

# 破碎时蒸汽热处理对桃汁稳定性的影响

赵光远<sup>1</sup>, 李娜<sup>2</sup>, 王璋<sup>3</sup>, 许时婴<sup>3</sup>

(1. 郑州轻工业学院食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002) (2. 漯河市食品工业学校, 河南 漯河 462000)

(3. 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214036)

**摘要:** 桃破碎时蒸汽热处理使果浆温度在 80s 内达 92℃ 以上不但可以改善桃浑汁的色泽且可增强果汁的混浊稳定性。果汁的颜色明显受果浆所达到的最高温度影响。桃浆温度达 92℃ 和 95℃ 虽然  $V_C$  损失较多, 但果汁的总酚损失较小, 有好的色泽稳定性。桃破碎过程中发生的褐变主要为酶促褐变, 但热处理温度高于 99℃, 非酶褐变会变得显著。果汁的混浊稳定性受果汁中悬浮颗粒的尺寸、果汁的黏度影响。热处理增加了果胶的聚合度, 促进果胶从果浆中的释放, 从而增加了果汁的黏度。热还处理可减小果汁中悬浮颗粒的尺寸。

**关键词:** 桃浑汁; 破碎时热处理; 浊度; 果胶; 总酚; 颗粒尺寸

中图分类号: TS255.44; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)01-0013-04

## Effect of Steam Heating during Crushing on the Stabilization of Cloudy Peach Juice

ZHAO Guang-yuan<sup>1</sup>, LI Na, WANG Zhang<sup>3</sup>, XU Shi-ying<sup>3</sup>

(1.School of Food and biology engineering, Zhengzhou light industry college, Zhengzhou 450002, China)

(2.School of Luo He Food Industry, Luohe 462000,China)

(3.School of Food Science, Southern Yangtze University, Wuxi 214036,China)

**Abstract:** The color and cloud stability of cloudy peach juice could be improved when it was made by heating the puree to above 92℃ during 80s. The color of juice was affected by the heating temperature of the puree. Though  $V_C$  in the puree lost more when being heated to 92℃ or 95℃, the total phenols in the juice lost less compared with the control and juices had good color stability. The browning occurring in crushing was mainly enzymatic browning, but non-enzymatic browning would occur when heating temperature was above 99℃. The cloud stability was affected mainly by the size of particles in the juice, the viscosity of the juice. The heating treatment of increased temperature could improve the viscosity of juices by releasing more pectin from the puree to juice and avoiding the depolymerizing of the pectin caused by PG and the size of particles in the juice was also reduced by the heating treatment.

**Key words:** Cloudy peach juice; Steam heating during crushing; Turbidity; Pectin; Total phenols; The size of particles

桃富含果胶和酚类物质, 比较适合加工成浑汁形式。混浊桃汁因其具有较好的天然风味和较高的营养价值, 已得到消费者的关注, 但我国却缺少相应的高质量产品, 这主要是混浊桃汁的生产的难点和关键和混浊苹果汁一样, 要兼顾产品的色泽和混浊稳定性。桃含有多酚氧化酶(PPO)和酚类物质, 加工中很容易发生酶促褐变, 但桃的  $V_C$  含量高于苹果, 这对防止酶促变是有利的, 从这一点讲生产混浊桃汁相对容易。生产混浊桃汁的相关报道较少, 我们参照混浊苹果的破碎时热蒸汽处理<sup>[1,2]</sup>的方法进行研究。

本文旨在用自行设计的破碎打浆机探讨桃打浆

收稿日期: 2006-07-12

作者简介: 赵光远博士, 副教授。研究方向: 食品生物技术及农产品深加工。

的同时通蒸汽加热果浆对果浆、果汁的理化特性的影响, 从而揭示影响果汁色泽和混浊稳定性的因素。

### 1 实验材料和方法

#### 1.1 主要仪器设备和材料

破碎打浆机, 自制。此设备可在通蒸汽条件下将桃在 90s 内打成浆并使浆温达到 95℃ 以上, 并设有冷却夹套和内置冷却盘管, 可使 95℃ 的果浆在 6min 内降至 40℃ 以下且此设备在升降温过程中密封。此外, 此设备还备有内置温度计以便于随时测量果浆温度。

