

# Research on the Effect of Different Temperature and pH on the Physiological Activity of Pomegranate Juice

Zeyu Hu, Chunling Xiao\*

Shanxi Normal University, Linfen Shanxi

Email: 694040744@qq.com, \*xiaochunling1998@163.com

Received: Oct. 7<sup>th</sup>, 2018; accepted: Oct. 24<sup>th</sup>, 2018; published: Oct. 31<sup>st</sup>, 2018

## Abstract

The effect of different temperature and pH on the physiological activity of pomegranate juice was studied with fresh pomegranate juice as raw material. The fresh pomegranate juice was treated with the temperature of 65°C, 72°C, 79°C, 86°C, 93°C, and the pH value of 3.4, 3.9, 4.4, 4.9 and 5.4. The total phenol content and flavonoid content of the ten groups were measured and compared. The antioxidant activity was compared by measuring the scavenging ability and reducing power of DPPH. The results showed that the total phenol and flavonoids content of fresh pomegranate juice were the highest under the same pH value when the temperature was 65 degrees, which were 0.214 mg/mL and 0.152 mg/mL respectively. At the same temperature, when pH = 3.9, the content of total phenol and flavonoids in fresh pomegranate juice was the highest, 0.131 mg/mL and 0.074 mg/mL respectively. Ten groups of samples had a certain ability of scavenging. In the same pH value, the scavenging capacity of pomegranate juice at different temperatures was 65°C > 72°C > 79°C > 86°C > 93°C. At the same temperature, the scavenging ability of pomegranate juice treated with different pH values was 3.9 > 3.4 > 4.4 > 4.9 > 5.4.

## Keywords

Pomegranate Juice, Flavone, Total Phenol, Antioxidant Activity

# 不同温度和pH值对石榴汁生理活性的影响研究

胡泽宇, 肖春玲\*

山西师范大学, 山西 临汾

Email: 694040744@qq.com, \*xiaochunling1998@163.com

收稿日期: 2018年10月7日; 录用日期: 2018年10月24日; 发布日期: 2018年10月31日

\*通讯作者。

## 摘要

以鲜石榴汁为原料, 研究不同温度和pH值对石榴汁生理活性的影响。分别选择温度为65℃、72℃、79℃、86℃、93℃, pH值为3.4、3.9、4.4、4.9、5.4对鲜石榴汁进行处理。测得并比较十组样液的总酚含量及黄酮含量。通过测定对DPPH·的清除能力和还原力比较抗氧化活性。实验结果表明: 同一pH值下, 当温度为65℃时, 鲜石榴汁总酚, 黄酮含量最高, 分别为: 0.214 mg/mL、0.152 mg/mL。同一温度下, 当pH = 3.9时, 鲜石榴汁总酚, 黄酮含量最高, 分别为: 0.131 mg/mL、0.074 mg/mL。十组样液中都具有一定的清除能力, 其中同一pH值下, 不同温度处理的石榴汁的清除能力大小为: 65℃ > 72℃ > 79℃ > 86℃ > 93℃。在同一温度下, 不同pH值处理的石榴汁清除能力大小为: 3.9 > 3.4 > 4.4 > 4.9 > 5.4。

