

不同种质菠萝蜜成熟果实中可溶性总糖与淀粉含量的关系

李莹, 李映志*, 叶春海* (广东海洋大学农学院, 广东湛江 524088)

摘要 [目的]测定菠萝蜜不同种质成熟果实的可溶性总糖和淀粉含量,了解现有种质群体果实中可溶性总糖含量与淀粉含量之间的关系。[方法]以39份菠萝蜜种质为材料,其中4份分别在2次不同的时间取样1次,采用蒽酮比色法测定菠萝蜜果实中可溶性总糖含量和淀粉含量。[结果]当可溶性总糖含量在16.00%~20.00%时,淀粉含量在0.36%~4.46%;当可溶性总糖含量在20.01%~25.00%时,淀粉含量在0.42%~3.61%;当可溶性总糖含量在25.01%~30.00%时,淀粉含量在0.28%~3.10%;当可溶性总糖含量在30.01%~35.05%时,淀粉含量在2.08%~2.78%。在不同时间取样的4份种质中,后取样种质的可溶性总糖和淀粉含量相比先取样种质稍有下降。[结论]菠萝蜜果实中可溶性总糖和淀粉在一定含量范围内呈正相关关系。

关键词 菠萝蜜;可溶性总糖;淀粉

中图分类号 S667.8 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)36-0010-03

Relationship between Total Soluble Sugar and Starch Content in Different Germplasm of Jackfruit

LI Ying, LI Ying-zhi*, YE Chun-hai* (Agriculture College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088)

Abstract [Objective] The aim was to determine total sugar and starch content in different germplasm determination of jackfruit ripe fruit to understand the relationship between the existing germplasm and fruit sugar content and starch content. [Method] With 39 copies of jackfruit germplasm materials of which four were sampled at two different sampling time, we determined the content of total soluble sugar and starch content in the fruit of jackfruit by anthrone colorimetry. [Result] When the total soluble sugar content was 16.00% - 20.00%, the starch content was 0.36% - 4.46%; when the total soluble sugar content was 20.01% - 25.00%, the starch content was 0.42% - 3.61%; when the total soluble sugar content was 25.01% - 30.00%, the starch content was 0.28% - 3.10%; when the total soluble sugar content was 30.01% - 35.05%, the starch content was 2.08% - 2.78%. Among them, the total soluble sugar and starch contents of the four kinds of samples which were sampled at different time were decreased compared with the first sample. [Conclusion] The soluble total sugar and starch content of jackfruit fruit showed a positive correlation in a certain range.

Key words Jackfruit; Soluble total sugar; Starch

菠萝蜜 (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) 是桑科木菠萝属植物,为热带亚热带常绿果树^[1],一般也称作苞萝、木菠萝、树菠萝、蜜冬瓜等。菠萝蜜喜热带气候,适生于无霜冻、年雨量充沛的地区,原产于印度高止山脉以西,广泛栽培于东南亚低海拔雨林地区^[2],目前在我国的广东、海南、广西、福建、云南(南部)等地常有栽培。菠萝蜜的果肉肥厚柔软、清甜可口、香味浓郁,且富含糖、蛋白质、脂肪油、 V_A 、 V_C 和钙、镁、钠、钾、锌等多种元素^[3-4]。除食用价值外,菠萝蜜还有药用价值、园林价值和经济价值。

大多数果树的果实是在生长发育过程中逐渐积累淀粉,在成熟过程中,淀粉逐渐被水解,转变为可溶性糖使果实变甜。果实中的主要糖类有葡萄糖、果糖和蔗糖。不同果实的糖分种类及其含量有所不同。菠萝蜜果肉中蔗糖含量最高,占总量的40.40%,葡萄糖和果糖含量接近,约各占30.00%^[5]。可溶性总糖的测定常采用蒽酮比色法。由于蒽酮能够与游离的己糖或多糖中的己糖基、戊糖基及己糖醛酸发生反应,反应后溶液呈蓝绿色,在625 nm波长处有最大吸收。笔者在郭冬生等^[6]测定淀粉含量的基础上进行改进,测定了菠萝蜜果实中的淀粉含量,旨在为菠萝蜜的研究提供理论依据。