Zeta 电位仪、激光粒径分析仪分析: 英国 Malvern 公司

所用桃果实: 成批购置, 4℃ 保藏。

所用试剂均为分析纯

## 1.2 通蒸汽热处理及混浊桃汁的制备

桃果实(10kg)破碎的同时通蒸汽加热→调果浆可溶性固形物含量为 9.0Brix→果浆经三足离心机离心→过滤→果汁 I→离心 20min (3000r/min)→果汁 II。

## 1.3 测定方法

果汁颜色、浊度和粘度测定,总 Vc、总酚、果胶、蛋白质、蔗糖及还原糖的测定,果胶甲氧基含量、果胶中还原端基的测定,多酚氧化酶(PPO)活力测定,果汁中悬浮颗粒 Zeta 电位的测定,果汁中悬浮颗粒粒径分析,果胶相对分子质量分布测定等均见文献<sup>[2]</sup>所述方法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 果汁的颜色及颜色稳定性

#### 2.1.1 果浆最高温度对果汁颜色的影响

酶促褐变使果汁的 L 值降低, a 值升高<sup>[3]</sup>。果汁的 L 值和 a 值受果浆的温度影响(图 1, 图 2)。对照果汁的 L 值(25.53)最低, a 值(7.55)最高。果汁 95 的 L 值(37.26)最高, a 值(0.10)最低。果浆温度越高,制得的果汁的 L 值越高, a 值越低。这表明破碎时通蒸汽热处理可改善果汁的颜色,果浆温度高于 92℃时效果更好。

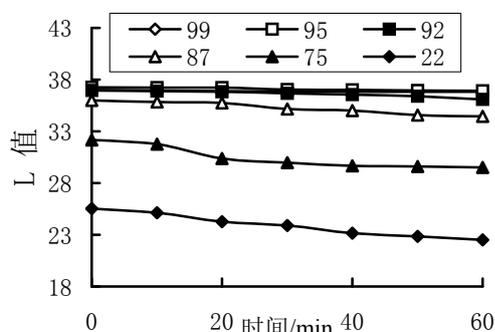


图 1 果汁 L 值随放置时间的变化

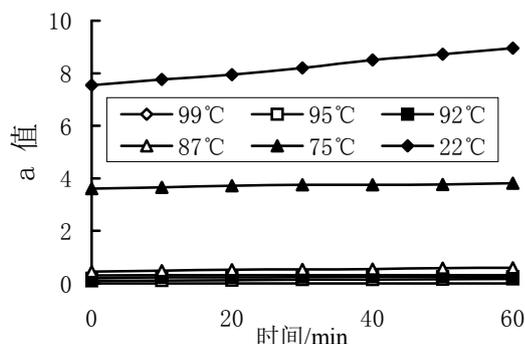


图 2 果汁 a 值随放置时间的变化

对照褐变最严重,它与热处理果浆相比虽然使果浆和果汁的 Vc 损失较少(表 1),但总酚损失较多(表 2)。而所有样品的总糖含量在破碎无显著变化(结果未列出),说明破碎中的褐变主要是酚类物质的降解引起,而非由 Vc 的降解和美拉德反应引起。这一点与总酚、总 Vc 及总糖含量和 L 值的相关系数( $R^2$ )分别为 0.9707(正相关)、0.8719(负相关)和 0.7428(负相关,结果未列出)相一致(表 1~2)。

表 1 果浆最高温度对果汁 I 中 Vc 含量的影响

果浆最高温度/℃	果汁中总 Vc 含量/mg·mL <sup>-1</sup>
对照 (22)	0.1801±0.018
75	0.1256±0.018
82	0.1245±0.016
87	0.1238±0.014
92	0.1229±0.017
95	0.1224±0.015
99	0.1210±0.014
$R^2$ (总 Vc 含量与果汁 L 值 相关系数)	$Y=-0.0047x-0.2931$ $R^2=0.8719$

