

超高压处理对橙汁品质影响研究

蒋和体, 钟林

(西南大学食品科学学院, 重庆 400716)

摘要: 研究比较超高压杀菌和热力杀菌处理对橙汁品质的影响。结果表明: 超高压杀菌对橙汁色泽参数的影响程度较小($P > 0.05$); 杀菌处理后, 橙汁主要成分都出现程度不同的损失, 但超高压杀菌处理橙汁主要成分的下降普遍低于热力杀菌处理; 杀菌处理后, 橙汁中挥发性风味组成成分发生变化, 醇类、酯类、烃类总含量变化相对较少, 醛类热力杀菌与鲜榨橙汁比较无明显变化, 而超高压杀菌与鲜榨橙汁相比醛类增加3倍以上。

关键词: 超高压; 橙汁; 品质

Influence of Ultra-high Pressure on Quality of Orange Juice

JIANG He-ti, ZHONG Lin

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Two samples of orange juice were sterilized by ultra high pressure (UHP) and thermal treatments, respectively and their qualities were analyzed and compared by sensory and chemical evaluation. Less influence of UHP was observed on the color quality of orange juice ($P < 0.05$). Both the two sterilization ways led to the loss of main constituents in orange juice to different degrees. However, the decrease degree of main components in orange juice sterilized by UHP was lower than that by thermal treatment. After sterilization, the relative contents of alcohols, ester and hydrocarbons in orange juice slightly decreased. There was no significant change in the relative content of aldehydes. However, the relative content of aldehydes in UHP-sterilized orange juice was more than three times higher than that in fresh orange juice.

Key words: ultra high pressure; orange juice; quality

中图分类号: TS255.44; TS255.36

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)17-0024-06

橙汁在加工过程中, 会出现颜色变深、变暗^[1-2]、营养物质损失和主要芳香成分逸散等情况, 对橙汁色泽、风味和综合品质影响极其明显。为了提高橙汁质量, 增强产品竞争力, 本实验研究不同杀菌加工条件下橙汁色泽、营养物质损失特性和香气组成变化规律, 旨在为提高橙汁加工技术水平提供理论依据, 以期对实际生产有指导作用。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

哈姆林、北碚447锦橙、72-1脐橙、特罗维塔取自重庆市三峡建设集团有限公司忠县柑橘基地品种园。

无水乙醇、丙酮、氢氧化钠 重庆川东化工(集团)化学试剂厂; 石油醚、无水硫酸钠 成都市科龙化工试剂厂; 环己酮(纯度 > 99%) 天津市四友精细化学有限公司。

1.2 仪器与设备

HR1861榨汁机 飞利浦公司; HPP-L3超高压处理设备 天津市华泰森淼生物工程技术有限公司; L-8800氨基酸自动分析仪 日立公司; TCP2测色色差计 北京奥依克光电仪器有限公司; GCMS-2010气相质谱联用仪 日本岛津公司。

1.3 方法

1.3.1 果汁制备

甜橙 → 清洗 → 沥干水分 → 手工削皮 → 榨汁 → 60目粗滤备用

1.3.2 超高压杀菌处理对橙汁色泽的影响

采用北碚447锦橙、脐橙、哈姆林、特罗维塔四种原料进行实验。热力杀菌90℃、1min, 超高压杀菌400MPa、保压时间15min, 进行色泽分析。

1.3.3 超高压杀菌处理对橙汁主要成分的影响

收稿日期: 2009-04-16

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2007BAD47B05)

作者简介: 蒋和体(1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品加工。E-mail: jheti@126.com

采用 72-1 脐橙进行实验。热力杀菌 90℃、30s, 超高压杀菌 400MPa、保压时间 15min。进行主要营养成分胡萝卜素、总糖、氨基酸、总酸、VC、总酚及可溶性固形物的测定。

1.3.4 超高压杀菌处理对橙汁香气成分的影响

采用 72-1 脐橙进行实验。热力杀菌 90℃、30s, 超高压杀菌 400MPa、保压时间 15min。进行香气成分检测。

1.3.5 统计分析

所有数据均为 3 次的平均值, 结果分析使用 Excel 和 SPSS-12 软件分析。

1.3.6 分析测定

1.3.6.1 色泽分析

用 TCP2 测色色差计测定 L^* 、 a^* 、 b^* 、 E^* 、 L^* 代表亮度, a^* 代表红(+)或绿(-), b^* 代表黄(+)或蓝(-), E^* 代表色度。色差 ΔE 表示贮藏橙汁与原汁色度差。

