

文章编号:2095-6002(2013)04-0037-05

引用格式:张璇,孙娅,王毓宁,等. 不同品种黄桃的冰点温度及其影响因素分析. 食品科学技术学报,2013,31(4):37-41.

ZHANG Xuan, SUN Ya, WANG Yu-ning, et al. Determination of Freezing Point Temperature of Different Yellow Peach Cultivars and Correlation Analysis of Impact Factors. Journal of Food Science and Technology, 2013,31(4):37-41.

不同品种黄桃的冰点温度及其影响因素分析

张璇^{1,2}, 孙娅¹, 王毓宁¹, 胡花丽¹, 赵延存¹, 李鹏霞^{1,*}

(1. 江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏南京 210014;

2. 南京农业大学食品科技学院, 江苏南京 210095)

摘要:以5个代表性黄桃品种为材料,测定了黄桃果实活体冰点温度,同时测定果实可溶性固形物含量、果实密度、单果质量和果实体积,利用灰色关联度分析法和回归分析法分析了影响黄桃果实冰点温度的主要因素. 结果表明,不同品种黄桃果实冰点温度存在明显差异,其中黄桃5823的冰点温度最低,为 $-1.40\text{ }^{\circ}\text{C}$;罐桃5号的冰点温度较高,为 $-1.20\text{ }^{\circ}\text{C}$;金童8号、红王子和菊黄的冰点温度比较接近,分别为 -1.32 , -1.33 , $-1.30\text{ }^{\circ}\text{C}$. 5个品种黄桃果实的密度均小于 1.0 g/cm^3 . 灰色关联度分析结果表明,可溶性固形物含量对黄桃果实冰点温度影响最大,密度、果实体积和单果质量的影响未达到显著水平. 可根据溶液中浓度的大小与结冰点的关联度,通过测定果实组织中可溶性固形物含量,预测黄桃果实的冰点温度.

关键词:黄桃;冰点温度;影响因素;灰色关联度分析;回归分析

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

黄桃的营养十分丰富,含有丰富的抗氧化剂(α -胡萝卜素、 β -胡萝卜素、番茄黄素、番茄红素、维生素C、抗自由基等),且其经济价值很高,盛产时间为每年8月上旬到9月上旬,采收时正值高温季节,在常温条件下不耐贮藏,货架期一般不足 7 d ^[1],如何延长黄桃果实的保鲜期已成为该产品走向国内外市场亟待解决的问题. 研究者也探索了许多采后处理方法延缓黄桃果实采后品质的下降,如1-MCP处理^[2]、热激处理^[3]和水杨酸处理^[4]等,然而这些采后处理技术必须同适宜贮藏温度结合才能有效延长黄桃果实的贮藏期限.

在食品冷藏技术中,根据贮藏温度不同,通常将低温贮藏分为冷藏($0\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)和冷冻($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下)及冰温贮藏. 冰温技术是指在冰点温度范围内贮藏鲜活食品(如水果、蔬菜等),在不破坏贮品细

胞结构和不产生冷害的情况下,最大程度地降低活体呼吸速率,抑制病原微生物滋生,从而延长贮藏期^[5]. 冰温贮藏的优越性已经在油豆角^[5]、梨^[6]和柿^[7]等果蔬上得到验证. 目前,在葡萄^[8]、蒜薹^[9]、冬枣^[10]等果蔬上,已经建立了根据测定果蔬组织中可溶性固形物含量的高低,预测冰点温度的回归关系,这为果蔬冰温温度贮藏提供了便捷的方法,同时对一些冷敏感品种贮藏期间的冷害等生理病害的抑制,提供了思路.

黄桃属于冷敏感果实,贮藏期间易发生褐变、棉絮化、纤维化等冷害问题,但是黄桃果实冰点温度及其果肉中可溶性固形物含量(total soluble solid, TSS)等相关因子之间的关系缺乏系统研究. 本研究以华中地区近几年主栽5个代表性的黄桃品种为材料,采用高精度电子温度记录仪测定了活体果实的

收稿日期:2012-12-11

基金项目:江苏省苏北科技发展计划项目(BC2011421).

