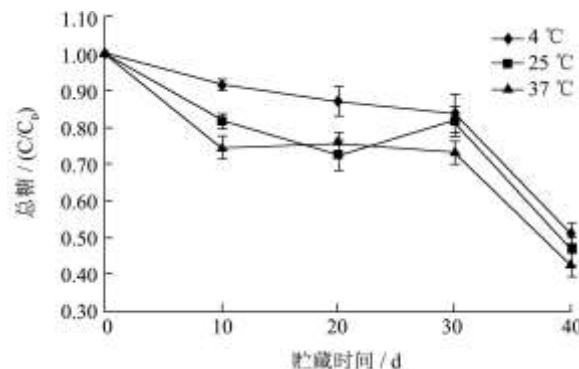


图2 桃汁贮藏期间总糖含量的变化

Fig.2 Changes of total sugars content of peach juice during storage

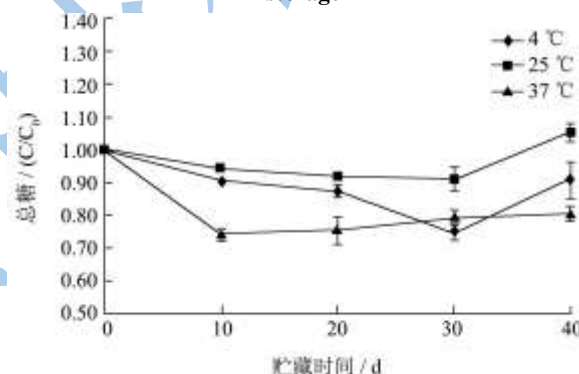


图3 桃汁贮藏期间总酸含量的变化情况

Fig.3 Changes of total acids content of peach juice during storage

2.2.3 维生素C含量的变化

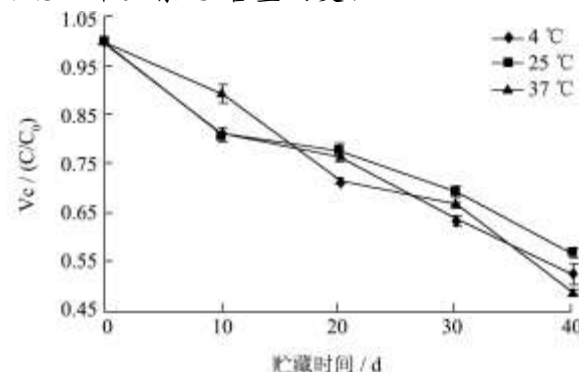


图4 桃汁贮藏期间维生素C含量的变化情况

Fig.4 Changes of Vc content of peach juice during storage

Vc 是桃汁的主要营养物质之一。Vc 本身不稳定,在有氧和无氧的条件下容易发生降解反应。贮藏初

期,桃汁的表面和内部含有一定量氧气,Vc 主要发生有氧降解;贮藏后期则主要是无氧降解^[14]。Vc 的含量在贮藏期间逐渐减少(图4),且贮藏温度越高,Vc 的降解速率越快。贮藏了40 d时,4℃贮藏条件下,Vc 降解了14.42 mg/mL,约46.27%;25℃贮藏条件下,Vc 降解了16.33 mg/mL,约43.06%;而37℃贮藏条件下,Vc 降解了30.29 mg/mL,约51.06%。可见,4℃和25℃的贮藏条件下,Vc 含量的降解变化相差不大,高温37℃下降解最多。这可能和液体体系相关。显然,桃汁在贮藏期间,Vc 的降解在非酶褐变中占极其重要的地位。同时,贮藏温度和贮藏时间对Vc 的降解有极显著性影响($p<0.01$)。

