

Influence of Different Maturity Degrees on Fruit Quality of “Smooth Cayenne” Pineapple

Yanan Liu¹, Weiqi Shi^{1*}, Haiyang Ma¹, Jiangzhou Zhang^{1,2}, Chengming Yan^{1,2}

¹South Subtropical Crops Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Science/Tropical Crops Nutrition Key Laboratory of Hainan Province (in Preparation), Zhanjiang

²College of Resource and Environmental Science, China Agriculture University, Beijing
Email: lynan1017@163.com, * weiqishi@126.com

Received: Apr. 3rd, 2014; revised: Apr. 30th, 2014; accepted: May 6th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Influence of 6 different maturity degrees on soluble sugar, vitamin C, titratable acid and total soluble solids content of “smooth cayenne” pineapple was studied to ascertain the best maturity degree for eating. The results showed that the quality properties increased firstly and then decreased with the increase of maturity degree. Contents of soluble sugar and vitamin C reached the maximum of 17.76% and 178.11 mg/kg at maturity grades 7 - 8, which were remarkable significantly higher than other maturity degrees. The titratable acid and total soluble solids content reached 0.95% and 16.87% at maturity grades 5 - 6, and they didn't change remarkably at maturity grades 7 - 8. Assessed generally, maturity grades 7 - 8 are the optimum maturity with the best flavor and nutritional quality for eating.

Keywords

Smooth Cayenne, Maturity Degree, Quality

成熟过程中卡因菠萝品质变化规律浅析

刘亚男¹, 石伟琦^{1*}, 马海洋¹, 张江周^{1,2}, 严程明^{1,2}

¹中国热带农业科学院南亚热带作物研究所, 海南省热带作物营养重点实验室(筹), 湛江

²中国农业大学资源与环境学院, 北京

Email: lynan1017@163.com, * weiqishi@126.com

*通讯作者。

收稿日期：2014年4月3日；修回日期：2014年4月30日；录用日期：2014年5月6日

摘要

用卡因菠萝1~2成熟，3~4成熟，5~6成熟，7~8成熟，9~10成熟和过熟6个不同成熟度的果实为材料，测定可溶性糖、维生素C、可滴定酸和可溶性固形物等指标，研究自然条件下，不同成熟度对菠萝果实品质的影响，确定最佳食用成熟度。结果表明，随着成熟度升高，四个品质指标含量总体均呈先增加后减少趋势。可溶性糖和维生素C含量都在7~8成熟时达到最高，分别为17.76%和178.11 mg/kg，且与其他各成熟度差异显著。可滴定酸可溶性固形物含量在5~6成熟时达到最高，分别为0.95%和16.87%，但与7~8成熟差异不显著。因此，卡因菠萝7~8成熟时食用可达最佳风味和营养品质。

关键词

卡因菠萝，成熟度，品质

1. 引言

随着我国经济的不断增长和人民生活水平的持续提高，追求生活的质量和品位已成为时尚和潮流。水果作为国民日常消费的一个重要组成部分，其品质越来越受到消费者重视。决定水果品质的因素众多，除品种、环境条件、栽培措施和养分管理水平等可以影响果实品质[1]-[6]，成熟度高低也是影响果实品质的重要因素。研究表明，品种、成熟度对石榴总可溶性固形物、总糖、可滴定酸含量等品质指标均有重要影响[7]-[10]。成熟度是能否保证商品果品质的关键因子之一，成熟度不足，果实发育不良，糖分积累不足，色泽差，缺乏应有的风味；果实过分成熟，则果肉松软，风味变差，货架期短[11][12]。因此，研究成熟度对果实风味和品质的影响，为消费者食用水果提供参考具有重要意义。果实一般有后熟过程，什么成熟度食用营养、健康、科学，是消费者普遍关心的问题，也是消费者在一定程度上可以选择的过程。菠萝是世界上重要的水果之一，研究菠萝的最佳食用成熟度对保持果实风味，避免果实品质下降等具有重要意义，有关不同成熟度的果实品质差异还鲜有研究。试验以卡因菠萝(*Smooth Cayenne*)为材料，研究自然成熟菠萝果实品质随成熟度的变化规律，为研究果品品质和确定最佳食用成熟度提供理论依据和参考。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

试验材料为卡因菠萝6个不同成熟度果实：1~2成熟、3~4成熟、5~6成熟、7~8成熟、9~10成熟和过熟。于2013年4月采自南亚热带作物研究所植物营养试验基地(表1)。