作者简介:张璇,女,硕士研究生,研究方向为农产品保鲜与贮藏;

*李鹏霞,女,副研究员,博士,主要从事果蔬保鲜与加工研究方面的工作. 通讯作者.

冰点温度,利用灰色关联度分析法探讨了黄桃果实组织中的可溶性固形物浓度、果实密度等对果实冰点温度的影响程度,以期为黄桃冰温贮藏的温度设置提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

选取黄桃的代表品种金童8号、红王子、罐桃5号、菊黄和黄桃5823为材料,在果实的集中采收期采收。果实采自江苏省农业科学院桃资源圃,所有果实采摘后立即运回实验室,经12℃预冷12h后开始分析。测定时随机选择特征典型、无伤害的果实,测定单果质量、体积、密度、可溶性固形物以及果实冰点温度。每个品种测果实10个。

ATAGO型折光仪,大昌华嘉商业(中国)有限公司;Testo 175-T2型电子温度记录仪,德图仪器国际贸易(上海)有限公司。

1.2 测定指标和方法

1.2.1 果实体积和密度的测定

参照申春苗等^[11]的方法测定。在果实表面用墨水笔编号,并测定果实质量。取大烧杯加入一定量蒸馏水,记录水面刻度,将单果实完全浸泡于水中,再次记录水面刻度。2次刻度之差为桃果实的体积。

1.2.2 可溶性固形物含量测定

使用ATAGO折光仪测定。在桃果实中部打孔,取柱形桃果肉中部位置,切取厚0.5cm左右果肉,将果汁直接挤入到折光仪相应位置进行可溶性固形物含量测定。

1.2.3 冰点温度测定

将果实编号,置于-18℃冷冻室,将Testo 175-T2电子温度记录仪(精度为0.1℃)的探头刺入果皮与果心之间,监测温度,将数据导入计算机。

1.3 数据分析

1.3.1 果实品种等指标与冰点温度间的相关性

采用杜燕林等^[12]报道的灰色关联度分析法进行分析。将5个黄桃品种数据作为一个总体分析,将冰点温度作为参考数列,TSS,果实密度,单果质量,果实体积分别作为比较数列。将数据代入公式

$$\xi_i(k) = \frac{\min_k |C_k^* - C_k^i| + \rho \max_k |C_k^* - C_k^i|}{|C_k^* - C_k^i| + \rho \max_k |C_k^* - C_k^i|}, \text{ 其}$$

中 ρ 取0.5。根据公式 $R_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} \varepsilon_i(k)$ 计算关联度。

1.3.2 相关性分析

采用SPSS软件中的回归分析方法分析果实相关指标与冰点温度间的相关性,获得回归方程,并根据果实可溶性固形物含量预测冰点温度。采用成对数据比较法检测预测值与实测值的差异。

2 结果与分析

2.1 不同品种黄桃果实冻结温度曲线

5种黄桃果实冻结温度曲线,见图1,可看出,在过冷点之前,果实温度随时间呈良好的线性下降趋势。当温度降低到最低(过冷点)后,出现一个小幅而迅速的上升过程。当果实温度回升到顶点(即冰点)后,短时间内维持相对稳定。5个品种黄桃果实的冻结温度曲线基本相似,但不同品种果实温度下降的速度有所不同。

