

热协同超高压处理对含防褐变剂鲜榨苹果汁贮藏品质的影响^{*}赵光远¹, 李娜², 张培旗¹, 白艳红¹

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)

摘要 采用 HPLC 等分析方法研究了 400 MPa 单独处理, 50℃ 协同 300 MPa 处理和 50℃ 单独处理对含防褐变剂鲜榨苹果汁在 4℃ 贮藏时品质的影响。研究发现: 经过 45 d 的贮藏, 仅经过 400 MPa 压力处理的和仅经过 50℃ 处理的果汁中酚类物质含量比经过 50℃ 协同 300 MPa 处理的含量低, 差异显著 ($P < 0.05$)。50℃ 协同 300 MPa 处理还可显著降低果汁中微生物数目, 同时果汁在贮藏期内的 L 值和 a 值均优于其他 2 种样品。50℃ 协同 300 MPa 处理鲜榨苹果汁的可溶性固形物含量和 pH 值贮藏前后没有显著差异 ($P > 0.05$)。经过贮藏, 所有样品中的总 V_c 的保留率 $> 95\%$ 。

关键词 鲜榨苹果汁, 热协同高压, 酚类物质, V_c , 果汁颜色, 品质

高压加工食品就是在常温的条件下, 对食品等原料施加 100~1 000 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。超高压还可结合热处理、微波和防腐剂等联合处理, 杀菌和钝化酶的效果更好。

热处理虽能很好地杀灭鲜榨苹果汁中的微生物和酶, 从而延长果汁的货架期, 但对果汁的品质影响较大。目前, 国外超高压技术已应用于果汁和果酱的生产, 高压对苹果汁中微生物的影响也有报道, 但单独的低于 700 MPa 的压力处理对鲜榨苹果汁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鲜榨苹果汁中酚类物质和 V_c 以及果汁颜色等品质在贮藏期的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鲜榨苹果汁进行处理, 旨在考察在防褐变剂 V_c 存在条件下, 处理压力、温度对鲜榨苹果汁贮藏期的品质的影响。

1 实验材料与方法

1.1 材料和设备

市售红富士苹果, 聚乙烯塑料袋等。

儿茶素、表儿茶素、绿原酸、芦丁、根皮苷、槲皮素均为美国 Sigma 产品, 邻苯二酚和抗坏血酸(V_c)等均为分析纯。

UHP900×2-Z 食品高压处理装置(包头文天有限责任公司), 由 2 个 2 L 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; WSC-S 色差仪, 上海精密科学仪器有限公司; Agilent 1100 高效液相色谱仪, 安捷伦科技有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 鲜榨苹果汁的制备

将不同的防褐变剂溶解在一定量的蒸馏水中, 和切成块的苹果一并榨汁。同一批次的鲜榨苹果汁分成 2 组, 每组都用聚乙烯塑料袋真空密封包装 2 层(不留顶隙, 50 mL 苹果汁/袋)。

1.2.2 超高压处理

将袋装同一批次的鲜榨苹果汁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, 通过改变压力和腔中油介质的温度实施 400 MPa 单独处理 300 MPa 协同 50℃ 处理 10 min, 然后取出样品。将果汁在 4℃ 避光贮藏, 间隔一定时间测定品质指标。

1.2.3 微生物的测定^[2]

1.2.4 果汁中酚类物质的测定

总酚的测定见参考文献[3], 香草醛-盐酸法和正丁醇-盐酸法见参考文献[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 果汁中酚类物质的 HPLC 分析^[5]

1.2.6 果汁中 V_c 的测定^[6]

1.2.7 果汁颜色的测定

将添加了 V_c 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 cm×12 cm)中, 敞口 22℃ 避光放置 18 h 后按参考文献[7]测定果汁颜色。果汁颜色变化(ΔE)按下公式计算:

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

第一作者: 博士, 副教授。

* 河南省教育厅资助项目(No. 200710462039)

收稿日期: 2006-10-12, 改回日期: 2006-11-15

式中: L 表示亮度, L 越大果汁越亮,反之越暗; a 值越大果汁颜色越红,反之越绿; b 值越大果汁颜色越黄,反之越蓝。 ΔE 越大则表示果汁颜色变化越大。 t 表示时间,为 18 h。

