

# Guava Dried Fruit Processing Technology Research

Yuexin Peng, Xiqiong Zhong, Qiaohui Zeng, Fulai Liu\*

Department of Food, Foshan University, Foshan Guangdong  
Email: 332472847@qq.com, \*liufulai338@163.com

Received: Aug. 9<sup>th</sup>, 2018; accepted: Aug. 20<sup>th</sup>, 2018; published: Aug. 27<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

This experiment uses fresh guava as raw material, through the process of raw material selection, cleaning, cutting, salt water color protection, washing, blanching, pickling, drying, cooling, packaging, etc., to explore the protection of guava dried fruit in the processing process, and the effect of different process parameters in the color process and the dry process on the quality of guava dried fruit. On the basis of the single factor test, the best formula combination of the product was obtained by L9 (3<sup>3</sup>) orthogonal test. Namely, the dosage of citric acid was 0.4%; the amount of white granulated sugar was 30%; and the curing time was 1 hour. The guava fruit produced at this optimal level is sweet and sour, attractive in color, and has a rich guava flavor. Studies have shown that using the formula combination at a drying temperature of 65°C and a drying rate of 2 m/s can obtain a guava dried fruit with moderate texture, compact structure and bright yellow-green color.

## Keywords

Guava, Dried Fruit, Process, Closed-Loop Desiccant Heat Pump Drying

---

# 番石榴果干加工工艺的研究

彭月欣, 钟希琼, 曾巧辉, 刘富来\*

佛山科学技术学院, 食品系, 广东 佛山  
Email: 332472847@qq.com, \*liufulai338@163.com

收稿日期: 2018年8月9日; 录用日期: 2018年8月20日; 发布日期: 2018年8月27日

---

## 摘要

本试验以新鲜番石榴为原材料, 通过原料挑选、清洗、切分、盐水护色、冲洗、热烫、腌制、干燥、冷

\*通讯作者。

却、包装等工艺流程,探究番石榴果干在加工过程中的护色工艺和干制工艺中不同的工艺参数对番石榴果干品质的影响。在单因素试验的基础上,利用L9 (3<sup>3</sup>)正交试验得出该产品腌制的最佳配方组合,即柠檬酸用量0.4%,白砂糖用量30%,腌制时间1 h。在此最优水平制作的番石榴果干酸甜可口,色泽诱人,且具有浓郁的番石榴风味。研究表明,在干燥温度65℃,干燥速率2 m/s的条件下使用该配方组合能得到质地软硬适中、组织紧密、明亮黄绿色的番石榴果干。

## 关键词

番石榴, 果干, 加工, 闭环除湿热泵干燥

Copyright © 2018 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

## 1. 引言

番石榴(*Psidium guajava* L.)为桃金娘科番石榴属的热带果树[1]。番石榴果实含有丰富的维生素C和番石榴多糖,具有治腹泻、降血糖等功效[1]。佛山高明是番石榴的高产区之一,但是番石榴在佛山当地以鲜销为主,缺乏精深加工。鲜番石榴水分含量高,容易腐烂,限制了其在市场上的长期流通。闭环除湿热泵干燥是一种新型的节能干燥方法。它通过在干燥设备中安装冷凝除湿装置,不仅可以脱去果蔬中的大部分水分,还可以回收热空气的能量,提高能量利用率。与传统的干燥机比较,使用闭环除湿热泵干燥后的产品其风味和色泽的品质更好[2]。

本试验率先将闭环除湿热泵干燥机应用在番石榴果干的加工工艺上。通过对番石榴果干加工工艺的探究,优化工艺参数,对于提高番石榴果干的品质,促进番石榴精深加工具有重要意义,同时还为热泵干燥技术在番石榴干燥中的应用提供理论基础。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料与试剂

材料:新鲜番石榴,产于佛山市高明区;白砂糖。

试剂:食用盐;柠檬酸(食品级)。

### 2.2. 主要设备与仪器

WRH-100型闭环除湿热泵干燥机,广东威已信实业有限公司;T500型电子天平(上海垒固仪器有限公司);CR-10型色差计,日本Konica Minolta公司;HHS-11-2恒温水浴锅(无锡建仪实验器材有限公司);电磁炉,美的公司。