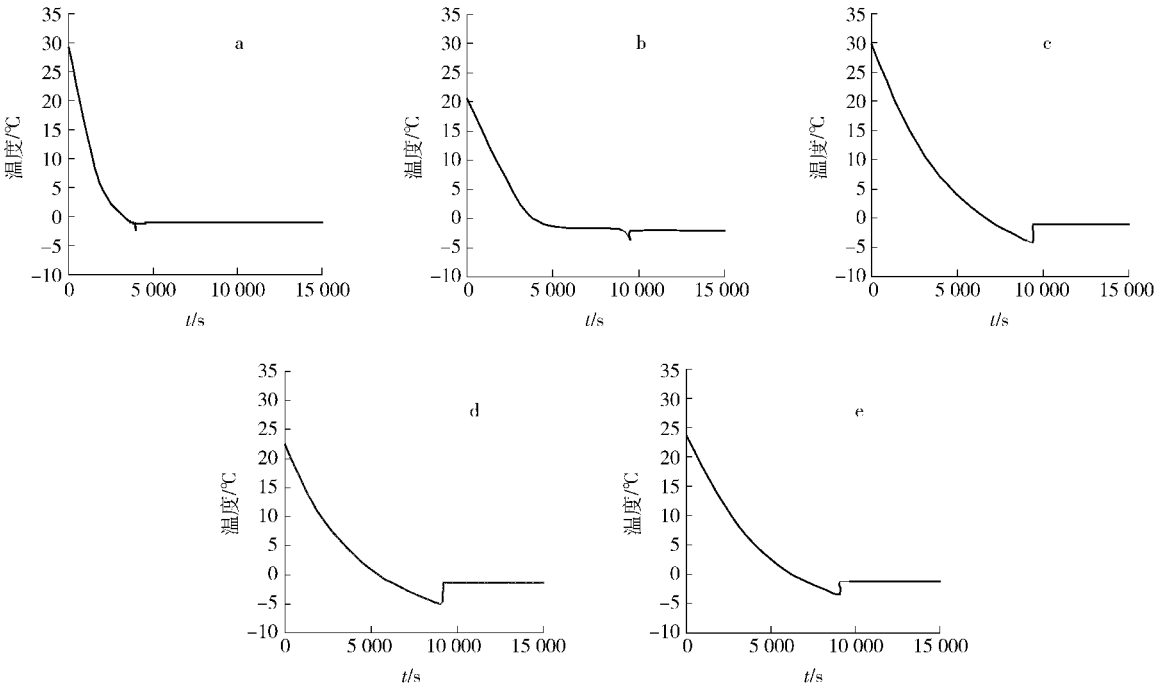
2.2 不同品种黄桃果实冰点温度及理化性状

不同品种黄桃果实冰点温度,可溶性固形物,果实密度,单果质量和果实体积见表1。由表1可看出,不同品种黄桃果实冰点温度存在明显差异。冰点温度平均值最低的为黄桃5823(-1.40℃),较高的为罐桃5号(-1.20℃)。金童8号、红王子和菊黄的冰点温度比较接近,分别为-1.32, -1.33, -1.30℃。同一品种不同果实间的冰点温度相差较小,都在0.5℃以内。

黄桃果实可溶性固形物含量平均值分布在11.42%~13.22%,同一品种内不同果实之间的可溶性固形物变化幅度存在明显差异,其中金童8号、红王子和黄桃5823果实的可溶性固形物相差较小,为1.5%~2.0%,罐桃5号和菊黄果实的相差较大,分别为2.9%和3.1%。

金童8号、红王子、罐桃5号、菊黄和黄桃5823的密度均小于1.0g/cm³,密度的大小依次为金童8号、黄桃5823、罐桃5号、菊黄、红王子。

不同品种间黄桃果实单重差异很大。其中金童8号和黄桃5823单果质量较小,平均只有159.5g和157.4g,而红王子和菊黄单果质量较高,平均为180.7g和187.2g,罐桃5号的单果质量居中,平均为164.0g。在同一品种内,不同果实之间的质量差异也很大,最小的金童8号果实相差15.8g,最大的