1.2.8 浊度测定^[8]

1.2.9 Brix 和 pH 值测定

用阿贝折光仪和 pH 计测定。

1.2.10 数据处理

试验数据用浙江大学唐启义、冯明光^[9]编写的实用统计分析及其 DPS 数据处理系统进行分析。

2 结果与讨论

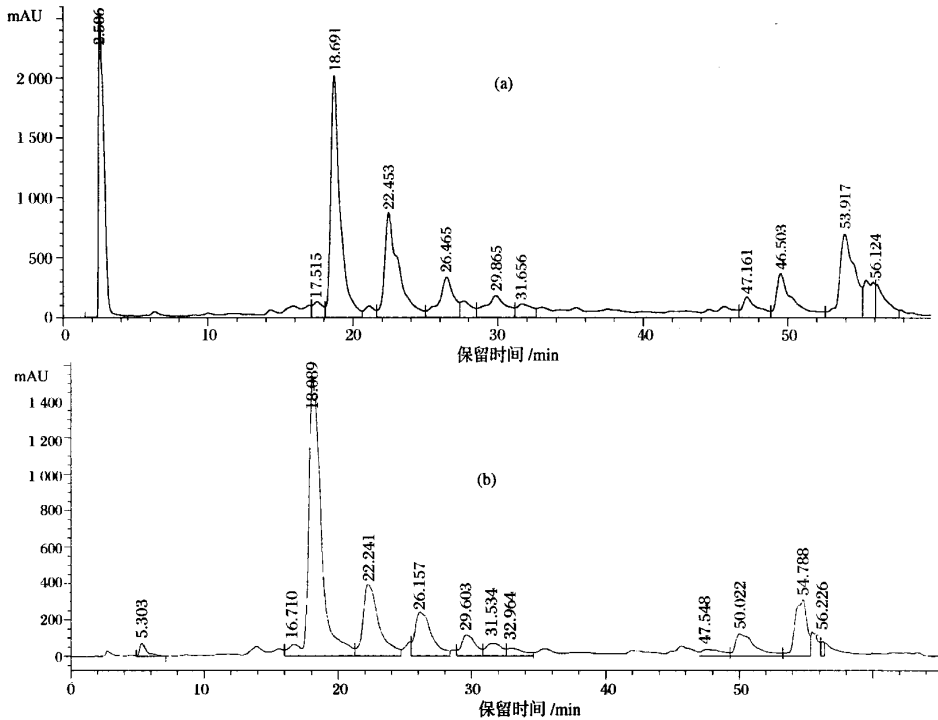
2.1 热协同超高压处理对含防腐变剂鲜榨苹果汁贮藏期(4℃)酚类物质的影响

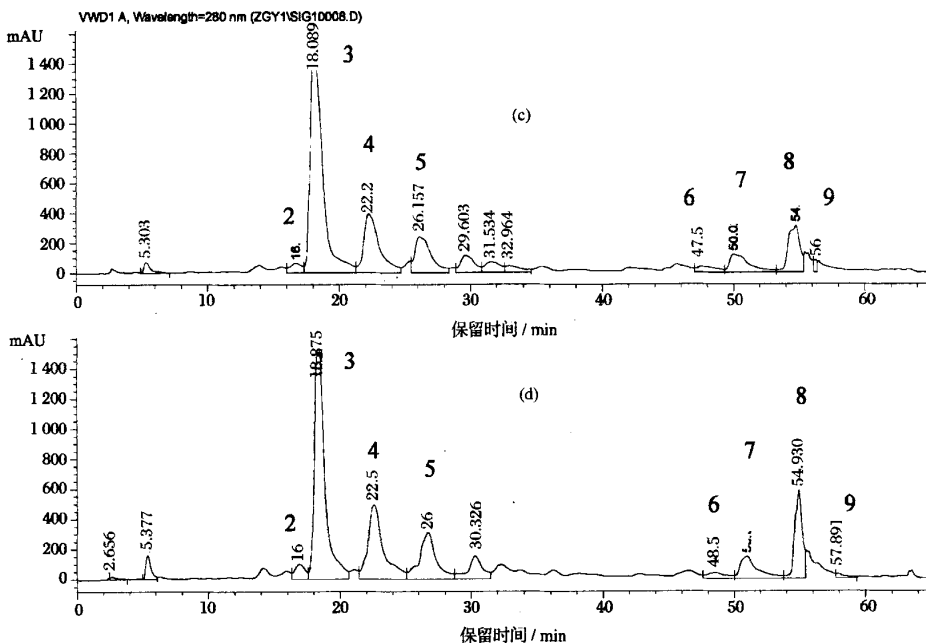
由表 1 可知,贮藏开始(0 天)经各种处理的果汁中的酚类物质含量不同,经过 50℃ 协同 300 MPa 压力处理的果汁(果汁 2~果汁 4,见表 1 下注)中酚类物质含较高,其中果汁 4 的含量最高,但三者差异不显著($P>0.05$)。仅经过 400 MPa 压力处理的果汁 1 中的酚类物质含量显著低于热协同 400 MPa 压力处理的果汁(果汁 2~果汁 4)($P<0.05$),这主要是因为处理时间均为 10 min,表 2、表 3 相同。数据结果为:均值 \pm S.D ($n=3$)。表 1 中加工条件及贮藏时间(d)一栏中 1~5 数字代表果汁经过不同的处理。