## 关键词

石榴汁, 黄酮, 总酚, 抗氧化活性

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

石榴汁中含有丰富的抗氧化物质如Vc、VE及多酚类物质等[1], 其中多酚类化合物发挥着最重要的作用。徐静[2] N. P. Seeram [3]等人的研究表明石榴汁的抗氧化活性要显著高于其他水果汁, 并且其抗氧化能力与其中总酚的含量具有一致性。石榴汁的抗氧化能力比葡萄酒, 番茄汁等更强; 可防止冠心病、高血压, 可达到健胃提神, 增强食欲, 益寿延年, 降低动脉粥样硬化, 抵抗心脑血管疾病的功效, 同时还有解酒作用[4]。随着人们对石榴价值认识的深入, 石榴产业开始发展[5]。近年来石榴除了鲜食之外, 也成为果蔬加工原料的新宠。石榴的加工产品一般有石榴汁, 浓缩石榴汁, 石榴酒等。国内对石榴汁的抗氧化活性与其他果汁进行比较的研究见多。石榴汁也可以作为石榴酒的原料, 决定了石榴酒的风味和品质。在石榴汁的制作, 加工与贮藏中, 外界因素对其品质有着重大的影响。本实验通过温度与pH值的变化对石榴汁生理活性的影响进行研究, 提高石榴汁的附加值和满足天然抗氧化剂市场的需求, 都具有经济效益和社会效益, 希望为鲜石榴汁的进一步加工与贮藏提供参考和思路。

## 2. 材料和方法

### 2.1. 材料与试剂

材料与试剂: 新鲜石榴购自临汾市尧都区五一路水果店。芦丁标品购于Sigma公司。亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠、80%甲醇、没食子酸、邻苯三酚、碳酸钠、70%乙醇、磷酸盐缓冲液、铁氰化钾、三氯乙酸、三氯化铁和柠檬酸均为国产分析纯。

### 2.2. 主要仪器

HH-4型数显恒温水浴锅, 江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司; JA2603B型电子天平, 上海精科天美科学仪器有限公司; pH525型酸度计, 上海仪电科学仪器有限公司; UV-1100型紫外可见分光光度计,

上海美谱达仪器有限公司。

## 2.3. 试验方法

### 2.3.1. 不同温度和 pH 下鲜石榴汁的制备

将新鲜石榴进行清洗, 切瓣, 榨汁。榨汁后倒入烧杯中, 置于室温下自然澄清 12 h。取上层清液用四层纱布过滤得到新鲜澄清的石榴汁。取五组 20 ml 鲜石榴汁, 分别放入 65℃、72℃、79℃、86℃、92℃ 水浴锅中恒温加热 1 h, 按温度由低到高的顺序分别取上层清液置于已编好 1、2、3、4、5 号的试管中。另取五组 20 ml 鲜石榴汁, 加入适量柠檬酸, 分别将鲜石榴汁的 pH 调至 3.4、3.9、4.4、4.9、5.4、5.9, 按 pH 值由低到高的顺序分别取上层清液置于已编好 6、7、8、9、10 号的试管中。实验中所用的鲜石榴汁 pH 值为 4.1。

### 2.3.2. 总酚含量的测定

采用 Folin-Ciocalteu 法[6]测定不同处理下石榴汁中总酚含量。建立回归方程:  $Y = 1.6243X + 0.0372$  ( $R^2 = 0.9983$ ), 其中横坐标表示没食子酸标准液质量浓度, 纵坐标表示吸光度值。带入方程计算结果。

### 2.3.3. 总黄酮含量的测定

采用紫外分光光度法[7]测定不同处理下石榴中总黄酮含量。建立回归方程:  $Y = 0.9317X - 0.0159$  ( $R^2 = 0.9982$ ), 其中横坐标表示芦丁标准液质量浓度, 纵坐标表示吸光度值。带入方程计算结果。

### 2.3.4. 二苯代苦味酰基自由基(DPPH·)清除能力的测定

准确称取 2.5 mg DPPH·, 用无水甲醇溶解并定容于 100 mL 容量瓶中, 得到 DPPH· 质量浓度为 25  $\mu\text{g/mL}$  的溶液[8]。取样液 0.1 mL, 加入 7.8 mL 质量浓度为 25  $\mu\text{g/mL}$  的 DPPH· 甲醇溶液, 快速混匀后分别于 0、5、10、15、25、35、45、55、65、75 min 在波长为 516 nm 下测定其吸光度, 直至吸光度相对稳定。绘制色素清除 DPPH· 的动力学曲线[9]。