a 金童8号; b 红王子; c 罐桃5号; d 菊黄; e 黄桃5823

图1 5种黄桃果实在急速降温条件下的冻结曲线

Fig. 1 Fruit freezing curves of five cultivars yellow peach fruit

表1 不同品种黄桃果实冰点温度及理化性状

Tab. 1 Freezing point temperature (FPT) and physical and chemical characteristics of different cultivars yellow peach										
黄桃品种	t(冰点)/℃		w(可溶性固形物)/%		ρ(果实)/(g·cm ⁻³)		m(单果)/g		V(果实)/cm ³	
	平均值	变幅	平均值	变幅	平均值	变幅	平均值	变幅	平均值	变幅
金童8号	-1.32	-1.3~-1.4	12.42	11.6~13.6	0.995	0.958~1.034	159.5	153.6~169.4	158.5	150~175
红王子	-1.33	-1.1~-1.5	12.71	11.5~13.4	0.877	0.869~0.909	180.77	173.7~193.5	204.2	200~220
罐桃5号	-1.20	-1.1~-1.3	11.42	9.8~12.7	0.964	0.906~0.995	164.0	151.6~189.1	170.7	155~190
菊黄	-1.30	-1.2~-1.4	11.95	9.8~12.9	0.941	0.929~0.954	187.2	171.8~195.8	198.6	180~210
黄桃5823	-1.40	-1.4~-1.4	13.22	12.6~14.1	0.974	0.921~1.033	157.4	148.2~167.1	163.6	150~180

罐桃5号果实相差37.5 g。

不同品种间黄桃果实体积差异亦较大,其大小依次为红王子、菊黄、罐桃5号、黄桃5823、金童8号。在同一品种内,不同果实之间的体积变化在20~30 cm³。

2.3 黄桃果实冰点温度与理化性状的灰色关联度分析

灰色关联度分析结果见表2。结果表明,TSS与黄桃果实冰点温度关联系数最大,其次是果实密度,单果质量和体积最小。如果按单个品种果实来分析,金童8号果实TSS的关联系数最大,其次为密度,果实质量和体积的关联系数较小;红王子、黄桃5823果实中,其TSS的关联系数也属最大,密度次

表2 黄桃果实冰点温度与理化性状的灰色关联系数

Tab. 2 Grey correlation coefficients of FPT and physical and chemical characteristics of different cultivars yellow peach				
品种	TSS	果实密度	果实质量	果实体积
金童8号	1.000 0	0.461 1	0.234 5	0.211 6
红王子	0.716 1	0.263 8	0.188 3	0.208 9
罐桃5号	0.809 8	0.251 2	0.408 9	0.478 4
菊黄	0.587 9	0.982 7	0.226 9	0.220 7
黄桃5823	0.976 5	0.435 5	0.252 3	0.174 6
5个黄桃品种	0.818 1	0.478 9	0.262 2	0.258 8

之,果实质量和体积的较小;罐桃5号果实中TSS的关联系数亦是最大,但果实体积次之,其次为果实质量,最小的为果实密度;而在菊黄果实中,果实密度

的关联系数大于 TSS, 果实质量和体积较小, 对于这一现象, 还需进一步研究探讨。由此可见, 从总体和 5 个品种综合表现的角度分析, 可溶性固形物与果实冰点温度的关联度最大, 而密度, 果实体积和单果质量与冰点温度联系不大。

2.4 黄桃果实冰点温度与理化性状的相关分析

将 5 个黄桃品种看做一个整体, 黄桃果实冰点温度与理化性状的相关分析见图 2, 结果表明, 黄桃果实的冰点温度与果实体积、果实质量和果实密度之间的相关关系未达到显著水平, 与可溶性固形物含量呈极显著负相关关系。

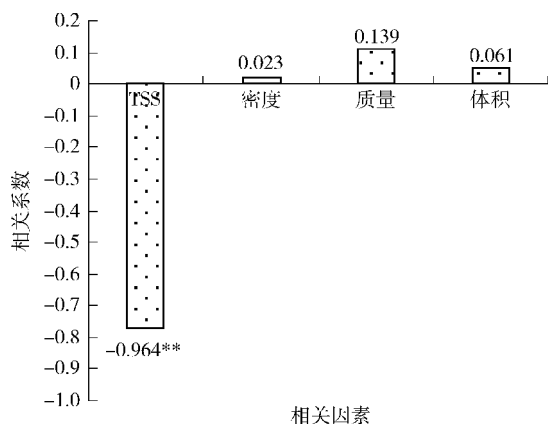


图 2 黄桃果实冰点温度与理化性状的相关系数

Fig. 2 Correlations between FPT and physical and chemical characteristics of different cultivars yellow peach

