

热协同超高压处理对苹果酱品质的影响

周婧琦¹, 赵光远², 张培旗², 白艳红²

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

摘要: 苹果酱经 40 °C~60 °C 协同 500 MPa 的处理后, 果浆中检测不到微生物。经 40 °C 协同 500 MPa 的处理后, 果浆中酚类物质的含量与处理前相比没有显著差异 ($p>0.05$); 50 °C 和 60 °C 协同 500 MPa 处理后, 除了聚原花色素外, 其他酚类比处理前显著增高, 果浆的 L 值显著升高, 改善果浆色泽。热协同高压处理前后苹果酱可溶性固形物含量和 pH 值没有显著差异 ($p>0.05$), 但还原型 Vc 的损失明显大于单独压力处理的。

关键词: 苹果酱; 热协同高压处理; 酚类物质; Vc; 颜色

中图分类号: TS255.43; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)10-0026-04

Effect of High Pressure Cooperated with Heating on the

Quality of Applesauce

ZHOU Jing-qi¹, ZHAO Guang-yuan², ZHANG Pei-qi², BAI Yan-hong²

(1. Luohe School of Food Industry, Luohe 462000, China)

(2. School of Food and Biology Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Microbes could not be found in applesauce treated by high pressure (500 MPa) cooperated with heating (40 °C~60 °C). Except for proanthocyanidins, the contents of polyphenols in applesauce obviously increased with the increase of the L value of the applesauce treated by high pressure (500 MPa) cooperated with heating (50 °C or 60 °C) and the color of the treated applesauce was also improved. There were no remarkable change in the turbidity, SS value and pH value of applesauce with or without the above-mentioned treatment ($p>0.05$), while the content of reduced Vc was lower than that in the applesauce only treated by high pressure.

Key words: applesauce; high pressure treated with heating; polyphenols; Vc; color

为了满足消费者日益对食品质量和新鲜度要求, 食品非热杀菌技术得到进一步推动^[1]。高压就是研究较多的非热杀菌技术之一。高压食品加工就是在常温的条件下, 对食品等原料施加 100~1000 MPa, 甚至更高的流体静压力, 使蛋白质变性、酶失活、微生物死亡等, 从而达到食品灭菌、保鲜及贮藏的目的, 有的甚至可以使食品的风味得到改良。

目前, 国外超高压技术已应用于果汁和果浆的生产, 对于高压对苹果汁中微生物的影响已有研究报道, 但单独的低于 700 MPa 的压力处理对鲜榨苹果汁和果浆的色泽和酚类物质含量等品质的改善效果不理想, 而高压结合防褐变剂和热处理对果浆中酚类物质和 Vc 以及果浆颜色等品质影响的相关研究报道较少。

本实验采用高压及中温协同高压对苹果酱进行处理

收稿日期: 2007-06-19

作者简介: 周婧琦(1981-), 硕士, 助理讲师, 研究方向为食品工程

通讯作者: 赵光远(1973-), 博士, 副教授。研究方向为生物技术与农产品深加工

理, 旨在考察在防褐变剂 Vc 存在条件下处理压力、温度对苹果酱品质的影响。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料和设备

原料: 市售红富士苹果, 聚乙烯塑料袋等。

试剂: 儿茶素为美国 Sigma 产品; 邻苯二酚和抗坏血酸 (Vc) 等均为分析纯。

实验设备: UHP900×2-Z 食品高压处理装置 (包头文天有限责任公司) 由两个 2 升 900 MPa 超高压容器、低压泵、增压器、超高压输出系统、电控系统和温控装置等部件组成。该系统为双向增压结构形式, 具有升压速度快、压力稳定等特点, 装置可在室温至 100 °C 内自动控温; WSC-S 色差仪: 上海精密科学仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 苹果酱的制备

将 0.12% (m/m) 的 Vc 溶到一定量的蒸馏水中, 和

切成块的苹果一并打酱。同一批次的果浆成两组，每组都用聚乙烯塑料袋真空密封包装两层（不留顶隙，50 g苹果酱/袋）。

1.2.2 超高压处理

将袋装同一批次的苹果酱的其中一组浸泡于高压容器的传压介质油中，按照实验设计，通过改变压力和保压时间以及腔中油介质的温度实施不同条件的高压单独处理或高压协同温度处理，然后取出样品。

1.2.3 微生物的测定^[2]

1.2.4 果浆中酚类物质的测定

总酚的测定见文献^[3]。香草醛—盐酸法和正丁醇—盐酸法见文献^[4]，标准曲线绘制时分别采用儿茶素和葡萄籽原花青素为标样。

1.2.5 果汁中 Vc 的测定^[5]