### 2.3.5. 还原力的测定

依次加入 2.5 mL 0.2 mol/L pH 6.6 的磷酸盐缓冲溶液、2.5 mL 1% 的铁氰化钾和 1 mL 样液, 混匀, 于 50℃ 水浴 20 min, 快速冷却后加入 1 mL 10% 的三氯乙酸溶液, 2.5 mL 蒸馏水和 1.0 mL 0.1% 的三氯化铁溶液, 混合均匀, 于室温静置反应 10 min, 在波长为 700 nm 处测定吸光度, 平行测试 3 次, 以抗坏血酸作标准抗氧化剂[10]。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 不同温度和 pH 值处理下石榴汁中总酚含量

#### 3.1.1. 不同温度处理下石榴汁中总酚含量

不同温度下的鲜石榴汁中总酚含量测量结果如图 1 所示。由图 1 可知在 65℃、72℃、79℃、86℃、93℃ 处理 1 h 下, 当处理温度为 65℃ 时, 总酚含量最高, 其值为 0.214 mg/mL。随着处理温度的升高, 总酚含量依次递减。这可能是由于过高的温度改变了酚类物质的结构, 使得含量降低。不同温度处理下总酚含量大小排序为: 65℃ > 72℃ > 79℃ > 86℃ > 93℃。

#### 3.1.2. 不同 pH 值处理下石榴汁总酚含量

图 2 表示不同 pH 值下样液的总酚含量。由图 2 得, 当 pH = 3.9 时, 鲜石榴汁中总酚含量最高, 其值为 0.152 mg/mL。并以 pH = 3.9 为分界点, 当 pH 值大于 3.9 时, 随着处理的 pH 值升高, 总酚含量降

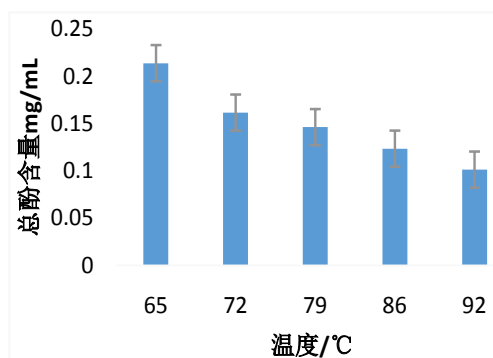


Figure 1. Polyphenol content of different temperature samples

图 1. 不同温度下样液的总酚含量

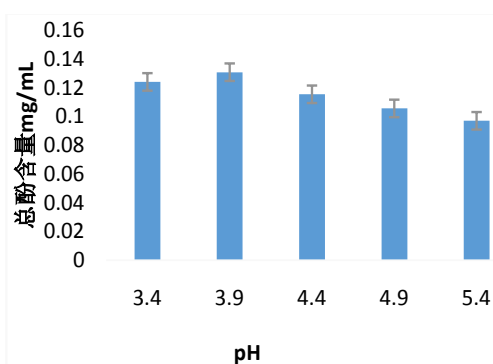


Figure 2. Polyphenol content of different pH samples

图 2. 不同 pH 值下样液的总酚含量

低; 当 pH 值小于 3.9 时, 随着处理的 pH 值降低, 总酚含量降低。

### 3.2. 不同温度和 pH 值处理下石榴汁中黄酮含量

#### 3.2.1. 不同温度处理下石榴汁黄酮含量

图 3 表示了在不同温度处理下, 鲜石榴汁的黄酮含量有较为明显的差异。从图 3 看出, 当处理温度为 65°C 时, 鲜石榴汁黄酮含量最高为 0.152 mg/mL。随着温度的升高, 鲜石榴汁中的黄酮含量依次下降。