1 材料与方

1.1 材料 试验材料为广东海洋大学农学院种质资源圃已

经记录的种质,共39份种质,其中4份种质不同时间取样2次。采集到鲜果后,取出每份种质果实中的果苞,切碎果苞,液氮速冻后置于搅拌机中打磨成粉,分装于50 mL离心管中,然后于-80 °C超低温保存待用。

1.2 方法

1.2.1 可溶性总糖的提取。参照张友杰^[7]的方法,略作修改。称取0.5 g样品,置于研钵中,加入80%乙醇5 mL,将样品研磨成浆,倒入10 mL离心管中,置于80 °C水浴30 min并不时搅拌,12 000 r/min离心10 min,收集上清液于试管中,向剩余残渣加入80%乙醇5 mL,重复提取,合并3次上清液于同一试管中,用去离子水定容至20 mL。该提取液用于测定可溶性总糖含量。

1.2.2 淀粉的提取。向“1.2.1”提取完可溶性总糖后的残渣沉淀中加入去离子水3 mL,在沸水浴中糊化15 min,加入2 mL冷的9.2 mol/L高氯酸,振荡15 min,加4 mL去离子水,混匀,12 000 r/min离心10 min,将上清液收集于试管中,向沉淀加入2 mL 4.6 mol/L高氯酸,振荡15 min,加入5 mL去离子水,重复步骤,离心后合并上清液于试管中,用乙醇定容至25 mL。该提取液用于测定淀粉含量。

1.2.3 可溶性总糖含量测定。参照张友杰^[7]的方法,并加以改进。取定容后溶液40 μ L,加入去离子水定容至1 mL,加入5 mL蒽酮-硫酸溶液,沸水浴10 min,将试管流水冷却,利用紫外分光光度计测定 OD_{625} 。测定设3次重复。根据以下公式计算可溶性总糖含量:可溶性总糖含量 = $(C \times V_1 \times n) / (W \times V_2 \times 10^{-6})$ 。式中,C为从葡萄糖水溶液标准曲线上得到的样品测定管中葡萄糖的含量; V_1 为样品提取液的

基金项目 2015年广东省科技计划项目(2013B020304004)。

作者简介 李莹(1990-),女,湖北武汉人,硕士研究生,研究方向:热带园艺作物学。*通讯作者:李映志,教授,从事南亚热带果树生物技术与育种研究;叶春海,教授,从事南亚热带果树生物技术与育种研究。

收稿日期 2016-10-14

总体积(mL);*n* 为稀释倍数;*W* 为样品的质量(g);*V*₂ 为测定时取样的体积(mL)。

1.2.4 淀粉含量测定。参照郭冬生等^[6]的方法,并加以改进。取定容后溶液 1 mL,加入 5 mL 蒽酮-硫酸溶液,沸水浴 10 min,将试管流水冷却,利用紫外分光光度计测定 OD₆₂₅。测定设 3 次重复。根据以下公式计算淀粉含量:淀粉含量 = $(C \times V_1 \times 0.9) / (W \times V_2 \times 10^{-6})$ 。式中,*C* 为从葡萄糖乙醇溶液标准曲线上得到的样品测定管中葡萄糖的含量;*V*₁ 为样品提取液的总体积(mL);0.9 为葡萄糖换算成淀粉的系数;*W* 为样品的质量(g);*V*₂ 为测定时取样的体积(mL)。

2 结果与分析

2.1 可溶性总糖和淀粉溶液标准曲线 取葡萄糖各级标准溶液,浓度为 0、10、20、40、60、80 mg/mL,在测定可溶性总糖含量时,以水作为葡萄糖的溶剂,在测定淀粉含量时,则以乙醇作为溶剂,制作不同的标准曲线来求取相应的可溶性总糖含量和淀粉含量。线性回归方程见表 1,相关系数均在 0.998 以上,线性关系良好。