2.5 黄桃果实冰点温度的预测

由于黄桃果实可溶性固形物含量与果实冰点温度的相关系数最高, 而其他指标与冰点温度的相关性未达到显著水平, 因而可以利用可溶性固形物含量与果实冰点温度做回归分析, 并据此对果实冰点温度预测。对数据进行无量纲化处理, 得到回归方程的相关系数 $r = -0.96425$, $|r| > r_{0.01}$, $p < 0.01$, 表明冰点温度与可溶性固形物含量呈极显著负相关, 将可溶性固形物含量 (x) 与冰点温度 (y) 建立线性回归方程 $y = -0.10046x - 0.06988$, 如图 3。图 3 表明, TSS 含量越高, 相应的冰点温度就越低。另根据回归方程对所有黄桃的冰点温度进行了预测, 并将预测值与实测值进行了成对差异分析, 结果表明两者之间没有显著差异, 说明该回归方程可以很好的预测黄桃果实的冰点温度。

3 讨论与结论

传统的果蔬冰点测定是利用果蔬产品的汁液来

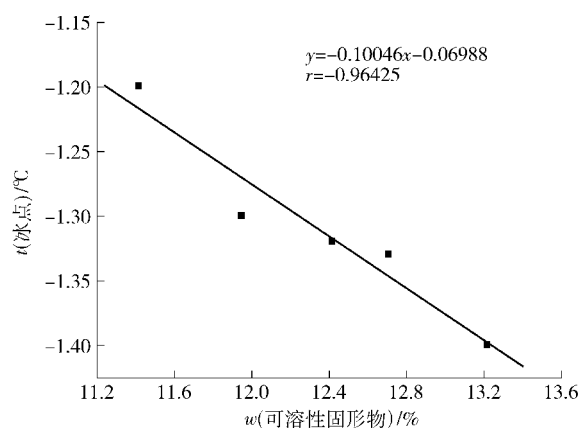


图 3 冰点温度与 TSS 含量的相关性

Fig. 3 Correlation between freezing point temperature and total soluble solid content

确定其冰点温度, 但活体的冰点温度与果蔬榨汁的冰点温度并不相同^[13]。活体组织结冰时, 首先在细胞间隙形成冰晶, 细胞内部的水分向外渗透促使冰晶逐渐扩大, 当外界环境温度低于生命体温度时, 细胞原生质收缩, 使得水分难以通过, 造成结冰困难, 同时活体组织呼吸要放出的热量, 也造成了冰点的下降。而在死体组织中原生质发生了变性, 使得细胞间的水分可以自由通过, 所以冻结只是单纯的物理过程, 溶液的浓度决定冰点, 环境温度对其没有影响^[14]。根据以上理论, 通过测定黄桃活体冰点温度, 能更准确的判定黄桃的物理化学特性与其冰点温度的关系。本实验利用精密电子温度记录仪测定了黄桃果实活体的冰点温度, 实验观察到不同黄桃品种之间的冰点温度存在明显差异, 且同一品种不同个果实之间冰点温度并不完全相同, 比如红王子果实的冰点温度为 $-1.33\text{ }^{\circ}\text{C}$, 但变化范围为 $-1.1\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 如果以 $-1.33\text{ }^{\circ}\text{C}$ 来设置贮藏温度, 必然会使果实发生冻害。所以, 应该根据冰点变化范围的上限和一定的安全系数对贮藏温度进行设定。

许多研究表明, 果实的冰点温度与其可溶性固形物含量有着密切关系^[8-10]。本研究利用灰度关联法分析了黄桃果实可溶性固形物含量、密度、体积及果实重量与冰点温度的关系, 结果表明, 可溶性固形物与果实冰点温度相关性最大。由于可溶性固形物是黄桃果实中能溶于水的, 具有折光性的物质, 与黄桃果实汁液浓度有直接关系^[11], 因此可溶性固形物含量越高, 果实冰点温度越低, 符合热力学原理。本研究表明, 黄桃果实的可溶性固形物含量与冰点温度呈极显著的负相关关系, 而果实密度、单果质量以

及果实体积与冰点温度之间的相关性未达到显著水平。通常,可溶性固形物含量测定简便易行,而冰点温度的测定不管是采用冰盐水浴的方法,还是采用此种活体测定方法,都需要一定的设备和较长的测定时间。在本实验中,建立了黄桃果实的 TSS 含量同其冰点温度的数学模型,可以根据速测的 TSS 含量,迅速估算出黄桃果实的冰点温度,而确定冰点温度,对于黄桃的低温贮藏和冷冻加工具有重要意义。

参考文献：

[1] 陈留勇,孔秋莲,孟宪军,等. 浸钙处理对黄桃后熟软化的影响[J]. 食品科技,2003(7):22-24.