2.2. 试验方法

分别采集6个成熟度果实各6个，于实验室测定品质指标。可溶性糖含量用蒽酮比色法测定[13]，维生素C含量用2,6-二氯酚法测定[14]，可滴定酸含量用酸碱中和滴定法(以柠檬酸计)测定[15]。

2.3. 数据统计

试验数据采用Excel 2007和SAS 8.0软件进行分析，Duncan's多重比较检验处理间的差异显著性。

3. 结果与分析

3.1. 不同成熟度对菠萝可溶性糖含量的影响

由图 1 可以看出，菠萝可溶性糖含量与成熟度关系密切，在果实自然成熟过程中，随着成熟度的升高，可溶性糖含量增加，5~6 成熟至 7~8 成熟时增加明显，7~8 成熟时达到最高，为 17.76%，显著高于其他成熟度。之后大幅下降，9~10 成熟时可溶性糖含量相比 7~8 成熟时下降 16.22%。

3.2. 不同成熟度对菠萝果实维生素 C 含量的影响

由图 2 可以看出，不同成熟度菠萝果实的维生素 C 含量总体呈先增加后减少趋势，降幅最大的是 9~10 成熟果实。7~8 成熟时维生素 C 含量达到最高，为 178.11 mg/kg，显著高于其他成熟度，之后下降较快。

3.3. 不同成熟度对菠萝果实可滴定酸含量的影响

由图 3 可以看出，在菠萝果实由绿熟转为黄熟的过程中，可滴定酸含量总体变化趋势也是先增加后减少，9~10 成熟时含量最低，过熟果实含量又有所回升。5~6 成熟时可滴定酸含量达到最高，为 0.95%，但与 7~8 成熟时差异不显著。

3.4. 不同成熟度对菠萝果实可溶性固形物含量的影响

由图 4 可以看出，在菠萝自然成熟过程中，可溶性固形物含量总体也呈先增加后减少趋势。菠萝果实可溶性固形物含量在 1~2 成熟时最低，为 13.97%，5~6 成熟时最高，为 16.87%，比 7~8 成熟高出 1.30%，但差异不显著。

Table 1. Evaluation standards of pineapple maturity degrees

表 1. 菠萝果实成熟度评定标准

成熟度等级	标准
1~2 成熟	果眼饱满，全果呈草绿色
3~4 成熟	果眼饱满，白粉减少，全果仍以绿色为主，但果缝已呈绿黄色
5~6 成熟	果眼饱满，果实基部 1~2 层果眼呈黄色，其余草绿色，果缝浅黄色
7~8 成熟	整果有 1/2 果皮呈黄色，其余呈浅绿色
9~10 成熟	整果果皮均呈黄色
过熟	整果果皮均为桔黄色，果实硬度稍差，轻微按压，有形变

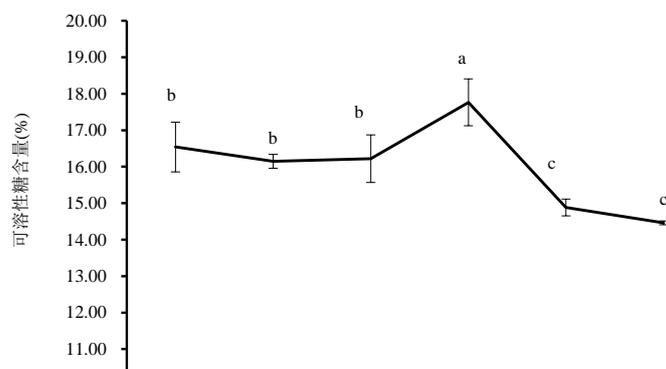


Figure 1. Soluble sugar content of pineapple fruit at different maturity degrees

图 1. 不同成熟度果实可溶性糖含量变化情况

3.5. 不同成熟度对菠萝果实植物学性状和品质性状的影响

菠萝果实在成熟度不足时, 果肉颜色、香味较淡, 口感较差, 商品性不好。成熟度过高, 果肉色泽变暗, 有稍许酒味, 且容易腐烂, 商品性差。在 7~8 成熟时, 色、香、味俱全, 具有最佳的品质和风味, 与 5~6 成熟差异不显著(表 2)。