表 1 可溶性总糖和淀粉含量的线性回归方程

Table 1 Linear regression equation of soluble total sugar and starch content

指标 Index	线性回归方程 Linear regression equation	相关系数(<i>r</i> ²) Correlation coefficient	线性范围 Linear range mg/mL
可溶性总糖 Soluble total sugar	$y = 227.3x + 2.891$	0.999	0 ~ 80
淀粉 Starch	$y = 199.4x - 1.079$	0.998	0 ~ 80

2.2 可溶性总糖含量和淀粉含量的关系 菠萝蜜 39 份种质(43 份材料)中,材料 3-1 的可溶性总糖含量由于试验误差而偏低,故舍弃。剩余的 42 份材料中,可溶性总糖含量在 16.00% ~ 20.00% 的 8 种种质淀粉含量见表 2,当可溶性总糖含量在 16.00% ~ 20.00% 时,淀粉含量在 0.36% ~ 4.46%。当可溶性总糖含量在 16.00% ~ 20.00% 时,种质的淀粉含量集中在 1.90% 以下(图 1)。

表 2 菠萝蜜果实样品可溶性总糖含量在 16.00% ~ 20.00% 时种质淀粉含量

Table 2 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 16.00% ~ 20.00% %

样品 Samples	可溶性总糖含量 Content of soluble total sugar	淀粉含量 Content of starch
D3-2	19.28	0.82
2-2	19.41	1.77
LW1	19.83	1.61
5-5	19.18	4.46
15A-5	19.57	0.36
5-9	19.75	1.74
L76	18.38	1.89
2-5-2	16.90	3.03

由表 3 可知,当可溶性总糖含量在 20.01% ~ 25.00% 时,淀粉含量在 0.42% ~ 3.61%。当可溶性总糖含量在 21.00% ~

24.20% 时,其淀粉含量总体趋势处于上升状态(图 2)。

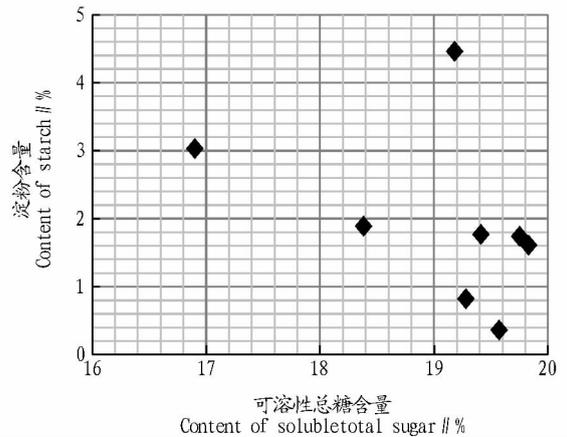


图 1 可溶性总糖含量在 16.00% ~ 20.00% 时种质淀粉含量

Fig. 1 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 16.00% ~ 20.00%

表 3 菠萝蜜果实样品可溶性总糖含量在 20.01% ~ 25.00% 时种质淀粉含量

Table 3 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 20.01% ~ 25.00% %

样品 Samples	可溶性总糖含量 Content of soluble total sugar	淀粉含量 Content of starch
8-1	23.13	1.12
6-6	24.66	0.42
1-2	21.97	0.55
1-8	23.31	1.96
2-2-3	24.13	3.61
WY01	21.46	0.77
2-5	21.39	2.62
8-1	21.86	1.03
6-6	24.68	1.56
4-15	22.97	1.41
3-9	23.87	2.45
6-1	24.62	2.56
5-3	21.79	1.28
2-2-2	24.19	2.22

由表 4 可知,当可溶性总糖含量在 25.01% ~ 30.00% 时,淀粉含量在 0.28% ~ 3.10%。当可溶性总糖含量在 25.01% ~ 27.20% 时,淀粉含量也处于上升趋势,与可溶性总糖含量呈正相关;当可溶性总糖含量高于 27.20% 时,淀粉含量趋于平稳(图 3)。

由表 5 可知,当可溶性总糖含量在 30.01% ~ 35.05% 时,淀粉含量在 2.08% ~ 2.78%。当可溶性总糖含量大于 30.00% 时,淀粉含量处于平稳态势(图 4)。