表 1 热协同超高压处理对含防腐变剂鲜榨苹果汁贮藏期酚类物质的影响

条件及贮藏 时间/d		总多酚 /mg · mL ⁻¹	A 环为间苯三酚的黄 烷醇和聚原花色素 /mg · mL ⁻¹	聚原花色素 /mg · mL ⁻¹
0	果汁 1	0.650±0.004	0.359±0.006	0.272±0.003
	果汁 2	0.666±0.005	0.397±0.003	0.290±0.004
	果汁 3	0.668±0.006	0.399±0.002	0.291±0.002
	果汁 4	0.671±0.005	0.401±0.008	0.295±0.003
	果汁 5	0.656±0.004	0.394±0.004	0.289±0.005
10	果汁 1	0.589±0.007	0.340±0.002	0.264±0.004
	果汁 2	0.635±0.006	0.378±0.001	0.282±0.004
	果汁 3	0.639±0.005	0.382±0.004	0.285±0.002
	果汁 4	0.645±0.005	0.385±0.002	0.290±0.001
	果汁 5	0.610±0.006	0.373±0.005	0.280±0.002
25	果汁 1	0.561±0.006	0.320±0.008	0.257±0.005
	果汁 2	0.607±0.005	0.362±0.005	0.277±0.005
	果汁 3	0.616±0.004	0.368±0.004	0.281±0.003
	果汁 4	0.626±0.005	0.373±0.002	0.285±0.003
	果汁 5	0.586±0.003	0.359±0.002	0.273±0.002
45	果汁 1	0.547±0.009	0.310±0.002	0.252±0.003
	果汁 2	0.591±0.004	0.352±0.003	0.273±0.001
	果汁 3	0.610±0.005	0.360±0.003	0.278±0.005
	果汁 4	0.620±0.003	0.365±0.004	0.282±0.003
	果汁 5	0.570±0.001	0.349±0.005	0.269±0.004

注:果汁 1,400 MPa,添加 0.06% V_C;果汁 2,300 MPa,协同 50℃ 处理,添加 0.06% V_C;果汁 3,300 MPa,协同 50℃ 处理,添加 0.06% V_C+0.1% 柠檬酸;果汁 4,300 MPa,协同 50℃ 处理,添加 0.06% V_C+0.1% 柠檬酸+0.02% 六偏磷酸钠;果汁 5,50℃ 处理,添加 0.06% V_C+0.1% 柠檬酸+0.02% 六偏磷酸钠。