1.2.6 果浆颜色的测定

将加了Vc的经过处理和未经处理的果汁8 mL装入相同尺寸的试管（1.5×12 cm）中，敞口22 °C避光放置18 h后按文献^[6]测定果汁颜色。

果汁颜色变化按下公式计算：

$$(\Delta E) = \{(L_t - L_0)^2 + (a_t - a_0)^2 + (b_t - b_0)^2\}^{1/2}$$

其中：t为18 h。ΔE越大则表示果汁颜色变化越大。

1.2.7 Brix 和 pH 值测定

用阿贝折光仪和 pH 计测定。

2 结果与讨论

2.1 超高压协同热处理对苹果酱中酚类物质的影响

表 1 热协同 500 MPa 处理对果浆中酚类物质含量的影响

Table 1 Effect of 500MPa pressure combined heating on the content of polyphenols in apple puree

处理条件	A 环为间苯三酚的		聚原花色素 (mg/g)
	总多酚/(mg/g)	黄烷醇和聚原花色素/(mg/g)	
不加压, 不加热	0.692±0.007	0.435±0.003	0.320±0.005
40 °C, 施压后	0.691±0.009	0.430±0.006	0.317±0.006
不加压, 不加热	0.711±0.006	0.424±0.004	0.319±0.003
50 °C, 施压后	0.736±0.004	0.443±0.009	0.325±0.004
不加压, 不加热	0.691±0.007	0.424±0.007	0.322±0.007
60 °C, 施压后	0.727±0.004	0.457±0.001	0.327±0.006
60 °C, 不施压	0.713±0.003	0.447±0.003	0.324±0.006

注：1.数据结果为：均值±S.D (n=3)；2.压力 500 MPa、保压时间为 10 min，Vc 的添加量为 0.12 % (m/m)；3.施压后 2 h 之内测定。

从表 1 可知，在 40 °C 协同高压处理的条件下果浆中酚类物质的含量与处理前相比没有显著差异

(*p*>0.05)，这主要是 40 °C 时 PPO 比较稳定，酶活力较高，PPO 催化酚类氧化降解造成损失；在 50 °C 和 60 °C 协同高压处理的条件下，除了聚原花色素外，其他酚类比处理前显著增高 (*p*<0.05)。这主要是 PPO 在高于 50 °C 后其活力随着温度升高有降低趋势，而聚原花色素在温度升高时有非酶氧化聚合的倾向，故其含量增加不显著。对比 500 MPa 结合 60 °C 处理和仅 60 °C 处理两种方式，发现加压结合热处理使果浆中酚类物质的保留明显优于仅加热处理。

表 2 50 °C 协同压力处理对果浆中酚类物质含量的影响

Table 2 Effect of 50 °C combined high pressure on the content of polyphenols in apple puree

处理条件	A 环为间苯三酚的		聚原花色素 (mg/g)
	总多酚/(mg/g)	黄烷醇和聚原花色素/(mg/g)	
不处理	0.686±0.009	0.419±0.007	0.322±0.005
200 MPa	0.716±0.007	0.444±0.003	0.337±0.004
不处理	0.700±0.006	0.416±0.003	0.308±0.003
400 MPa	0.720±0.005	0.443±0.004	0.311±0.004
不处理	0.678±0.004	0.419±0.006	0.310±0.006
600 MPa	0.707±0.007	0.450±0.006	0.313±0.004
50 °C, 不施压	0.688±0.005	0.433±0.002	0.324±0.003

注：1.数据结果为：均值±S.D (n=3)；2.Vc 的添加量为 0.12% (m/m) 保压 10 min；3.施压后 2 h 之内测定。

当温度为 50 °C 改变压力处理后（表 2），除了聚原花色素外，各种酚类的含量都相比处理前有显著增高 (*p*<0.05)。而单独使用 50 °C 的热处理并不能达到协同使用的效果。这主要是压力协同温度后对 PPO 有较好的抑制作用，使酶促褐变得以控制，酚类物质得以较大限度的保留。

2.2 超高压协同热处理对苹果酱中 Vc 的影响

表 3 热协同 500 MPa 压力处理对苹果酱中 Vc 含量的影响

Table 3 Effect of 500 MPa pressure combined heating on the content of reduced Vc in apple puree

处理条件	还原型 Vc 含量/(mg/100 g)		保存率/%
	不加压, 不加热	处理后	
500 MPa, 40 °C	120.2±0.8	95.4±1.0	79.4
500 MPa, 50 °C	117.5±0.7	82.5±0.6	70.2
500 MPa, 60 °C	120.8±1.1	82.8±0.6	68.5
500 MPa	116.5±1.2	115.1±0.2	96.7
60 °C	119.7±1.0	86.8±0.5	72.5

注：1.数据结果为：均值±S.D (n=3)；2.Vc 的添加量为 0.12% (m/m) 保压 10 min；3.施压后 2 h 之内测定。

由表 3 可知，当不同温度协同压力（500 MPa）

处理时,果浆中还原型 Vc 的损失明显大于单独压力处理的,且随着温度的升高,还原型 Vc 损失量逐渐增大。对比 500 MPa 60 °C 和仅 60 °C 两种处理方式,发现加压结合热处理使果浆中还原型 Vc 的损失大于仅加热单独处理。