注:数值为均值±标准差(n=3),下同

表 2 果浆最高温度对果浆及果汁中总酚含量的影响

果浆最高温度/℃	果汁中总酚含量/mg·L <sup>-1</sup>
对照 (22)	204.54±3.10
75	416.45±13.1
82	451.52±13.1
87	455.72±13.5
92	511.22±13.3
95	523.01±13.9
99	511.81±13.9
$R^2$ (含量与果汁 L 值 相关系数)	$y=25.737x-442.53$ $R^2=0.9707$

果汁 99、果汁 95 和果汁 92 比果汁 87、果汁 82、果汁 75 和对照中的总酚含量多(表 2),而后者中的 PPO 活力明显高于前者(表 3)。这表明酚类物质的降解主要由 PPO 催化引起,而酚类物质的非酶降解(特别是在高温下)只占褐变的极小部分。99℃处理比 95℃处理的总酚含量少(表 2),而后者中的 PPO 活力不会高于前者(表 3),表明随着热处理温度的升高和热处理时间的延长,总酚含量会因非酶降解而减少,果汁的颜色也会变差。

#### 2.1.2 果汁的色泽稳定性

果汁 I 的 L 值随时间延长而降低, a 值会升高,但变化幅度(图 1, 图 2)和原因有差别。92℃和 95℃及 99℃处理的果浆得到的果汁的 L 值降低主要由颗

粒沉降引起,变化幅度小,色泽稳定性好;低于 92℃ 的除了颗粒沉降引起色泽变差外,由于果浆最高温度低于 92℃ 时果汁中的多酚氧化酶(PPO)在果汁样品中仍有活力(表 3),故还有酶促褐变因素;而常温破碎的果汁 L 值下降且幅度最大则主要由酶促褐变引起。

表 3 果浆最高温度对得到的果汁中 PPO 活力及颜色变化的影响

果浆最高温度/℃	pH7.2 <sup>A</sup> 时的酶活/U·mL <sup>-1</sup>	pH4.2 <sup>B</sup> 时的酶活/U·mL <sup>-1</sup>
对照(22)	335.0	94.0
82	16.0	8.0
87	10.0	3.0
92	7.0	0.2
95	2.0	0.0
99	0.0	0.0

A: 果汁中 PPO 的最适 pH, 在此 pH 条件下测定可判定 PPO 是否完全失活; B: 接近果汁天然状态的 pH 值。

## 2.2 果汁的浊度及混浊稳定性

混浊桃汁中的混浊物同苹果混浊汁一样,被认为是由带正电的蛋白质核及其外包裹的带负电的果胶以及可以与蛋白质交联的酚类物质所组成<sup>[1]</sup>,所以果汁系统中的果胶、蛋白质及总酚对混浊物是至关重要的。由表 4 知,99℃ 处理得到的果汁 II 的浊度最高,处理温度越低其浊度也越低。相应地,果汁 II 中的果胶以及蛋白质含量与浊度大小相一致。

表 4 果汁 II 的浊度、粘度、及果胶和粗蛋白含量

果浆受热温度/℃	浊度(分光光度计法)	粘度/MPa·s	果胶含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	蛋白含量/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$
22	0.467±0.004	1.258±0.007	120.12±4.1	1.5710±0.006
75	0.654±0.005	1.807±0.008	460.04±5.4	1.7116±0.007
82	0.779±0.007	1.820±0.008	485.42±5.3	1.7278±0.008
87	0.786±0.006	1.827±0.009	496.04±5.4	1.7308±0.007
92	0.794±0.006	1.865±0.007	511.04±5.4	1.7419±0.008
95	0.803±0.007	1.896±0.008	516.72±5.5	1.7430±0.008
99	0.824±0.008	1.914±0.008	519.47±5.5	1.7662±0.009

果汁的混浊稳定性可简单地用果汁在离心力作用下其浊度保留率来衡量,保留率越大,表明果汁的混浊稳定性越好。由表 5 知,热处理果浆温度从 99℃ 依次降到 22℃,得到的果汁的混浊稳定性逐渐变差。