(a)为果汁4贮藏0 d、(b)为果汁1贮藏45 d、(c)为果汁5贮藏45 d、(d)为果汁4贮藏45 d

1. 还原型V_c 2. 儿茶素 3. 绿原酸 4. 未知 5. 表儿茶素 6. 芦丁 7. 未知 8. 根皮苷 9. 槲皮素

图1 鲜榨苹果汁乙酸乙酯萃取物的HPLC图谱

经 400 MPa 压力处理后的果汁中多酚氧化酶 (PPO) 的残余活力大于经过高压协同 50℃ 10 min 的处理的果汁 (结果未列出)。经过 45 d 的贮藏, 所有酚类物质均有损失 (见图 1、表 1), 而且贮藏初期损失较快。贮藏后仅经过 400 MPa 压力处理的果汁 1 和仅经过 50℃ 处理的果汁 5 中酚类物质含量比经过 50℃ 协同 300 MPa 压力处理的果汁 (果汁 2~果汁 4) 的含量低 (见图 1、表 1), 差异显著 ($P < 0.05$)。表明热协同压力处理可显著地减少酚类物质的损失。同时添加柠檬酸和六偏磷酸钠可显著提高果汁中酚类物质的保留率 (见表 1), 其机理为金属离子的存在可加速酚类物质的氧化降解, 而二者都为金属离子的螯和剂, 其中六偏磷酸钠的效果更好。

2.2 热协同超高压处理对含防腐变剂鲜榨苹果汁贮藏期 V_c 的影响

由表 2 可知, 贮藏开始时, 经过温度协同压力处理和经过热处理的果汁中还原型 V_c 的损失明显大于单独压力处理的果汁 ($P < 0.05$), 表明加热对还原型 V_c 的影响较显著。各种处理的果汁中的总 V_c 含量没有显著差异 ($P > 0.05$), 表明这些处理对总 V_c 几乎没有影响。在贮藏过程中, 随着贮藏时间的延长, 果汁中的总 V_c 和还原型 V_c 含量都呈降低趋势。总 V_c 含量虽也降低, 但 45 d 后的平均损失率只

4.5%, 加上贮藏期间并没有 5-羟甲基糠醛 (5-HMF) 的形成 (见图 1, 5-HMF 的保留时间为 6.25 min), 表明在贮藏中总 V_c 比较稳定, 由 V_c 引起的褐变轻微。而还原型 V_c 在贮藏 45 d 后基本上完全损失 (见表 2、图 1), 这也说明还原型 V_c 是极易降解的, 而且降解在贮藏初期最剧烈。在贮藏开始和贮藏的第 10 天, 仅经 400 MPa 压力处理的果汁的还原型 V_c 含量比经过 50℃ 协同 300 MPa 压力处理的和经过 50℃ 热处理的果汁显著高 ($P < 0.05$), 但随着时间的延长其差异逐渐变得不显著 ($P > 0.05$) (见表 2)。

2.3 热协同超高压处理对含防腐变剂鲜榨苹果汁贮藏期颜色的影响

由图 2 可知, 在贮藏开始 (果汁制成 1 h 之内测定), 所有果汁的 L 值和 a 值没有显著差异。但到果汁制成 8 h 之后测定, 50℃ 协同 300 MPa 压力处理的果汁褐变小于仅经 50℃ 热处理和仅经 400 MPa 处理的果汁 (表现为 L 值大, a 值小), 仅经 50℃ 热处理的果汁颜色最深 (结果未列出)。在贮藏过程中, 果汁的 L 值有降低的倾向, a 值有升高的趋势。到贮藏结束, 仅经压力处理的果汁颜色最差 (表现为 L 值小, a 值最大)。经过 50℃ 协同 300 MPa 压力处理的果汁颜色较好, 其中同时添 V_c、柠檬酸和六偏磷酸钠的果汁褐变最轻, 颜色变化最小, 这和其中酚类物质损失

最少相一致。只经 50℃ 处理的果汁颜色先在贮藏初期褐变较重,但在 10 d 以后褐变又减轻,这可能与其中微生物生长产酸从而使果汁 pH 值降低,酚类物质(尤其是花色苷)颜色变化有关。