2.2.4 蛋白质含量的变化

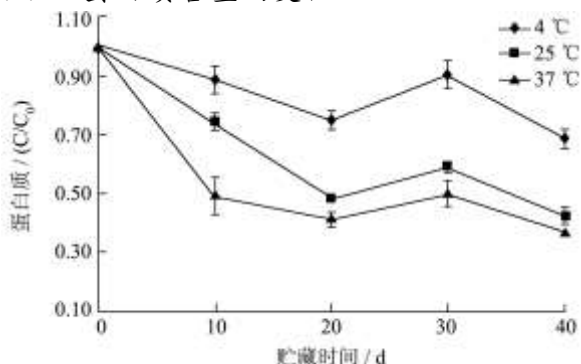


图5 桃汁贮藏期间蛋白含量的变化

Fig.5 Changes of protein content of peach juice during storage

桃汁中含有一定量的可溶性蛋白,在有还原糖存在的条件下,两者很容易因发生美拉德反应导致桃汁品质变差。在桃汁贮藏过程中,4℃、25℃和37℃下蛋白质分别降解了31.82%、57.14%和64.00%,因此,随着贮藏温度的升高和贮藏时间的延长,蛋白质的损失率不断增加。贮藏温度和贮藏时间对蛋白质的降解有极显著影响($p<0.01$)。

2.2.5 总酚含量的变化

酚类物质具有一定的抗氧化性,在果蔬汁中被认为是重要的营养物质之一。图6所示,桃汁在贮藏40 d期间总酚含量先下降后上升,4℃下,总酚含量增加了1.10 mg/mL,约130.34%;25℃下,总酚含量增加了0.72 mg/mL,约86.15%;37℃下,总酚含量增加了0.27 mg/mL,约25.72%。总酚是容易氧化分解的物质,到贮藏后期,桃汁中总酚含量增加,可能的原因是Folin-酚法是通过氧化还原反应来检测,检测结果易受还原性物质的干扰,导致总酚含量偏高,这与Spanos报道的梨汁在贮藏过程中总酚含量上升一致^[15],与García-Alonso报道的番茄汁在贮藏期间总酚含量基本保持不变的研究结果不一致^[16],可能是因为不同果汁的成分不相同及贮藏条件不一致。贮藏时

间和贮藏温度对总酚含量的变化具有极显著影响($p<0.01$)

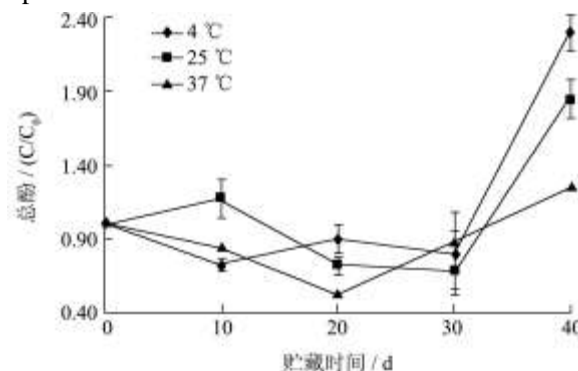


图6 桃汁贮藏期间总酚含量的变化

Fig.6 Changes of total phenolic of peach juice during storage

2.2.6 果胶含量的变化

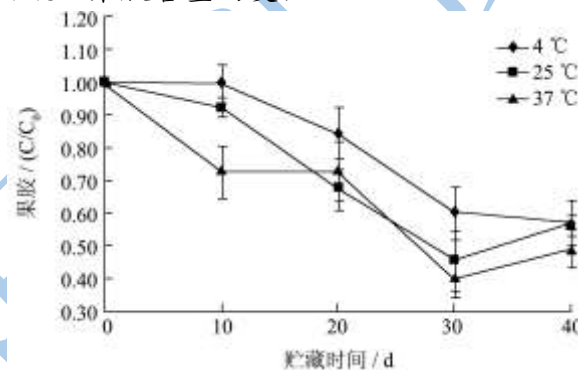


图7 桃汁贮藏期间果胶含量的变化

Fig.7 Changes of pectin content of peach juice during storage

果胶是一种酸性多糖物质,主要成分是甲酯化的 α -1,4-D 聚半乳糖醛酸,有很好的胶凝化和乳化的作用,是维持桃汁物理稳定性的重要物质之一。可溶性果胶含量在整个贮藏过程中随着温度的增加和时间的延长不断减少,在4℃、25℃和37℃下分别降低了43.02%、45.70%和50.89%。贮藏过程中,桃汁中的聚半乳糖醛酸酶(PG)和果胶酯酶(PE)的分解导致果胶含量降低。贮藏温度和贮藏时间对果胶含量的变化有极显著影响($p<0.01$)。