[2] 徐凌,郝义,张广燕,等. 1-MCP 处理对菊黄桃采后生理变化和相关酶活性影响的研究[J]. 保鲜与加工,2010,2(10):20-23.

[3] 陈留勇,孔秋莲,孟宪军,等. 热激处理对黄桃保鲜效果的影响[J]. 保鲜与加工,2003,3(4):21-23.

[4] 魏宝东,孟宪军,陈留勇. 外源水杨酸处理对锦绣黄桃保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发,2004,25(6):124-127.

[5] 郭丽,马莺. 油豆角冰温贮藏对淀粉与蛋白质降解速度的影响[J]. 食品与发酵工业,2008,34(6):160-

163.

[6] 闫根柱,王春生,赵迎丽,等. 梨近冰温贮藏试验[J]. 中国果树,2011,7(4):16-19.

[7] 周拥军,邵海燕,张慙,等. 冰温贮藏对柿果细胞壁物质代谢的影响[J]. 中国食品学报,2011,11(4):134-138.

[8] 冯悦悦,李喜宏,邵重晓. 新疆红提葡萄贮藏期冰点研究[J]. 食品工业科技,2012,33(8):356-358,373.

[9] 阎瑞香,贾凝,宋茂树,等. 蒜薹冰点温度、可溶性固形物含量与含水量相关性的研究[J]. 食品科学,2007,28(10):554-557.

[10] 乔勇进,孙蕾,吴兴梅,等. 不同成熟度沾化冬枣冰点测定及适宜贮藏温度的研究[J]. 经济林研究,2005,23(1):10-12.

[11] 申春苗. 黄金梨近冰温贮藏与气调贮藏保鲜效应的研究[D]. 南京:南京农业大学,2009.

[12] 杜燕林,贺为民,石林珂. 郑州东区土层剪切波速影响因素的灰色关联分析[J]. 江西有色金属,2009,23(3):12-14.

[13] Wang Jie, Li Lite, Dan Yang. The correlation between freezing point and soluble solids of fruits[J]. Journal of Food Engineering,2003,60:481-484.

[14] 王颀. 高压静电场处理对几种果品蔬菜采后品质的影响及机理探讨[D]. 北京:中国农业大学,2003.

Determination of Freezing Point Temperature of Different Yellow Peach Cultivars and Correlation Analysis of Impact Factors

ZHANG Xuan^{1,2}, SUN Ya¹, WANG Yu-ning¹, HU Hua-li¹,
ZHAO Yan-cun¹, LI Peng-xia^{1,*}

(1. Institute of Agro-product Processing, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China;
2. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The freezing point temperature (FPT) of five representative cultivars of yellow peach fruits was determined, and the correlations between the FPT and fruit volume, fruit weight, fruit density, and total soluble solids (TSS) were analyzed by grey correlation degree analysis (GCDA) and SPSS software. The results indicated that the yellow peach cv. ‘5823’ and yellow peach cv. ‘guan 5’ had the highest (-1.40 ℃) and lowest (-1.20 ℃) FPT, respectively. The FPTs in yellow peach cv. ‘Jintong 8’, ‘Hongwangzi’ and ‘Juhuang’ cultivars were -1.32 ℃ , -1.33 ℃ , and -1.30 ℃ , respectively. The density of the five yellow peach cultivars was less than 1.0 g/cm³. The analysis with GCDA showed that TSS was the main impact factor on the FPT, whereas the influences of fruit density, fruit volume, and fruit weight on FPT were not significant. The regression analysis showed that the TSS could be used to predict the FPT of yellow peach cultivars.

Key words: yellow peach; freezing point temperature; impact factor; grey correlation degree analysis; regression analysis

(责任编辑:李 宁)