表 4 50 °C 协同压力处理对苹果酱中 Vc 含量的影响

Table 4 Effect of 500 MPa pressure combined 50 °C on the content of reduced Vc in apple puree

处理条件	还原型 Vc 含量/(mg/100 g)		保留率/%
	处理	处理后	
200 MPa, 50 °C	120.2±0.8	93.1±1.0	77.5
400 MPa, 50 °C	117.5±0.6	86.3±0.6	73.4
600 MPa, 50 °C	120.8±1.0	82.8±0.6	68.5
50 °C	122.6±0.7	96.5±0.7	78.7

注: 1.数据结果为: 均值±S.D (n=3); 2.Vc 的添加量为 0.12% (m/m) 保压 10 min; 3.施压后 2 h 之内测定。

由表 4, 当热 (50 °C) 协同压力处理时, Vc 的保存率随着压力的升高而降低, 且热 (50 °C) 协同压力处理比单独热处理 (50 °C) 造成更多的 Vc 损失。

2.3 超高压处理对果浆颜色的影响

表 5 热协同 500 MPa 压力处理对果浆颜色的影响

Table 5 Effect of pressure combined heating on the color of apple puree

处理条件	果浆的颜色指标	
	L 值	颜色变化(ΔE)
不处理	34.6±0.4A	0.6
40 °C 施压后	34.3±0.2A	1.0
不处理	34.6±0.4A	0.5
50 °C 施压后	35.3±0.2A	0.8
不处理	34.7±0.2A	0.5
60 °C 施压后	36.0±0.4B	0.9

注: 1.数据结果为: 均值±S.D (n=3); 2.果浆添加 0.12% (m/m) 的 Vc; 3.果浆在塑料袋中压后 2 h 内测定颜色; 4.同一压力下相同字母代表差异不显著, 不同字母代表差异显著 (p<0.05)。下表同。

由表 5 知, 除 40 °C 外, 在 500 MPa 压力条件下果浆 L 值随协同处理温度的升高而增大, 特别是 60 °C 协同温度下, 果浆的 L 值比不处理果浆的 L 值显著升高 (p<0.05), 颜色向好。由于 40 °C 时 PPO 比较稳定, 故在这种协同温度下果浆 L 值没有显著变化。

表 6 为压力协同处理对果浆颜色的影响。由表 6 知, 除 400 MPa 外, 在 50 °C 处理的协同下, 果浆的 L 值随压力的升高逐渐升高, 特别是 800 MPa 的处理, 显著使果浆 L 值比不处理果浆的 L 值升高, 颜色较好。

表 6 压力协同 50 °C 处理对果浆颜色的影响

Table 6 Effect of pressure combined heating on the color of apple puree

处理条件	果浆的颜色指标	
	L 值	颜色变化(ΔE)
不处理	34.4±0.2	0.6
20 °C 施压后	35.4±0.6	0.5
不处理	34.6±0.4	0.5
40 °C 施压后	35.0±0.2	0.6
不处理	34.6±0.3	0.5
60 °C 施压后	35.5±0.4	0.7
不处理	34.3±0.2	0.6
80 °C 施压后	35.6±0.5	0.8

2.4 超高压及高压协同热处理对果浆中微生物的影响

当 50 °C 协同不同压力处理时, 200 MPa 协同 40 °C 还不足以杀灭所有细菌, 但压力升高到 400 MPa 时果浆中检测不到细菌 (表 7); 对于霉菌和酵母菌, 压力为 200 MPa 时即检测不到 (表 7), 但 40 °C 协同 200 MPa 时还可检测到 (表 8)。

表 7 50 °C 协同不同压力对果浆中微生物的影响

Table 7 Effect of pressure combined 50 °C on the number of microbes in apple puree

压力/MPa	处理前	200	400	600
细菌数/(cfu/mL)	2256±41	474±16	< 10	< 10
霉菌数/(cfu/mL)	926±16	< 10	< 10	< 10

注: 1.数据结果为: 均值±S.D (n=3); 2.果浆添加 0.12% (m/m) 的 Vc; 3.保压 10 min。下表同。

当温度协同 200 MPa 压力处理时, 对于霉菌和酵母菌, 温度升高到 50 °C 时即检测不到, 而细菌在温度升高到 60 °C 仍存在 (表 8), 只有当压力升高到 300 MPa, 温度在 50 °C 以上才检测不到细菌 (结果未列出)。

表 8 温度协同 200 MPa 压力处理对果浆中微生物的影响

Table 8 Effect of pressure combined 50 °C on the number of microbes in apple puree

温度/°C	处理前	40	50	60
细菌数/(cfu/mL)	2680±39	5210±14	102±5	41±2
霉菌和酵母菌数/(cfu/mL)	778±10	83±4	< 10	< 10

2.5 高压处理对果浆 Brix 和 pH 值的影响

热协同高压处理前后苹果酱的可溶性固形物含量和 pH 值没有显著差异 (p>0.05)。

3 结论

(下转第 21 页)