### 2.3. 工艺流程

原料挑选→清洗→切片→盐水护色→冲洗→热烫→腌制→烘干→冷却→包装→成品。

### 2.4. 操作要点

#### 2.4.1. 番石榴的挑选、清洗、切片

选用成熟度七成,表皮无黑斑,果形饱满,无机械损伤和病害,颜色为青绿色的鲜番石榴。用清水

清洗番石榴，切去头部和尾部非食用部分，从中间切开两半，再切分厚度为 2 mm 的番石榴片。

#### 2.4.2. 盐水护色、冲洗、热烫、腌制

将番石榴片放到 5% 的盐水中浸泡 10 min，取出番石榴片，在沸水中热烫 0 s、15 s、30 s、45 s、60 s。沥干后放置空气中 1 h，观察番石榴片的质量变化，用色差仪测定色差值。将热烫处理的番石榴片分别置于 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 浓度柠檬酸溶液和 15%、30%、45%、60% 白砂糖溶液中，腌制一段时间，取出沥干。

#### 2.4.3. 烘干

设置闭环热泵干燥机 65 度，将番石榴片平铺在盘子中，放入干燥机中烘干，烘干至番石榴片不粘手、且软硬适中即可。

#### 2.4.4. 冷却和包装

将干燥好的番石榴果干放在常温冷却，并用刮刀铲起、用密封的透明包装袋密封即可。

### 2.5. 单因素试验

设置热烫时间、白砂糖浓度、柠檬酸浓度、腌制时间 4 个主要因素不同的水平进行单因素试验，研究其对番石榴果干品质的影响。采用感官评定的方法进行综合评分，分数越高，则表明品质更优。考查单因素的较优配方及其工艺参数，进一步确定正交试验的因素和筛选水平。

### 2.6. 正交试验

通过以上的单因素试验，选取较优的柠檬酸、白砂糖、腌制时间试验水平(见表 1)，确定影响产品风味的因素，采用三因素三水平的 L<sub>9</sub> (3<sup>3</sup>) 进行正交试验，以总感官得分作为指标来筛选最佳配方和工艺条件。

### 2.7. 测定方法

#### 2.7.1. 色差值测定

将番石榴果干放在标准白板中，采用 CR-10 型色差计测定热烫处理番石榴片的色差值。每次使用前都需要将色差仪重新调零，每个样本随机选取 1 块番石榴果干，每个番石榴果干均匀的选取 3 个部位，用色差计进行测定，记录每次测定的 L、a、b 值，取其平均值。其中 L 值表示亮暗值，其范围为 0 (黑)~100 (白)；a 值表示红绿值，-a 方向表示绿色增加；b 值表示黄蓝值，+b 方向表示黄色增加[3]。

#### 2.7.2. 感官评定方法

本研究参考了杨永利制作的番石榴果脯的感官要求[4]，并且结合市场需求，制订以下的标准评分表(表 2)。从番石榴果干的色泽、组织、口感、风味四个方面进行感官评定。每次参与感官评定的人数为 10 人以上，感官总分为 100 分，分别为色泽(20%)、组织(30%)、口感(25%)、风味(25%)。