2.3 香气成分的变化

2.3.1 桃汁贮藏过程中香气成分总离子流图

桃汁的香气是判断桃汁品质的指标之一,经GC-MS分析和鉴定,共鉴定出36种香气成分。鲜桃汁中,烷烃类占29.15%,醛类占13.24%,脂类占47.07%,酸类占8.38%,未检出酮类和醇类物质。4℃下贮藏40 d后,鉴定出的香气成分中烷烃类占36.89%,醛类占3.60%,酮类占5.29%,醇类占7.87%,脂类占1.76%,酸类占2.67%,25℃下贮藏40 d后,鉴定出的香气成分中烷烃类12.60%,烯炔类占1.66%,

醛类占 13.59%，酮类占 15.32%，醇类占 3.78%，脂类占 7.56%，酸类占 3.03%，37 °C 下贮藏 40 d 后，鉴定出的香气成分中，烷烃类占 9.10%，醛类占 14.06%，酮类占 17.76%，脂类占 6.98%，酸类占 4.81%。鲜桃汁主要是醛类和脂类所表现出的香气，其中内脂类物质能表现出桃汁的特征香味物质^[5]，如桃汁的特征香气十一烷-4-内酯具有桃子、椰子香气，占 1.25%；5-癸内酯具有果香、桃子、椰子香气，占 5.45%。