表 2 热协同超高压处理对含防褐变剂鲜榨苹果汁贮藏期 VC 的影响

加工条件及 贮藏时间/d	总 Vc /mg · mL ⁻¹	还原型 Vc /mg · mL ⁻¹
0	果汁 1 0.671±0.002	0.627±0.004
	果汁 2 0.673±0.005	0.512±0.008
	果汁 3 0.681±0.006	0.508±0.005
	果汁 4 0.675±0.008	0.509±0.006
	果汁 5 0.669±0.004	0.530±0.004
10	果汁 1 0.660±0.002	0.125±0.002
	果汁 2 0.661±0.007	0.105±0.004
	果汁 3 0.670±0.005	0.103±0.004
	果汁 4 0.664±0.006	0.102±0.003
	果汁 5 0.658±0.004	0.106±0.003
25	果汁 1 0.650±0.006	0.021±0.001
	果汁 2 0.652±0.003	0.018±0.002
	果汁 3 0.661±0.007	0.019±0.001
	果汁 4 0.655±0.005	0.014±0.001
	果汁 5 0.647±0.004	0.015±0.001
45	果汁 1 0.642±0.006	0.000±0.000
	果汁 2 0.643±0.001	0.000±0.000
	果汁 3 0.650±0.008	0.000±0.000
	果汁 4 0.642±0.003	0.000±0.000
	果汁 5 0.638±0.004	0.000±0.000

注:数据结果为:均值±S.D (n=3);表 2 中果汁 1~5 数字代表意义同表 1。

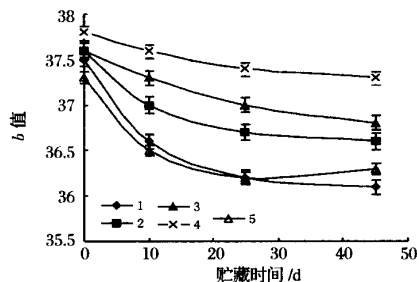


图 2 果汁 L 值随贮藏时间的变化

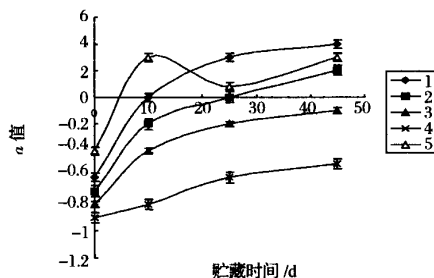


图 3 果汁 a 值随时间的变化

2.4 热协同超高压处理对含防褐变剂鲜榨苹果汁贮藏期微生物的影响

当 50℃ 协同 300 MPa 压力处理及单独 400 MPa 时处理的果汁在贮藏开始检测不到细菌霉菌和酵母菌,但仅经 50℃ 处理的果汁在贮藏开始果汁中检测到的细菌数为 25cfu/mL,霉菌和酵母菌数目为 7cfu/mL(见图 4、图 5)。果汁在 4℃ 下贮藏 45 d 后,果汁 1 和果汁 4 中检测到的细菌数分别为 9cfu/mL 和 4cfu/mL,检测到的霉菌和酵母菌数目分别为 6cfu/mL 和 3cfu/mL;而仅经 50℃ 热处理的果汁中的细菌数目上升到 600cfu/mL,霉菌和酵母菌数目上升到 150cfu/mL。目测发现,仅经 50℃ 热处理的果汁在 25 d 已经有胀袋现象,而前者的 2 种处理经 45 d 的贮藏后仍未出现胀袋现象。这表明单独 400 MPa 处理及 50℃ 协同 300 MPa 压力处理对于苹果汁的控制的效果明显优于单独经 50℃ 热处理的果汁,这种杀菌强度在这种贮藏条件下是可行的。

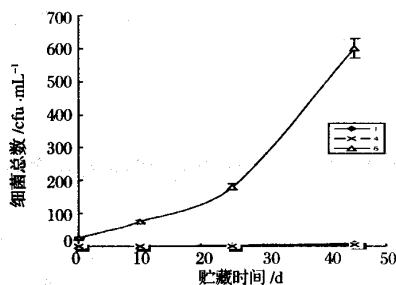


图 4 鲜榨苹果汁 4℃ 下贮藏时细菌总数随时间的变化

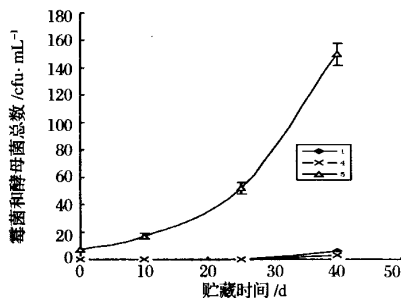


图 5 鲜榨苹果汁 4℃ 下贮藏时霉菌和酵母菌总数的变化

2.5 热协同超高压处理对含防褐变剂鲜榨苹果汁贮藏期果汁°Brix 和 pH 值的影响

所有的鲜榨苹果汁样品的的可溶性固形物含量在贮藏过程中没有显著变化(结果未列出)。从表 3 可知,在贮藏期间除了仅经 50℃ 热处理的果汁的 pH 值有显著降低外,其余样品的 pH 没有显著差异($P > 0.05$)。