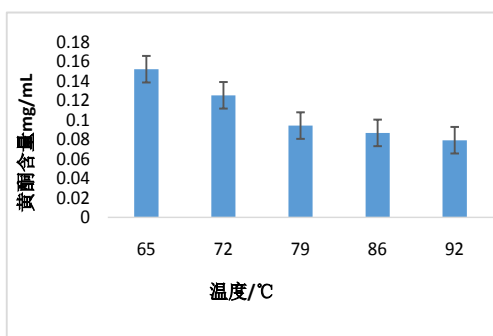


Figure 3. Flavonoids content of different temperature samples

图 3. 不同温度下样液黄酮含量

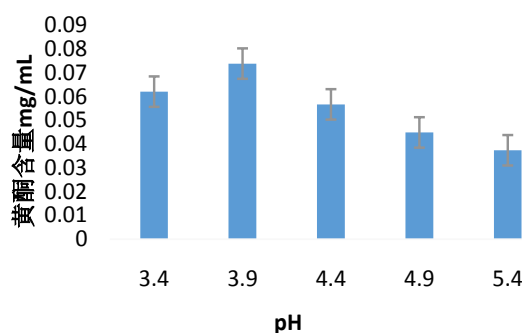


Figure 4. Flavonoids content of different pH samples  
图 4. 不同 pH 值下样液黄酮含量

### 3.2.2. 不同 pH 值处理下石榴汁黄酮含量

图 4 表示了不同 pH 值处理下石榴汁黄酮含量。由图 4 可知, 当 pH 为 3.9 时, 鲜石榴汁中总酚含量最高, 并以 pH = 3.9 为分界点, 随着处理的 pH 值升高, 总酚含量降低; 当 pH 值小于 3.9 时, 随着处理的 pH 值降低, 总酚含量降低。根据郭松年[11]等人的研究, 石榴汁中花色苷的色泽在 pH 较低的情况下较稳定, 石榴汁的色泽越鲜艳。但可能因为其它黄酮类化合物在过高或过低的 pH 下遭到破坏, 因此并非 pH 值越低, 石榴汁内黄酮含量越高。

### 3.3. 不同温度和 pH 值处理下石榴汁 DPPH· 的清除能力测定

#### 3.3.1. 不同温度处理下石榴汁 DPPH· 的清除能力测定

图 5 为不同温度处理下鲜石榴汁清除 DPPH· 的动力学曲线。由图 5 对比可得: 体系的吸光度值达到平衡时间较短, 随着处理温度的增高, 吸光度值降幅变小, 自由基清除能力越小。对 DPPH· 清除能力的大小顺序为: 65℃ > 72℃ > 79℃ > 86℃ > 93℃。

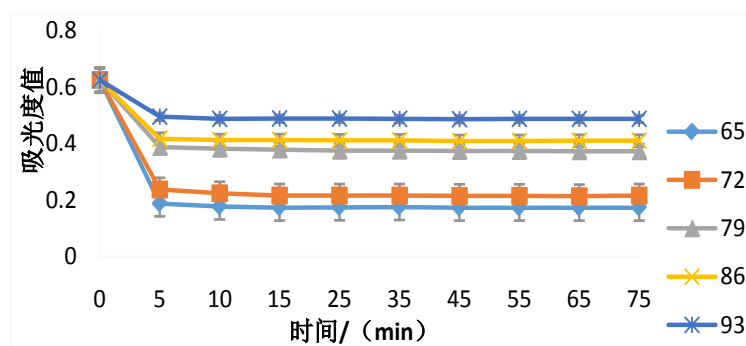


Figure 5. Eliminating DPPH· kinetic curve of different temperature  
图 5. 不同温度样液清除 DPPH· 动力学曲线

#### 3.3.2. 不同 pH 值处理下石榴汁 DPPH· 的清除能力测定

图 6 为不同 pH 值处理下鲜石榴汁清除 DPPH· 的动力学曲线。由图 6 可知, 加入不同 pH 值处理后的样液, 0~5 min 内, 吸光度值快速下降, 5~10 min 吸光度值仍在下降, 但降幅减少, 15 min 后吸光度值逐渐趋于平缓不再波动。当 pH = 3.9 时, 吸光度值降幅最大。以 pH = 3.9 为分界点, 当 pH 值大于 3.9 时, 随着 pH 值的增加, 吸光度值降幅逐渐减小, 自由基清除能力越小。当 pH 值小于 3.9 时, 随着 pH 值的减少, 吸光度值降幅逐渐减小, 自由基清除能力越小。