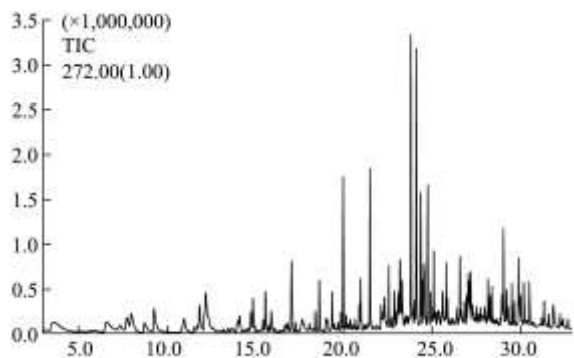


图 8 鲜桃汁香气成分 GC-MS 分析总离子流图

Fig.8 GC-MS ion plot of aroma compounds of fresh peach juice

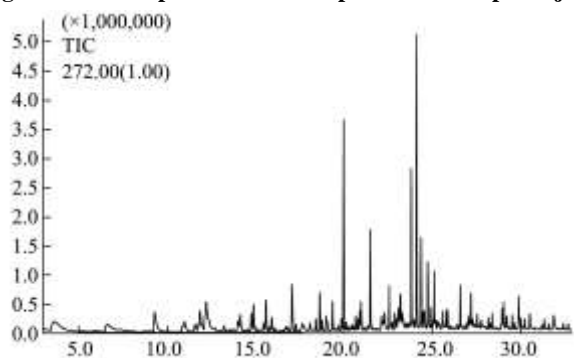


图 9 4 °C 下贮藏 40 d 后桃汁香气成分 GC-MS 分析总离子流图

Fig.9 GC-MS ion plot of aroma compounds of peach juice under 4 °C storage

贮藏 40 d 后，醛类含量略有降低，新物质有反

表 2 桃汁贮藏期间香气成分的变化

Table 2 Changes of aroma composition of peach juice during storage

| 成分 | 分子式 | 相对分子质量 | 初始 /% | 贮藏 40 d/% | | |
|-----|--------------|-----------------------------------|-------|-----------|-------|-------|
| | | | | 4 °C | 25 °C | 37 °C |
| 烷烃类 | 十二烷 | C ₁₂ H ₂₆ | 1.84 | 1.16 | 2.25 | 1.87 |
| | 正十三烷 | C ₁₃ H ₂₈ | 4.86 | 1.99 | 3.08 | 2.88 |
| | 十四烷 | C ₁₄ H ₃₀ | 198 | 2.34 | - | - |
| | 2-甲基-2-苯基十五烷 | C ₂₂ H ₃₈ | 302 | 3.85 | - | - |
| | 碘十六烷 | C ₁₆ H ₃₃ I | 352 | 2.69 | - | - |
| | n-十七烷 | C ₁₇ H ₃₆ | 240 | 4.68 | 28.25 | 1.56 |
| | 异十八烷 | C ₁₉ H ₄₀ | 268 | 2.98 | - | 1.12 |
| | 正二十烷 | C ₂₀ H ₄₂ | 282 | 1.38 | 0.08 | - |

转下页

式柠檬醛，具有一定的柠檬清香；醇类新物质有芳樟醇、异植物醇等；脂类含量降低，特征香气 5-癸内酯含量减少分别了 18.82%、66.24% 和 39.27%。可见，温度越高，桃汁香气成分损失越严重。