1.3.6.2 类胡萝卜素的测定^[3]

样品通过石油醚-丙酮(1:0.5, V/V)混合溶液萃取, 使之与非类胡萝卜素成分分离, 在 451nm 波长下测定萃取溶液的吸光度, 便可计算出样品中总类胡萝卜素的含量。

1.3.6.3 褐变指数测定^[4]

5ml 样品加等量丙酮, 振荡, 4000r/min 离心 15min, 经过滤纸过滤得到上清液, 在 420nm 处测光吸光度 A_{420nm} 。 A_{420nm} 即褐变指数, 值越大, 表明褐变越严重。

1.3.6.4 总糖的测定

采用 GB/T 6194—86 水果、蔬菜可溶性糖测定法。

1.3.6.5 VC 的测定

按 GB 8210—1987 2,6-二氯酚靛酚法测定。

1.3.6.6 总糖测定

参照 GB/T 6194—86 水果、蔬菜可溶性糖测定法。

1.3.6.7 氨基酸的测定

样品的前处理: 准确取脐橙橙汁样品 4ml, 于 50ml 烧杯中, 加入 4% 磺基水杨酸溶液 5.6ml, 振荡摇匀; 将离心管于 16000r/min 离心 10min, 再用 0.45 μ m 滤膜过滤上机分析。

分析条件: 一个样品分析周期 53min, 用两个柱进行分析。分离柱: 洗脱液流速 0.4ml/min, 柱温 70℃, 柱压 9.627MPa; 反应柱: 茚三酮及茚三酮缓冲液, 流速 0.35ml/min, 柱温 135℃, 柱压 0.982MPa。

1.3.6.8 总酸的测定

按 GB/T 12456 食品中总酸的测定方法进行。

1.3.6.9 总酚的测定

采用福林-肖卡比色法^[5]。

1.3.6.10 香气成分提取

同时蒸馏提取法(simultaneous distillation extraction, SDE)^[6]。取脐橙橙汁 150ml, 加入 0.6 μ l 内标物环己酮(0.947g/ml), 置于 500ml 圆底烧瓶中接 SDE 装置的一端, 用电热套加热至沸腾, 装置的另一端接 500ml 的圆底烧瓶, 内装 100ml 正戊烷, 40℃ 的恒温水浴加热保持沸腾。提取 2h 后, 萃取溶剂用分液漏斗分液, 用旋转蒸发器浓缩萃取溶剂, 当浓缩至 5ml 时停止加热, 静置, 再转入带刻度的试管中, 供 GC-MS 分析鉴定。

1.3.6.11 橙汁香气成分分析

采用气相色谱-质谱联用分析法^[7]。

色谱条件: 弹性石英毛细管柱 DB-5MS(0.25mm \times 30m, 0.25 μ m), He 流量 1ml/min, 分流比 5:1, 进样温度 250℃, 进样量 1 μ l, 起始柱温 60℃ 保持 1min, 然后以 4℃/min 的升温速率升温到 130℃, 保持 3min, 再以 6℃/min 的升温速率升温到 220℃, 保持 5min。

质谱条件: 电离方式 EI, 电子能源 70eV, 灯丝发热电流 0.25mA, 电子倍增器电压 1000V, 离子源温度 220℃, 接口温度 250℃, 扫描速度全程 40~400amu/s。