根据由 stock 理论演变出的微粒沉降速度与影响因素的关系式,果汁的混浊稳定性与果汁中悬浮颗粒的尺寸、果汁的黏度有密切关系,另外,颗粒的带电性质(可用悬浮颗粒的 Z 电位表征)对果汁的混浊稳定性至关重要。果汁中悬浮颗粒的尺寸越小,微粒沉降速度越小,悬浮颗粒越不容易沉降而不会出现分层;

果汁的黏度越大,颗粒移动能力变小,不利于其聚集和沉降;果汁中悬浮颗粒如带有同种电荷且同种电荷越多,则同性相斥而不利于颗粒的长大,果汁越稳定。

表 5 离心后对果汁 II 浊度的影响

果浆受热最高温度/℃	99	95	82	75	22(对照)
(对照)果汁 II 不经离心	1.436	1.408	1.372	1.209	1.004
3500r/min 离心 15min	0.894	0.873	0.818	0.664	0.499
5000r/min 离心 15min	0.442	0.432	0.400	0.343	0.190
保留率/%	62.3	62.0	59.6	55.0	49.7
	30.8	30.7	29.2	28.4	18.9

注: 结果为两平行的平均值;保留率/%一栏中,上面数据为 3500r/min 离心 15min,下面为 5000r/min 离心 15min

### 2.2.1 果汁中悬浮颗粒的尺寸

我们分析了两种条件得到的果汁(加褐变反应抑制剂在 30℃ 破碎制得的新鲜桃汁和经 93℃ 热处理果浆得到的浊汁)中的颗粒的粒径分布,由表 6 可见果浆加热到 95℃ 制备的果汁中小颗粒所占比例明显较大,而且其中颗粒的体积平均粒径(1.327 $\mu\text{m}$ )小于前者(1.681 $\mu\text{m}$ )(表 6)。我们在研究混浊苹果汁时也得到了相同的趋势。

表 6 热处理对果汁粒径分布的影响

粒径( $\mu\text{m}$ )	百分含量/%	
	果浆加热到 95℃ 制备的果汁	果浆不经热处理制备的果汁
0.138-0.240	3.46	0.99
0.275-0.479	30.69	19.99
0.550-2.188	49.64	62.56
2.512-19.953	16.17	16.39
22.909	0.04	0.05
平均粒径( $\mu\text{m}$ )	1.327	1.681

注: 结果为两次平均

从表 6 知,热处理果浆温度的升高可减小果汁中悬浮颗粒的尺寸。

### 2.2.2 果汁的黏度

桃浊汁是复杂体系,其黏度与许多因素有关,但最重要的是果汁中果胶的含量和其相对分子质量。果胶的含量越多,相对分子质量越大,果汁黏度就越大。果汁中的果胶含量受果浆所达到的最高温度所影响,热处理能增加果汁中的果胶含量(表 7),这主要是由于破碎时热处理增加了果胶从果浆中的溶出,使更多的原果胶转变为果胶。同时,随着浆受热温度的升高,其中的聚半乳糖醛酸酶的活力逐渐降低,表现为制得果汁中果胶的还原端基逐渐变小(表 7),这表明果胶

的聚合度越大。凝胶柱色谱同样表明相对分子质量随着热处理浆的温度的升高而增大(结果未列出)。可见果汁的黏度随热处理浆的温度的升高而增大。

表7 果汁的黏度、Z 电位及果汁中果胶的特性

破碎温度/℃	单位质量的果胶的还原基(以半乳糖醛酸计)	甲氧基含量/%	Z 电位/mV	黏度/MPa.s
22	0.203	9.0	-21.7	1.258
75	0.210	9.9	-20.5	1.807
85	0.189	10.8	-20.0	1.854
95	0.174	9.4	-21.9	1.897

注: 结果为两次平均

### 2.2.3 果汁的 Z 电位

混汁中保留了一些颗粒, 如含有带负电荷的部分脱甲氧基果胶物质, 它包围着带正电荷的蛋白质。这些颗粒的稳定性还受静电排斥作用的影响。静电作用是由于带半乳糖醛酸残基的部分脱甲氧基果胶物质结合了负电荷而产生的。