总体看来,当可溶性总糖含量在 16.00% ~ 35.05% 时,其淀粉含量集中在 0.50% ~ 2.00%;部分比较特异的种质淀粉含量较高;但可溶性总糖含量在一定范围时,淀粉含量与其呈一定的正相关关系(图 5)。

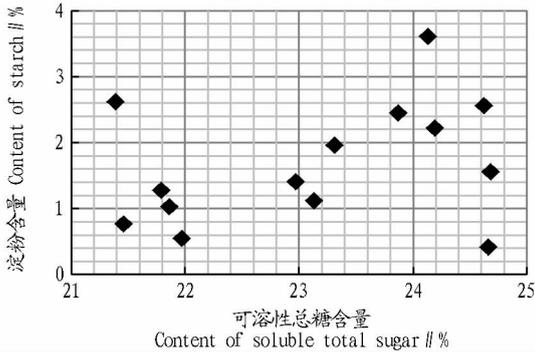


图2 可溶性总糖含量在 20.01% ~ 25.00% 时种质淀粉含量

Fig. 2 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 20.01% - 25.00%

表4 菠萝蜜果实样品可溶性总糖含量在 25.01% ~ 30.00% 时种质淀粉含量

Table 4 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 25.01% - 30.00% %

样品 Samples	可溶性总糖含量 Content of soluble total sugar	淀粉含量 Content of starch
D4-2	26.97	2.46
5-2	28.88	0.69
6-8	25.64	0.70
6-7	25.18	0.50
8-4	29.26	0.63
3-5	29.69	1.84
2-9	25.70	2.04
2-1-3	28.18	1.00
D3-4	28.38	0.51
1-1	27.46	0.49
6-7	26.25	0.47
2-4	28.09	0.28
LW2	26.04	2.18
1-4-4	27.25	3.10
2-10-5	27.16	1.68
WY02	25.80	0.93

表5 菠萝蜜果实样品可溶性总糖含量在 30.01% ~ 35.05% 时种质淀粉含量

Table 5 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 30.01% - 35.05% %

样品 Samples	可溶性总糖含量 Content of soluble total sugar	淀粉含量 Content of starch
2-7	31.63	2.08
3-12	30.81	2.66
2-7	35.05	2.78
5-3-6	34.02	2.60

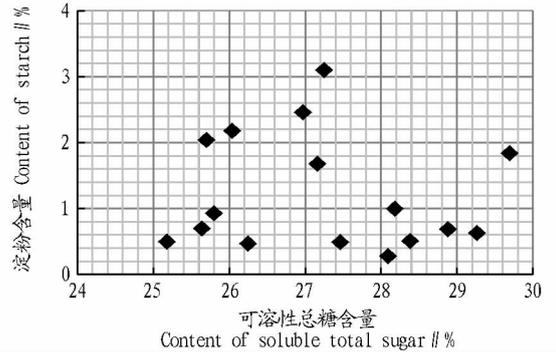


图3 可溶性总糖含量在 25.01% ~ 30.05% 时种质淀粉含量

Fig. 3 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 25.01% - 30.05%

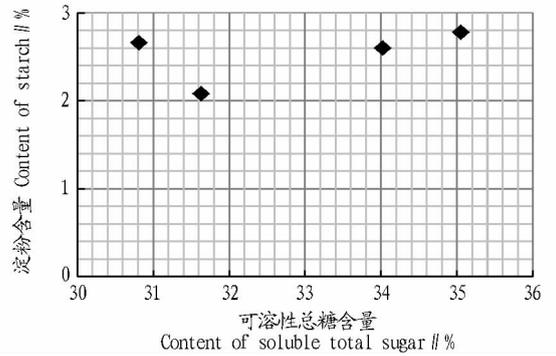


图4 可溶性总糖含量在 30.01% ~ 35.05% 时种质淀粉含量

Fig. 4 The starch content of germplasm when the content of soluble total sugar in the fruit of jackfruit was 30.01% - 35.05%