表 1 不同杀菌处理对橙汁色泽的影响

Table 1 Influence of UHP and thermal treatments on color quality of orange juice

品种	处理	L^*	a^*	b^*	E^*	ΔE	A_{420nm}
哈姆林	对照	38.3 \pm 0.23	-1.3 \pm 0.06	24.63 \pm 0.11	24.76 \pm 0.12		0.191 \pm 0.02
	超高压杀菌	39.1 \pm 0.13	-1.6 \pm 0.02	25.48 \pm 0.13	25.05 \pm 0.13	0.2 \pm 0.03	0.216 \pm 0.03
	热力杀菌	41.2 \pm 0.11	-3.4 \pm 0.03	26.74 \pm 0.12	26.69 \pm 0.15	1.9 \pm 0.05	0.243 \pm 0.02
特罗维塔	对照	33.4 \pm 0.21	-2.4 \pm 0.04	22.08 \pm 0.09	22.16 \pm 0.12		0.171 \pm 0.01
	超高压杀菌	34.5 \pm 0.16	-3.5 \pm 0.06	23.95 \pm 0.11	23.52 \pm 0.16	1.3 \pm 0.04	0.192 \pm 0.03
	热力杀菌	36.2 \pm 0.24	-4.7 \pm 0.07	25.03 \pm 0.14	25.07 \pm 0.08	2.9 \pm 0.01	0.236 \pm 0.01
447 锦橙	对照	33.5 \pm 0.12	-0.5 \pm 0.01	26.21 \pm 0.07	26.68 \pm 0.05		0.128 \pm 0.05
	超高压杀菌	34.2 \pm 0.13	-1.2 \pm 0.02	27.36 \pm 0.12	27.59 \pm 0.13	0.9 \pm 0.03	0.146 \pm 0.03
	热力杀菌	35.1 \pm 0.15	-1.5 \pm 0.04	27.86 \pm 0.15	28.13 \pm 0.11	1.4 \pm 0.05	0.168 \pm 0.04
脐橙	对照	41.5 \pm 0.25	-1.7 \pm 0.05	36.69 \pm 0.05	36.76 \pm 0.16		0.132 \pm 0.05
	超高压杀菌	35.3 \pm 0.16	-1.8 \pm 0.02	37.3 \pm 0.07	37.52 \pm 0.08	0.7 \pm 0.02	0.157 \pm 0.05
	热力杀菌	36.4 \pm 0.18	-2.2 \pm 0.03	38.46 \pm 0.11	38.43 \pm 0.05	1.6 \pm 0.03	0.193 \pm 0.02

2 结果与分析

2.1 杀菌处理对橙汁色泽的影响

从表1得知,虽然杀菌方式不同,但对橙汁色泽变化的影响趋势是相似的。与对照(鲜榨橙汁)比较,杀菌处理后 L^* 、 b^* 、 E^* 升高, a^* 下降。北碚447锦橙、脐橙、哈姆林、特罗维塔四个样品表现在橙汁色泽上都不同程度出现橙汁亮度增加、黄色加深、红色变淡。这一结果与Lees等报道的橙汁在巴氏杀菌条件下色泽变化趋势相似^[8]。

杀菌方式不同,橙汁色泽变化程度各异,但超高压杀菌对橙汁色泽参数(L^* 、 a^* 、 b^* 、 E^*)的影响程度较小($P > 0.05$)。食品超高压杀菌与传统的热力杀菌不同,是将食品原料包装后密封于超高压容器中在静高压一般不小于100MPa的压力范围内保留一定时间,使食品中的酶、蛋白质等生物高分子物质分别失活、变性,并杀死食品中的微生物,从而达到灭菌保藏和加工的目的^[9]。超高压处理只影响食品组成中的非共价键,而共价键却不发生变化,所以能较好地保持食品固有的营养品质、质构、风味、色泽和新鲜度^[10-11]。

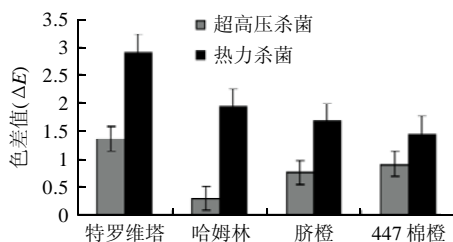


图1 不同杀菌处理橙汁色差值的变化

Fig.1 Comparison of color difference value of different varieties of orange juice sterilized by UHP and thermal treatments

北碚447锦橙、脐橙、哈姆林、特罗维塔四个样品热力杀菌和超高压杀菌后的橙汁色差值 ΔE 变化都呈极显著关系($P < 0.01$)。

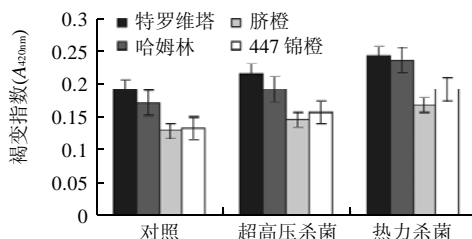


图2 不同杀菌处理橙汁褐变指数变化

Fig.2 Changes of browning index of different varieties of orange juice after sterilization by UHP and thermal treatments