由表 7 可知, 随着浆受热温度的升高, 果汁中果胶的甲氧基含量先升后降。在果浆经 85℃ 热处理后, 其中的果胶甲酯酶活力低于经 75℃ 处理的, 故果胶的甲氧基含量相对较高。至于 95℃ 热处理制得的果汁的果胶比经 85℃ 和经 75℃ 处理得到的果胶的甲氧基含量低, 可能是温度升高可使果胶甲氧基含量降低的原因。由于 95℃ 处理及对照比 85℃ 和经 75℃ 处理得到的果汁中果胶的甲氧基含量低, 它们的羧基就会带更多的负电荷, 表现为这两种条件制得的果汁有较高的

Z 电位。

### 3 结论

桃破碎时通蒸汽热处理使果浆温度在 80s 内达 92℃ 以上不但可以改善混浊桃汁色泽且可增加果汁的初浊度和混浊稳定性。果汁的颜色明显受果浆达到的最高温度影响, 桃浆温度达 92℃ 和 95℃ 虽然 V<sub>C</sub> 损失较多, 但 PPO 经热失活后在果汁自身的 pH 条件下已没有活力, 得到的果汁中的总酚损失较小且有好的色泽稳定性。破碎过程中发生的褐变主要为酶促褐变, 但随着热处理温度的升高和热处理时间的延长, 总酚含量会因非酶降解而减少非酶褐变会变得显著。果汁的混浊稳定性受果汁中悬浮颗粒的尺寸、果汁的黏度影响。热处理增加了果胶的聚合度和果胶从果浆中的释放, 从而增加了果汁的黏度。热处理还可减小果汁中悬浮颗粒的尺寸。

### 参考文献

- [1] D.B.Genovese, M. P. Elustondo and J. E. Lozano., Color and cloudy stabilization in cloudy apple juice by steam heating during crushing[J], J. Food. Science, 1997,62(6):1171-1175
- [2] 赵光远, 王璋, 许时婴. 混浊苹果汁生产工艺改进的研究. 食品工业[J], 2006,27(2):13-16
- [3] Gerald M, Sapers, Frederic W. Douglas Jr.. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits[J], J. Food Science, 1987,52(5), 1258- 1262

(上接第12页)

表4 四种大孔吸附树脂对甘草黄酮的吸附及解吸实验结果

树脂类型	AB-8	D201	S-8	XDA-1
黄酮吸附率/%	63.92	57.42	56.86	92.18
黄酮解吸率/%	68.07	43.68	91.11	83.73

表4可知, 在上述四种大孔吸附树脂中, AB-8和D201型对甘草黄酮的动态吸附率和解吸率均很低; S-8对甘草黄酮的解吸率虽大于90%, 但吸附率仅56.86%; 而XDA-1型大孔吸附树脂对甘草黄酮的动态吸附率高达92.18%, 解吸率也达83.73%。因此综合考虑, 初步确定XDA-1为一种较好的分离甘草黄酮的树脂材料。

### 4 结论

通过对 AB-8、S-8、NKA、NKA-II、D4020、D201、XDA-1 和 X-5 八种大孔吸附树脂吸附率和解吸率的研究, 初步筛选出 XDA-1 型大孔吸附树脂分离甘草黄酮的效果最佳。在实验条件下, 其静态吸附

率为 77.16%, 静态解吸率为 63.04%; 动态吸附率为 92.18%, 动态解吸率为 83.73%。

### 参考文献

- [1] Lehtihet M, Nygern A. Licorice-an old drug and currently a candy with melabolic effects[J]. Lakartidningen, 2000,97(36): 3892-3894.
- [2] Liu H M, Sugimoto N, Akiyama T, et al. Constituents and their sweetness of food additive enzymatically modified licorice extract [J]. J Agric Food Chem, 2000,48(12): 6044-6047.
- [3] Wang Z Y, Nixon D W. Licorice and cancer[J]. Nutr Cancer, 2001, 39(1):1-11.
- [4] 魏炜, 银建中, 朱彻. 甘草酸及甘草黄酮类物质的提取、精制和应用的研究进展[J]. 化学工业与工程技术, 2005,26(1):30-33