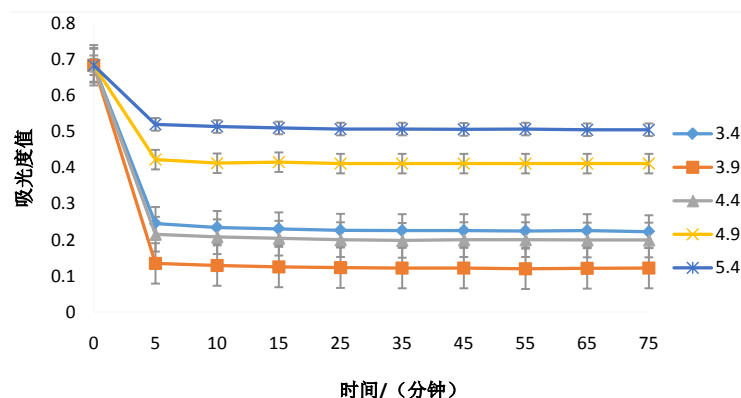


Figure 6. Eliminating DPPH kinetic curve of different pH samples  
图 6. 不同 pH 值样液清除 DPPH 动力学曲线

### 3.4. 不同温度和 pH 值处理下石榴汁还原力的测定

#### 3.4.1. 不同温度处理下石榴汁还原力的测定

本文对不同温度处理下鲜石榴汁的还原力进行了测定, 测定结果如图 7 所示, 前四组样液吸光度值差别不太明显, 都可作为电子供应者, 但比较得出当温度为 65℃ 时, 吸光度值最高。随着温度的升高, 吸光度值逐渐减小。说明随着温度的升高, 石榴汁对三价铁离子还原作用越低, 还原力越低。比较各个温度下石榴汁的还原力的最终结果为: 65℃ > 72℃ > 79℃ > 86℃ > 93℃。

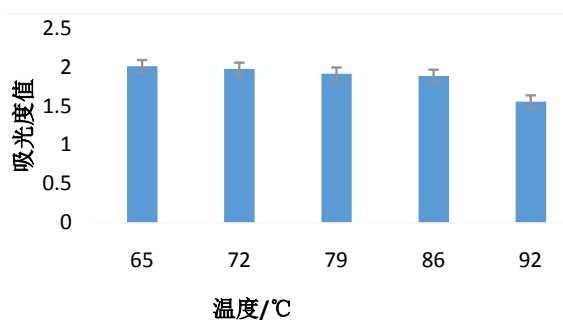


Figure 7. Effect of different temperature on the reducing force of sample solution  
图 7. 不同温度对样液还原力的影响

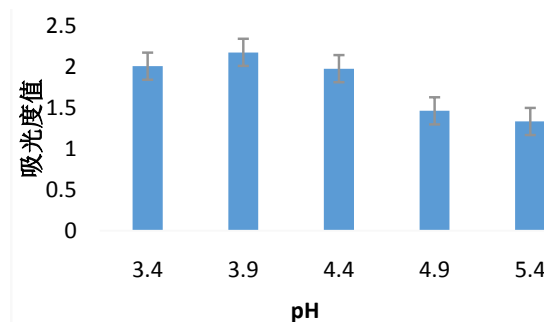


Figure 8. The effect of different pH values on the force of the sample liquid  
图 8. 不同 pH 值对样液还原力的影响

### 3.4.2. 不同 pH 值处理下石榴汁还原力的测定

图 8 是不同 pH 值处理下鲜石榴汁的还原力测定结果。由图 8 可知, 当 pH = 3.9 时, 石榴汁的吸光度值达到最大值 2.177, 当 pH = 5.4 时, 石榴汁的吸光度值最小。随着 pH 值逐渐升高, 吸光度值先上升达到最高点后开始下降。以 pH = 3.9 为分界点, 当 pH 值大于 3.9 时, 随着 pH 值的增加, 吸光度值降幅逐渐减小, 还原能力越小。当 pH 值小于 3.9 时, 随着 pH 值的减少, 吸光度值减少, 说明当 pH = 3.9 时, 石榴汁有很大的还原力。