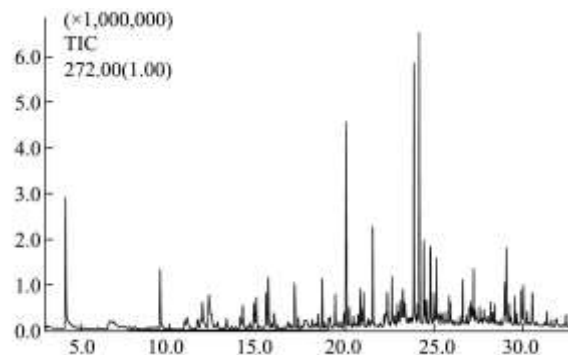


图 10 25 °C 下贮藏 40 d 后桃汁香气成分 GC-MS 分析总离子流图

Fig.10 GC-MS ion plot of aroma compounds of peach juice under 25 °C storage

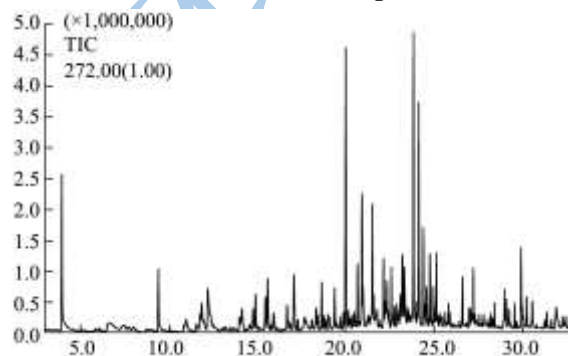


图 11 37 °C 下贮藏 40 d 后桃汁香气成分 GC-MS 分析总离子流图

Fig.11 GC-MS ion plot of aroma compounds of peach juice under 37 °C storage

2.3.2 桃汁香气成分的变化

| 接上页 | | | | | | | |
|-----|------------------------------|--|-----|-------|-------|-------|-------|
| | 植烷 | C ₂₀ H ₄₂ | 282 | 1.64 | - | 0.86 | - |
| | 正二十一烷 | C ₂₁ H ₄₄ | 296 | 2.89 | 5.41 | 3.73 | 3.39 |
| 烯烴类 | E-3-十四碳 | C ₁₄ H ₂₈ | 196 | - | - | 0.60 | - |
| | 1-十六碳烯 | C ₁₆ H ₃₄ | 226 | - | - | 1.06 | - |
| 醛类 | 1-壬醛 | C ₉ H ₁₈ O | 142 | 5.93 | - | 4.28 | 2.32 |
| | 癸醛 | C ₁₀ H ₂₀ O | 156 | 6.06 | 1.16 | 4.34 | 3.28 |
| | 反式-柠檬醛 | C ₁₀ H ₁₆ O | 152 | - | 2.44 | 2.13 | 2.14 |
| | E-2-辛烯醛 | C ₈ H ₁₄ O | 126 | - | - | 2.09 | 1.94 |
| | 反式-2-壬烯醛 | C ₉ H ₁₆ O | 140 | - | - | 0.75 | 4.38 |
| 酮类 | 6-甲基-5-庚烯-2-酮 | C ₈ H ₁₄ O | 126 | - | 2.18 | - | - |
| | 6, 10-二甲基-5, 9-十一 碳二烯-2-酮 | C ₁₃ H ₂₂ O | 194 | - | 3.11 | 15.32 | 15.26 |
| | 3-壬烯-2-酮 | C ₉ H ₁₆ O | 140 | - | - | - | 2.50 |
| 醇类 | 金合欢醇 | C ₁₅ H ₂₆ O | 222 | - | 7.87 | - | - |
| | 芳樟醇 | C ₁₀ H ₁₈ O | 154 | - | - | 2.68 | - |
| | 异植物醇 | C ₂₀ H ₄₀ O | 296 | - | - | 1.10 | - |
| 脂类 | 5-癸内酯 | C ₁₀ H ₁₈ O ₂ | 170 | 5.45 | 1.08 | 1.84 | 3.31 |
| | 邻苯二甲酸二异丁酯 | C ₁₆ H ₂₂ O ₄ | 278 | 20.70 | 0.68 | 4.80 | 2.02 |
| | 邻苯二甲酸二丁酯 | C ₁₆ H ₂₂ O ₄ | 278 | 4.97 | - | - | - |
| | 棕榈酸异丙酯 | C ₁₉ H ₃₈ O ₂ | 298 | 9.56 | - | - | - |
| | 十一烷-4-内酯 | C ₁₁ H ₂₀ O ₂ | 184 | 1.25 | - | 0.92 | 1.06 |
| | 棕榈酸乙基酯 | C ₁₈ H ₃₆ O ₂ | 284 | 6.39 | - | - | - |
| | 亚油酸乙酯 | C ₂₀ H ₃₆ O ₂ | 308 | - | - | - | 0.59 |
| 酸类 | 月桂酸 | C ₁₂ H ₂₄ O ₂ | 200 | 2.17 | - | - | - |
| | 肉豆蔻酸 | C ₁₄ H ₂₈ O ₂ | 228 | 1.77 | - | - | - |
| | 棕榈酸 | C ₁₆ H ₃₂ O ₂ | 256 | 4.44 | 2.67 | 2.30 | 4.81 |
| | 十三酸 | C ₁₃ H ₂₆ O ₂ | 214 | - | - | 0.73 | - |
| 其它 | 茴香脑 | C ₁₀ H ₁₂ O | 148 | 2.14 | 21.82 | 2.60 | - |

注：“-”表示未检出。

3 结论

桃汁在贮藏过程中受贮藏条件影响使得颜色变暗, 营养物质含量逐渐降低, 风味物质散失。贮藏温度和贮藏时间对褐变度、总糖、维生素 C、蛋白质、总酚、果胶均有极显著影响 ($p < 0.01$), 总酸变化不大。桃汁在不同温度下贮藏 40 d 后, 褐变度分别增加了 0.14, 0.33 和 0.56; 总糖分别降解了 49.06%、53.59% 和 57.19%; 维生素 C 分别降解了 46.27%、43.05% 和 51.06%; 蛋白质分别降解了 31.82%、57.14% 和 64.00%; 总酚含量在贮藏后期呈现上升趋势。在桃汁贮藏期间香气成分的变化研究中, 共鉴定出 36 种香气成分。鲜桃汁主要含酸、醇、脂等物质, 其特征香气成分如十一烷-4-内酯和 5-癸内酯类等含量较高。贮藏 40 d 后, 4 °C 下鉴定出的香气成分占分离出总物质成