**Table 1.** Orthogonal factor level of guava dried fruit formula  
**表 1.** 番石榴果干配方的正交因素水平

序号	因素		
	A 白砂糖/%	B 柠檬酸/%	C 腌制时间/h
1	15	0.2	1.0
2	30	0.3	1.5
3	45	0.4	2.0

**Table 2.** Sensory score sheet for guava dried fruit  
**表 2.** 番石榴果干的感官评分表

项目及所占比例	评分标准	分值
色泽(20%)	青绿色、色泽明亮、接近果肉颜色、无褐变	15~20
	颜色黄绿色、光泽较差、有小许褐变	9~14
	颜色暗黄、无光泽、褐变严重	0~8
组织(30%)	质地柔韧性好、纹路清晰、组织紧密	25~30
	柔韧性一般、纹路较清晰、组织紧密	20~24
	柔韧性一般、纹路较清晰、组织疏松	14~19
	柔韧性差、看不清纹路、组织疏松	1~13
口感(25%)	有嚼劲, 软硬适中	20~25
	韧性好, 偏软	14~19
	韧性强, 粗糙	0~13
风味(25%)	酸甜适中、有浓郁番石榴风味、无涩味	20~25
	酸甜适中、有少许番石榴味、无涩味	14~19
	过甜或过酸、没有番石榴味、有小许涩味	8~13
	过甜或过酸、呈现非番石榴风味、涩味重	0~7

## 2.8. 数据分析方法

- 1) 试验数据均为三次平行测定, 以平均值  $\pm$  标准差方式表示。
- 2) 运用单因素方差分析(Excel)对数据进行统计分析。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 热烫时间的确定

番石榴中含有大量的酚类物质, 酚类物质遇到空气中的氧气, 容易发生酶促褐变[5]。为了防止褐变, 本试验采用对番石榴片进行适当热烫处理。从表 3 可以看出, 热烫 15 s 不仅在一定程度上钝化了多酚氧化酶的活性, 还可以使番石榴片维持一定的果香味和软化组织, 热烫效果较好。而热烫 30~60 s, 持续高温可能使番石榴片的风味物质受热分解, 番石榴片的香气也受到一定程度的影响。持续高温使番石榴组织细胞被破坏, 结构变软, 得到的番石榴片的品质较差。从图 1 色差值单因素方差分析得出, 热烫处理的番石榴片其 L、a、b 值与不热烫处理的番石榴片的 L、a、b 值均差异达到显著( $P < 0.01$ )。而不同的热烫时间对护色效果也有一定的影响。热烫 15s 的番石榴片其 L 值与热烫处理 30 s、45 s、60 s 的番石榴片的 L 值差异不显著( $P > 0.01$ ), 其 a 值与热烫处理 45 s 的番石榴片没有显著性差异, 与热烫处理 30 s、60 s 的番石榴片达到显著性差异。热烫处理能抑制酶促褐变, 不同的热烫时间对酶促褐变的抑制程度有所差异。

综合感官评定和色差测定来分析, 为了得到最佳品质的番石榴片, 采用热烫处理 15 s。

### 3.2. 糖腌浓度的确定

糖腌不仅可以提高番石榴果干的甜度, 调节其糖酸比, 丰富其风味, 还可以起到护色和适当延长番石榴果干的贮藏期的效果。从表 4 可知, 随着白砂糖的添加量不断增加, 番石榴果干的甜度逐渐增大。在热烫处理 15 s, 柠檬酸的添加量为 0.3%, 糖腌时间为 1 h, 干燥温度为 65℃ 条件下, 当糖腌浓度为 30%, 番石榴果干的口味最佳, 酸甜适中。

### 3.3. 柠檬酸浓度的确定

从表 5 中感官评定可清楚看出, 不同的柠檬酸浓度对番石榴果干的风味和色泽会产生一定的影响。

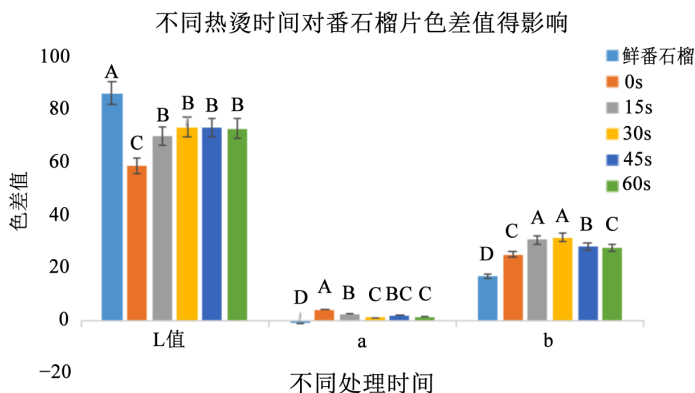
在白砂糖添加量为 30%的条件下，添加 0~0.2%的柠檬酸，番石榴果干酸度明显不够。添加 0.5%的柠檬酸，番石榴果干偏酸，风味下降。而添加 0.3%和 0.4%的柠檬酸即较为适中。添加 0.3%的柠檬酸为最适宜，感官评分最高。