4. 结论与讨论

适宜的采收成熟度是维持果实商品性的重要保证, 成熟度的增加可以加速组织的衰老进程[16]。菠萝属非跃变型果实, 其后熟软化是一个渐变的过程。在菠萝果实自然成熟过程中, 即从绿熟、黄熟、完熟到过熟, 可溶性糖和 Vc 含量呈先上升后下降趋势, 7~8 成熟时各指标含量达到最高, 分别为 17.76% 和 178.11 mg/kg, 且与其他各成熟度处理差异显著。石榴的研究也有类似的结果, 在石榴成熟过程中, 总糖含量呈显著上升趋势, 于开花期结束后 140 天(相当于本试验中的 7~8 成熟)采摘的石榴果实, 糖酸比最高[17]。本试验中, 可滴定酸含量在 5~6 成熟时达到最高, 为 0.91%, 但与 7~8 成熟差异不显著, 9~10 成熟时最低。葡萄的研究也有类似的结果, 5~6 成熟时葡萄的酸含量为 0.97%, 达到 7~8 成熟和 9~10 成熟时, 逐渐降低[18]。另外, 本研究中, 菠萝可滴定酸呈先升后降趋势, 而石榴和枇杷在果实由未熟、半熟到完熟的过程中, 可滴定酸含量一直呈下降趋势[17] [19], 原因可能和菠萝果实含水量较高有关。在果

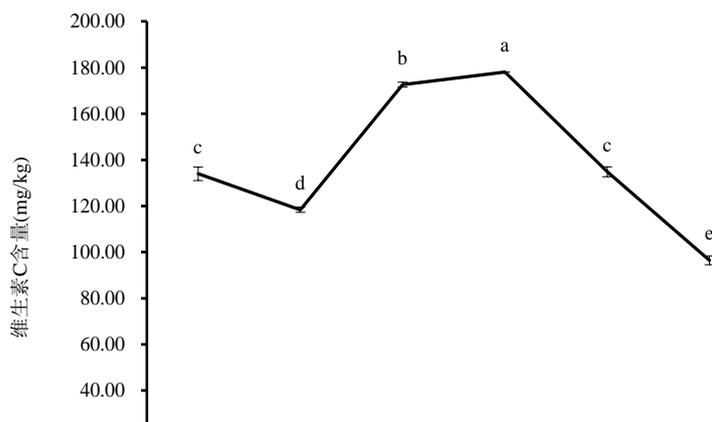


Figure 2. Vitamin C content of pineapple fruit at different maturity degrees

图 2. 不同成熟度菠萝维生素 C 含量变化情况

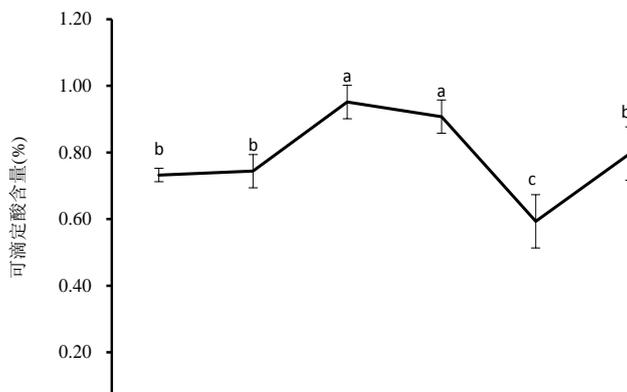


Figure 3. Titratable acid content of pineapple fruit at different maturity degrees

图 3. 不同成熟度菠萝可滴定酸含量变化情况

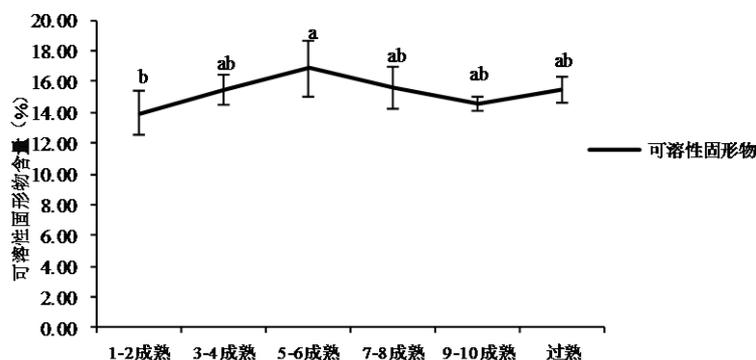


Figure 4. Total soluble solids content of pineapple fruit at different maturity degrees

图 4. 不同成熟度菠萝可溶性固形物含量变化情况

Table 2. Botany properties and quality characters of pineapple fruit at different maturity degrees

表 2. 不同成熟度菠萝果实植物学性状和品质性状变化情况

成熟度等级	果肉颜色	果实香味	果肉风味	果肉质地
1~2 成熟	白色	无	微涩	粗糙
3~4 成熟	奶油色	清香	酸	脆
5~6 成熟	浅黄色	芳香	酸甜	脆
7~8 成熟	黄色	芳香	甜酸	爽脆
9~10 成熟	金黄色	浓香	浓甜	滑
过熟	深黄色	浓香	其他	滑