分的总质量分数的 79.90%, 25 °C 下鉴定的香气成分占其总质量分数的 60.14%, 37 °C 下鉴定出来的香气成分占其总质量分数的 54.59%, 三个贮藏温度下内脂类含量都减少厉害。因此, 低温贮藏对桃汁的营养物质保持和减少香气成分的散失具有较好的效果。

参考文献

- [1] 刘安军, 王丹, 王丽霞, 等. 酶法制备多肽铁及产物分析[J]. 现代食品科技, 2010, 26(2): 149-153
LIU An-jun, WANG Dan, WANG Li-xia, et al. Analysis of the polypeptide-fe from hemoglobin by enzymatic hydrolysis [J]. Modern Food Science and Technology, 2010, 26(2): 149-153
- [2] Lurie S, Crisosto C H. Chilling injury in peach and nectarine [J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 37(3):

- 195-208
- [3] Selen Burdurlu H, Karadeniz F. Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates [J]. *Food Chemistry*, 2003, 80(1): 91-97
- [4] Perez-Cacho P R, Rouseff R. Processing and storage effects on orange juice aroma: a review [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56(21): 9785-9796
- [5] 徐增慧,贾建会,吕晓莲,等.高静压和热杀菌对桃汁香气成分的影响[J].*食品科学*,2012,33(5):25-28
XU Zeng-hui, JIA Jian-hui, LU Xiao-lian, et al. Effect of high hydrostatic pressure and heat sterilization on volatile components in peach juice [J]. *Food Science*, 2012, 33(5): 25-28
- [6] 吴晓红,陈宝宏,李小华.柑橘类水果中总酸与总糖的测定[J].*食品研究与开发*,2012,33(9):144-146
WU Xiao-hong, CHEN Bao-hong, LI Xiao-hua. Determination of total acids and total sugar in citrus fruits [J]. *Food Research And Development*, 2012, 33(9): 144-146
- [7] Kruger N J. The Bradford method for protein quantitation [M]. *The protein protocols handbook*. Humana Press, 2009
- [8] 李巨秀,王柏玉.福林-酚比色法测定桑椹中总多酚 [J].*食品科学*,2009,30(18):292-295
LI Ju-xiu, WANG Bai-yu. Folin-ciocalteu colorimetric determination of total polyphenols in mulberry fruits [J]. *Food Science*, 2009, 30(18): 292-295
- [9] Ibarz A, Pagán A, Tribaldo F, et al. Improvement in the measurement of spectrophotometric data in the m-hydroxydiphenyl pectin determination methods [J]. *Food Control*, 2006, 17(11): 890-893
- [10] Pino J A, et al. Analysis of volatile compounds of mango wine [J]. *Food Chemistry*, 2011, 125(4): 1141-1146
- [11] Dea S, Brecht J K, Nunes M C N, et al. Quality of fresh-cut “Kent” mango slices prepared from hot water or non-hot water-treated fruit [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2010, 56(2): 171-180
- [12] Chutintrasri B, Noomhorm. Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2007, 40(2): 300-306
- [13] GUO Shan-guang, QIU Nong-xue. Kinetics and influencing factors of nonenzymatic browning in apple juice concentrate [J]. *Food Science*, 2010, 31(23): 79-83
- [14] Cortés C, Esteve M J, Frigola A. Color of orange juice treated by high intensity pulsed electric fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice [J]. *Food Control*, 2008, 19(2): 151-158
- [15] Spanos G A, Wroldstad R E. Influence of variety, maturity, processing and storage on the phenolic composition of pear juice [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1990, 38(3): 817-824
- [16] García-Alonso F J, Bravo S, Casas J, et al. Changes in antioxidant compounds during the shelf life of commercial tomato juices in different packaging materials [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009, 57(15): 6815-6822