### 3.4. 腌制时间的确定

通过表 6 中感官评定和综合分值评定可清楚看出，随着腌制时间的延长，番石榴果干的甜度不断提高。腌制时间过长，番石榴果干的甜度大。含糖量高的番石榴果干容易粘牙，吃多易腻。当糖腌浓度为 30%，柠檬酸添加量为 0.3%时，腌制 1 h 的番石榴果干的口味最佳，酸甜适中。

### 3.5. 番石榴果干最佳配方的确定

从表 7 正交试验的结果可知，柠檬酸的极差 R 最大则反映了柠檬酸的浓度对番石榴果干的风味影响最大，其他因素次之。柠檬酸的浓度稍微变化，番石榴果干的风味和口感变化大，而腌制时间对番石榴风味和口感的影响不太。影响番石榴果干质量口感等因素的主次顺序为 B > A > C，即柠檬酸浓度、白砂糖浓度、腌制时间。试验表明，在工艺参数 A2B3C1 下，即柠檬酸为 0.4%，白砂糖的用量为 30%，腌制时间为 1 h，番石榴果干的品质最佳。在此最优水平制作的番石榴果干酸甜可口，软硬适中，金黄色，有一定的嚼劲度，不粘牙，且具有浓郁的番石榴风味。该水平制作的番石榴果干品质最佳。



注：在 0.01 水平上显著时，标大写字母。将各处理平均数由大到小自上到下排列，在最大平均数后标记字母 A，将该平均数与以下各平均数依次比较，凡差异不显著者标记同一字母，A 直到某一个与其差异显著的平均数标记字母 B；再以标有字母 B 的平均数为标准，与上方比它大的各个平均数比较，凡差异不显著一律再加标 B，再以标有字母 B 的最大平均数为标准，与下面各未标记字母的平均数相比，凡差异不显著，继续标记字母 B，直至某一个与其差异显著的平均数标记 C；……；如此重复下去，直至最小一个平均数被标记比较完毕为止。

Figure 1. Effect of different blanching time on color difference of guava slices  
图 1. 不同热烫时间对番石榴片色差值的影响

Table 3. Determination of blanching time  
表 3. 热烫时间的确定

试验组	热烫时间(s)	热烫效果	番石榴片的质量
处理 1	0	一般	外观差，有浓郁的番石榴味，偏硬，褐变严重
处理 2	15	较好	外观好，饱满度好，有一定的番石榴味，软硬适中，有小许褐变
处理 3	30	一般	外观好，饱满度一般，有小许番石榴味，偏软，褐变程度小
处理 4	45	较差	外观一般，饱满度一般，没有番石榴味，偏软，褐变程度小
处理 5	60	较差	外观一般，饱满度差，带有其他异味，偏软，组织松散，褐变程度小

**Table 4.** Effect of different white sugar solution concentration on the quality of guava fruit**表 4.** 不同白砂糖溶液浓度对番石榴果干质量的影响

序号	白砂糖溶液浓度%	感官评定	分值
1	15	味道较酸, 甜度较淡, 颜色淡黄色	84
2	30	甜味适宜, 酸甜可口, 有浓厚番石榴风味, 色泽浅黄色	93.5
3	45	甜味稍大, 偏甜, 色泽橙黄	88.4
4	60	偏甜, 粘手, 腻, 色泽暗黄	75.8