## 4. 结论

本文经过预实验后, 分别选择温度为 65℃、72℃、79℃、86℃、93℃, pH 值为 3.4、3.9、4.4、4.9、5.4 进行处理。得出:

1) 同一 pH 值下, 当温度为 65℃时, 鲜石榴汁总酚, 黄酮含量最高, 分别为: 0.214 mg/mL、0.152 mg/mL。同一温度下, 当 pH = 3.9 时, 鲜石榴汁总酚, 黄酮含量最高, 分别为: 0.131 mg/mL、0.074 mg/mL。本实验中鲜石榴汁原本的 pH 值测定为 4.1。是否在小于自身 pH 的环境中对多酚含量的影响比在大于自身 pH 的环境中对多酚含量的影响更小一些需要更详细的研究还有待观察。

2) 样液中都具有一定的清除能力, 其中同一 pH 值下, 不同温度处理的石榴汁的清除能力大小为: 65℃ > 72℃ > 79℃ > 86℃ > 93℃。在同一温度下, 不同 pH 值处理的石榴汁清除能力大小为: 3.9 > 3.4 > 4.4 > 4.9 > 5.4。

综合上述结论, 在选择的五组温度和 pH 值中, 65℃为较为合适的处理温度, 3.9 为较为合适的处理 pH 值。

## 致 谢

感谢本文的通讯作者, 我的指导老师肖春玲。她对我论文的研究方向提出了指导性的建议, 在论文实验过程中提供了经费的支持, 并给予我悉心指点, 为整个实验的完成, 投入了很多的心血和精力。

## 基金项目

山西师范大学质量工程项目(2017YZKC-06)。

## 参考文献

- [1] EL-Nemr, S.E., Ismail, I.A. and Ragab, M. (1992) The Chemical Composition of the Juice and Seeds of Pomegranate Fruits. *Fluessiges Obet (Fruit Processing)*, **9**, 162-164.
- [2] 徐静, 郭长江, 杨继军, 等. 不同抗氧化活性水果汁对老龄大鼠抗氧化活性功能的干预作用[J]. 中华预防医学杂志, 2005, 39(2): 80-83.
- [3] Seeram, N.P., Aviram, M., Zhang, Y., et al. (2008) Comparison of Antioxidant Potency of Commonly Consumed polyphenol-Rich Beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**, 1415-1422.
- [4] 高翔. 石榴的营养保健功能及其食品加工技术[J]. 中国食物与营养, 2005(7): 40-42.
- [5] 李国秀. 石榴多酚类物质的分离鉴定和抗氧化活性研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 陕西师范大学, 2008: 14.
- [6] 周向军, 高义霞, 张永德, 等. 苋菜多酚提取工艺及抗氧化研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(6): 327-331.
- [7] 张少颖. 不同加工方法对花生总黄酮含量的影响[J]. 中国粮油学报, 2012, 25(8): 104-108.
- [8] 郭文莉, 李敏, 谢琼, 等. 葡萄皮色素抗氧化活性的初步研究[J]. 中国食品添加剂, 2007, 19(2): 116-119.
- [9] 朱艳华, 谭军. 玉米多肽抗氧化作用的研究[J]. 中国粮油学报, 2008, 23(1): 36-38, 43.
- [10] 吕英华, 苏平, 那宇, 等. 桑椹色素体外抗氧化能力研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2007, 33(1):

102-107.

- [11] 郭松年, 徐驰, 刘兴华, 董强. 温度、pH 值和光照对石榴汁花色苷稳定性的影响[J]. 食品与发酵科技, 2009, 45(5): 29-31, 34.

**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@hanspub.org](mailto:hjfn@hanspub.org)