表3 热协同超高压处理对含防褐变剂鲜榨
苹果汁贮藏期果汁 Brix 和 pH 值的影响

贮藏 时间/d	pH 值				
	果汁 1	果汁 2	果汁 3	果汁 4	果汁 5
0	3.98±0.024	0.00±0.033	0.98±0.033	0.99±0.014	0.00±0.01
10	3.97±0.013	0.99±0.033	0.98±0.043	0.99±0.053	0.97±0.02
25	3.96±0.043	0.98±0.023	0.97±0.013	0.98±0.013	0.93±0.03
45	3.95±0.023	0.98±0.013	0.98±0.013	0.97±0.013	0.89±0.03

注:表3数据结果为,均值±S.D(n=3);果汁1~5数字代表果汁添加物的意义同表1。

3 结 论

与仅经过 400 MPa 压力处理和仅经过 50℃ 处理相比,经过 50℃ 协同 300MPa 的处理可以显著提高果汁在贮藏中的酚类物质含量($P<0.05$),显著降低果汁中微生物数目($P<0.05$),同时果汁在贮藏期内的 L 值和 a 值均优,果汁的可溶性固形物含量和 pH 值在贮藏前后没有显著差异($P>0.05$)。所以,50℃ 协同 300MPa 处理、柠檬酸和六偏磷酸钠同时添加对于改善鲜榨苹果汁的贮藏品质是可行的。

参 考 文 献

1 Manas P, Barsotti L, Claude C P. Microbial inactivation

bypulsed electric fields in a batch treatment chamber: effect of some electric parameters and food constituents [J]. Innovative Food Sciences & Emerging Technologies, 2001,2:239~249

2 钟葵,廖小军,梁楚霖,等.脉冲电场和热处理对鲜榨苹果汁贮藏期品质的影响[J],食品与发酵工业,2004,30(8):49~54

3 赵光远,王璋,许时婴,混浊苹果汁生产工艺改进的研究[J].无锡轻工大学学报,2004(23):542~47

4 葛菁华,蔡同一,倪元颖,等,活性炭对苹果汁中多酚和混浊物的吸附研究[J],食品与发酵工业,2003,29(4):11~14

5 赵光远,王璋,许时婴.浑浊苹果汁加工过程中理化变化的研究[J].食品科学,2005,26(10):71~75

6 罗平.饮料分析与检验[M].北京:中国轻工业出版社,1992.132~136

7 赵光远,王璋,许时婴.混浊苹果汁加工过程中的酶促褐变及其防止的研究[J].食品工业科技,2003(10):57~61

8 Randall G C, Robert A B, Karel G. Citrus tissue extract juice cloud stability[J]. J Food Science,1997,62(2):242~245

9 唐启义,冯明光,实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M],北京:科学出版社,2002.648

Effect of High Pressure Combined Heating on the Quality of Fresh Apple Juice during the Storage

Zhao Guangyuan¹ Li Na² Zhang Peiqi¹ Bai Yanhong¹

1(School of Food and Biology Engineering, Zheng Zhou Light Industry College, Zhengzhou 450002, China)

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

ABSTRACT The effect of 400MPa, 300MPa pressure combined 50℃ heating and only heating at 50℃ for 10 min on the quality of fresh apple juice with anti-browning reagent added during the storage at 4℃ was studied using the HPLC and other assessment methods. The content of polyphenols in juice only heated at 50℃ and juice only pressured at 400Mp for 10 min was lower significantly ($P<0.05$) when compared with juice being conducted with 300 MPa combined with 50℃ heating. The treatment of 300MPa pressure combined 50℃ heating could reduced the number of the microorganisms in fresh apple juice and increased the L value and decreased the a-values of the juice during the storage. The SS and pH of the juice being conducted with 300 MPa combined with 50℃ heating had no significantly change ($P>0.05$) during the storage of 45 days. The remaining ratio of the total V_c for all the juice during storage were above 95%.

Key words fresh apple juice, high pressure combined heating, polyphenols, V_c , color, quality