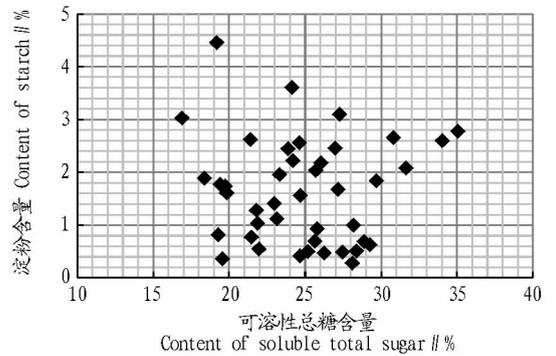


图5 所有材料的可溶性总糖含量所对应的淀粉含量

Fig. 5 The corresponding starch content of germplasm for content of soluble total sugar of all jackfruit materials

2.3 重复取样的种质可溶性总糖和淀粉含量的关系 针对不同时间取样的4种种质(8-1、6-6、2-7、6-7),后取样的材料可溶性总糖含量和淀粉含量相比先取样材料稍有下降(表3~5)。由此可见,在果实成熟的情况下,经过一段时间,可溶性总糖含量和淀粉含量都会减少,可溶性总糖含量与淀粉含量呈正相关关系(图2~4)。

(下转第18页)

表3 9个品种柚类的合理-满意度

Table 3 Reasonably-satisfaction of 9 pomelo cultivars

序号 No.	品种 Cultivars	可溶性糖含量满意度 Satisfaction of soluble sugar content	有机酸含量满意度 Satisfaction of organic acid content	V _c 含量满意度 Satisfaction of V _c content	合成合理-满意度 Synthesis of reasonably-satisfaction
1	白肉蜜柚	0.98	0.04	0.18	0.505 0
2	三红蜜柚	0.85	0.01	0.30	0.475 0
3	红肉蜜柚	0.76	0.11	0.61	0.552 5
4	金橘蜜柚	0.74	0	0.74	0.555 0
5	红钻蜜柚	0.54	0.18	0.73	0.507 0
6	红棉蜜柚	0.88	0.18	0.68	0.645 0
7	黄金蜜柚	1.00	0.10	0.76	0.703 0
8	迷你红柚	0	1.00	0	0.250 0
9	六月早熟柚	0.80	0.04	1.00	0.670 0

3 结论与讨论

9个供试品种柚类均有良好的外形,果形指数均接近1.00,果实的可食率均较高,对同类柚果实进行比较可知,黄金蜜柚果实具有更高的商品价值。就柚果实品质而言,黄金蜜柚的可溶性糖含量较高,具有较好的口感。六月早熟柚的V_c含量较高,红棉蜜柚的可溶性固形物含量较高。柚子品种极多,内在品质差异很大,优势与缺点同在,利用合理-满意度对9个品种柚类的综合营养品质进行初步评价,其中黄金蜜柚、六月早熟柚、红棉蜜柚、金橘蜜柚4个品种的果实品质优良,适宜在福建周边地区栽培及推广利用;而迷你红柚的果实品质和口感均不是很好,但因其果型迷你、色泽艳丽,建议用于观赏。

参考文献

[1] 罗开梅,伍成厚,邹金美,等.柚类种质资源的分子标记研究进展[J].

漳州师范学院学报(自然科学版),2005(4):78-80.

- [2] 福建省农业厅.福建果树品种调查(上册)[M].福州:福建省农业厅,1959:88-142.
- [3] 何天富.中国柚类栽培[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [4] 杨亚妮,苏智先.中国名柚资源与品种现状研究[J].四川师范学院学报(自然科学版),2002(2):163-169.
- [5] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2004:111-112.
- [6] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:134.
- [7] 苑乃香,宣亚文,谢东坡,等.2,6-二氯酚靛钠测定蔬菜中抗坏血酸的含量[J].安徽农业科学,2009,37(25):11853-11854.
- [8] 王浣尘.多维价值准则在工业技术系统选择和设计中的应用[J].国外自动化,1982(1):11-21.
- [9] 赵思东,刘显旋,何钢,等.鄂豫陕接壤区山楂品种选优研究[J].中南林学院学报,1990(2):101-107.
- [10] 赵思东,胡春水,田伟政,等.湖南南部柑桔栽培品种评价及调整研究[J].经济林研究,1998,16(3):8-11.
- [11] 黄曙光,杨谷良,方传锦.运用多维价值理论对40个梨品种果品品质的评价[J].湖南林业科技,2003,30(4):26-27.