**Table 5.** Effect of different citric acid addition on the quality of guava fruit dry**表 5.** 不同柠檬酸的添加量对番石榴果干质量的影响

序号	柠檬酸添加量%	白砂糖浓度%	感官评定	分值
1	0.1	30	酸味不足, 稍甜, 色泽为淡黄色	77.8
2	0.2	30	酸味较淡, 稍甜, 色泽浅黄色	83.2
3	0.3	30	酸味适中, 酸甜可口, 色泽亮黄色	90.5
4	0.4	30	酸味适中, 色泽亮黄色	86.0
5	0.5	30	偏酸, 色泽明亮金黄	73.4

**Table 6.** Effect of different curing time on product quality**表 6.** 不同腌制时间对产品的质量影响

序号	时间/h	辅料	感官评定	分值
1	0.5	白砂糖 30%, 柠檬酸 0.3%	质地紧密, 酸味较淡, 甜味不足, 有嚼劲	75.1
2	1.0	白砂糖 30%, 柠檬酸 0.3%	质地较密, 酸味适中, 酸甜可口, 有嚼劲	88.9
3	1.5	白砂糖 30%, 柠檬酸 0.3%	质地较密, 稍甜, 酸味较不足, 嚼劲适中	86.3
4	2.0	白砂糖 30%, 柠檬酸 0.3%	质地较密, 甜度大, 稍粘牙	79.7
5	2.5	白砂糖 30%, 柠檬酸 0.3%	偏软无弹性, 组织疏松粘牙, 偏甜, 吃多易腻	72.4

**Table 7.** Design and results of Orthogonal test L9 (3<sup>3</sup>)**表 7.** 正交试验 L9 (3<sup>3</sup>)设计与结果

序号	因素			感官得分
	A	B	C	
1	1 (15)	1 (0.2)	1 (1.0)	78
2	1 (15)	2 (0.3)	2 (1.5)	82
3	1 (15)	3 (0.4)	3 (2.0)	86
4	2 (30)	1 (0.2)	2 (1.5)	77
5	2 (30)	2 (0.3)	3 (2.0)	88
6	2 (30)	3 (0.4)	1 (1.0)	89
7	3 (45)	1 (0.2)	3 (2.0)	70
8	3 (45)	2 (0.3)	1 (1.0)	83
9	3 (45)	3 (0.4)	2 (1.5)	81
K1	246	225	250	
K2	254	253	240	
K3	234	256	244	
k1	82.00	75.00	83.33	
k2	84.67	84.33	80.00	
k3	78.00	85.33	81.33	
R	6.67	10.33	3.33	
主次顺序	B (柠檬酸) > A (白砂糖) > C (腌制时间)			
最优水平	A2 (30%)	B3 (0.4%)	C1 (1 h)	
最优组合	A2 B3 C1			

## 4. 结论

热烫可以钝化酶的活性, 从而减缓酶促褐变。从单因素试验, 结合色差值测定和感官评定方法, 对番石榴热烫处理 15 s, 番石榴的品质最好。结合单因素试验和正交试验得出番石榴果干最佳参数为白砂糖腌浓度 30%, 柠檬酸添加量 0.3%, 腌制 1 h, 在此最优水平制作的番石榴果干酸甜可口, 色泽金黄色, 有一定的嚼劲度, 不粘牙, 且具有浓郁的番石榴风味。

## 参考文献

- [1] 刘建林, 夏明忠, 袁颖. 番石榴的综合利用现状及发展前景[J]. 中国林副特产, 2005(6): 60-62.
- [2] 夏源, 金磊, 刘腾, 曹锋. 热泵技术应用于果蔬干燥的研究进展[J]. 农业科学研究, 2014(1): 60-67.
- [3] 王锦涛. 枇杷果干加工工艺研究[D]: [硕士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [4] 杨永利, 郭守军, 孙翰, 周雪栋, 杨定宗, 詹林涛, 林淳瑶. 番石榴果脯的加工工艺研究[J]. 广东农业科学, 2012, 39(20): 94-97.
- [5] 李粉玲, 蔡汉权, 江海涛, 李楚霞. 番石榴果肉的酶促褐变及其抑制措施[J]. 食品工业技术, 2008(2): 149-152.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2166-613X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjfn@s@hanspub.org](mailto:hjfn@s@hanspub.org)