实达到 7~8 成熟时，可溶性糖、Vc、可滴定酸和可溶性固形物含量分别比过熟处理高 22.82%、84.63%、13.75% 和 0.10%。成熟度过高，各指标含量大幅下降，风味变差，色泽发暗，且容易腐烂，商品性差。成熟度不足，不仅影响果品的产量和品质，而且风味严重淡化，影响商品价值[20]。在选择菠萝时不能选择过生或过熟的果实，尤其不能选择过熟水果。对于消费者而言，根据外观色泽，选择 7~8 成熟的菠萝是明智选择，可立即食用，不仅色、香、味俱全，而且营养价值较高。如需贮存几天，建议选择 5~6 成熟果实。

因此，为了达到最佳的风味和营养品质，卡因菠萝果实应在 7~8 成熟时食用。菠萝品种、采收时间，也可能影响成熟度。消费者在具体实务操作时，应根据实际情况灵活掌握。

基金项目

国家科技支撑计划项目(2014BAD16B06)，中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(1630062014020; 1630062014014)，作物物种资源保护与利用项目(2014NWB047)。

参考文献 (References)

- [1] 石伟琦, 孙光明, 邓峰, 等 (2012) 施氮次数对无刺卡因菠萝产量和品质的影响研究. *热带作物学报*, **8**, 1366-1370.
- [2] 刘亚男, 石伟琦, 马海洋, 等 (2013) 不同施氮水平对菠萝产量和品质的影响. *广东农业科学*, **18**, 49-51.
- [3] 严程明, 张江周, 刘亚男, 等 (2012) 5 个品种菠萝果实品质比较与分析. *广东农业科学*, **19**, 42-44.
- [4] 马海洋, 石伟琦, 刘亚男, 等 (2013) 氮、磷、钾肥对卡因菠萝产量和品质的影响. *植物营养与肥料学报*, **4**,

901-907.

- [5] Bhugaloo, R.A. (1998) Effect of different levels of nitrogen on yield and quality of pineapple variety queen Victoria. *Food and Agricultural Research*, 75-81.
- [6] Spironello, A., Quaggio, J.A., Teixeira, L.J., et al. (2004) Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26, 155-159.
- [7] Al-Maiman, S.A. and Ahmad, D. (2002) Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chemistry*, 76, 437-441.
- [8] Al-Said, F.A., Opara, U.L. and Al-Yahyai, R.A. (2009) Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. *Journal of Food Engineering*, 90, 129-134.
- [9] Opara, L.U., Al-Ani, M.R. and Al-Shuaibi, Y.S. (2009) Physico-chemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 2, 315-321.
- [10] Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., et al. (2009) Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chemistry*, 115, 965-973.
- [11] 周慧娟, 乔勇进, 张绍铃, 等 (2010) 不同成熟度大团蜜露水蜜桃货架期间品质与代谢差异性研究. *果树学报*, 2, 244-250.
- [12] 吕英民, 王秀芹, 吕增仁, 等 (1996) 鲜果贮藏保鲜研究进展. *中国果树*, 2, 45-47.
- [13] 中华人民共和国农业部 (1986) GB/T6194-1986, 水果、蔬菜制品可溶性糖含量的测定. 中国农业出版社, 北京.
- [14] 中华人民共和国农牧渔业部 (1986) GB/T6195-1986, 水果、蔬菜制品 Vc 含量的测定. 中国农业出版社, 北京.
- [15] 国家标准化管理委员会 (1990) GB/T12293-1990, 水果、蔬菜制品可滴定酸含量的测定. 中国农业出版社, 北京.
- [16] 孙芳娟, 韩明玉, 赵彩平, 等 (2007) 采收成熟度对油桃贮藏品质的影响. *西北植物学报*, 1, 183-187.
- [17] Fawole, O.A. and Opara, U.L. (2013) Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. Bhagwa). *South African Journal of Botany*, 85, 23-31.
- [18] Zhang, M., Tao, Q., Huan, Y.J., et al. (2002) Effect of temperature control and high humidity on the preservation of JUFENG grapes. *International Agrophysics*, 16, 277-281.
- [19] Pinillos, V., Juan, J., Hueso, J.L., et al. (2011) Changes in fruit maturity indices along the harvest season in "Algerie" loquat. *Scientia Horticulturae*, 129, 769-776.
- [20] 何志刚, 林晓姿, 李维新, 等 (2004) 采收成熟度对枇杷果实品质和耐贮性的影响. *江西农业学报*, 4, 34-38.