(上接第12页)

3 结论与讨论

该研究分析了种质资源圃不同种质的可溶性总糖含量和淀粉含量的关系,得出在一定含量范围内,可溶性总糖含量与淀粉含量呈正相关关系,同时明确了菠萝蜜果实中淀粉含量的大致范围,与前人研究结果^[8]相近。

随着社会的进步,人们对水果的口感、质量、香气等需求越来越高,想要创造出更高的经济价值,首先应了解各成分之间的关系,为鲜果的采集、保存加工、培育更优良的品种提供更多的有效信息。目前,针对菠萝蜜的研究集中在各种糖分^[9]、蛋白质^[1]、有机酸^[10]等方面,而对果实中总糖与淀粉含量之间关系的研究较少。在木薯^[11]、小麦^[12-13]中,已有可溶性总糖含量与淀粉含量变化关系的研究。淀粉是由葡萄糖分子聚合而成,是细胞中碳水化合物最普遍的储藏形式,而葡萄糖最基本的单糖也是最常见的可溶性糖,了解它们之间的关系,有助于进一步了解其一系列代谢反应过程中所需要的蛋白质、酶等化合物之间的关系。果实的糖代谢一直是研究的热点,其所涉及的代谢过程十分复杂,受到很多因素的共同调节。随着分子生物学技术的进步,人们对只能生长于热带、亚热带的菠萝蜜果实糖分积累的内在机理越来越重视,应对其菠萝蜜果实成分逐一分析,为进一步研究菠萝蜜

果实糖分调控机制及选育优质菠萝蜜新品种奠定基础。

参考文献

- [1] 谭乐和,郑维全.菠萝蜜的研制和效益评估[J].广西热带农业,2001(2):27-28.
- [2] ACEDO A L. Jackfruit biology, production, use, and Philippine research [M]. Arlington:Forestry/Fuelwood Research and Development,1992:51.
- [3] 李移,李尚德,陈杰.菠萝蜜微量元素含量的分析[J].广东微量元素科学,2003,10(1):57-59.
- [4] 焦凌梅.菠萝蜜营养成分与开发利用价值[J].广西热带农业,2010(1):17-19.
- [5] 李映志,刘胜辉,朱祝英,等.高效液相色谱法测定菠萝蜜果实中的葡萄糖、果糖和蔗糖[J].食品科学,2014,35(12):84-87.
- [6] 郭冬生,彭小兰.萘酚比色法和酶水解法两种淀粉测定方法的比较研究[J].湖南文理学院学报(自然科学版),2007,19(3):34-36,48.
- [7] 张友杰.以萘酚分光光度法测定果蔬中的葡萄糖、果糖、蔗糖和淀粉[J].分析化学,1977,5(3):167-171.
- [8] 李映志,董黎梨,汪永保,等.干、湿苞木菠萝果实成熟过程中糖代谢特性[J].果树学报,2014(1):85-90.
- [9] 毛琪,叶春海,李映志,等.菠萝蜜研究进展[J].中国农学通报,2007,23(3):439-443.
- [10] 夏春华,杨转英,叶春海,等.不同株系菠萝蜜果肉中可溶性糖和有机酸的析分[J].果树学报,2014(4):648-652.
- [11] 陈会鲜,罗兴录,袁圣勇,等.不同木薯品种茎叶可溶性糖与块根淀粉积累特性研究[J].南方农业学报,2014,45(6):972-979.
- [12] 王书丽,郭天财,王晨阳,等.两种筋力型小麦叶、粒可溶性糖含量及与籽粒淀粉积累的关系[J].河南农业科学,2005(4):12-15.
- [13] 李友军,熊晓,吕强,等.不同类型专用小麦叶、茎、粒可溶性糖变化与淀粉含量的关系[J].中国农业科学,2005,38(11):2219-2226.