超高压杀菌后的橙汁褐变指数变化 A_{420nm} 较小($P > 0.05$),而热力杀菌后的橙汁褐变指数 A_{420nm} 变化呈显著关系($P < 0.05$)。

表2 杀菌处理对脐橙橙汁主要营养成分损失的影响
Table 2 Comparisons of loss of main nutrients in navel orange juice sterilized by UHP and thermal treatments

杀菌处理	VC	类胡萝卜素	总糖	总酸	总酚
热力杀菌(%)	4.85	28.62	0.52	1.5	1.67
超高压杀菌(%)	3.35	23.47	0.53	1.25	1.58

注:表中数据表示营养成分损失的量。

2.2 杀菌处理对橙汁主要营养的影响

通过检测比较热力杀菌和超高压杀菌后脐橙橙汁主要成分变化,结果见表2。

杀菌处理后,橙汁主要成分都出现不同程度的损失,但超高压杀菌处理其主要成分的下降低于热力杀菌处理。

橙汁热力杀菌VC损失率达4.85%,而超高压杀菌处理后VC损失率达3.35%;两种杀菌处理对橙汁类胡萝卜素的降解作用大,损失率高达23.47%~28.62%;对总酚、总酸、总糖的降解作用不明显($P > 0.05$)。

杀菌处理对水果、蔬菜中类胡萝卜素的稳定性影响较大,类胡萝卜素损失率可高达37%^[12]。

表3 杀菌处理对脐橙橙汁游离氨基酸含量的影响
Table 3 Effects of UHP and thermal treatments on contents of free amino acids in navel orange juice

氨基酸	鲜榨橙汁 (mg/100ml)	超高压杀菌 (mg/100ml)	热力杀菌 (mg/100ml)
天门冬氨酸	9.472	12.438	6.874
苏氨酸	1.168	2.876	4.134
丝氨酸	8.033	10.505	12.679
谷氨酸	10.239	10.884	8.559
甘氨酸	0.794	0.946	1.048
丙氨酸	4.649	7.569	10.931
胱氨酸	0.555	0.750	0.768
缬氨酸	1.359	1.544	1.649
蛋氨酸	0.536	0.451	0.761
异亮氨酸	0.795	0.830	0.809
亮氨酸	0.470	0.677	0.590
酪氨酸	1.021	1.367	1.613
苯丙氨酸	2.924	2.959	2.528
赖氨酸	2.966	3.137	2.921
组氨酸	1.350	1.518	1.555
精氨酸	77.721	93.985	80.016
脯氨酸	79.431	94.701	119.368
总量	203.483	247.137	256.803

甜橙果汁中的氨基酸组成全面,在评判柑橘汁类饮品中天然果汁含量时,氨基酸含量作为指标之一^[13],脯氨酸的标准值为76mg/100ml。

从表3可看出,脯氨酸含量最高,杀菌处理后橙汁游离氨基酸含量都有所增加,超高压杀菌增加16.8%,热杀菌增加21.4%,杀菌处理使蛋白质分解,增加游离氨基酸含量。

必需氨基酸在人体内不能合成,但其具有许多特殊的生理和保健功能,如异亮氨酸是血红蛋白形成的必需氨基酸,苏氨酸可防止肝中脂肪的积累,促进人体抗体的产生,增强免疫力,天冬氨酸能促进胃分泌等。橙汁中必需氨基酸占总氨基酸量的多少因品种不同而有差异^[14]:哈姆林甜橙23.3%、柳橙21.6%。脐橙橙汁中必需氨基酸占总氨基酸量5.68%,杀菌处理后变化很少,超高压杀菌橙汁必需氨基酸5.6%、热力杀菌橙汁必需氨基酸5.8%。

2.3 杀菌处理对橙汁香气成分的影响

杀菌处理对橙汁香气成分的总离子流色谱图如图3~5所示。通过谱库检索及资料分析,再结合有关文献,确定了72-1脐橙橙汁中主要香气成分,并采用峰面积归一化定量计算出各组分的相对含量,见表4。

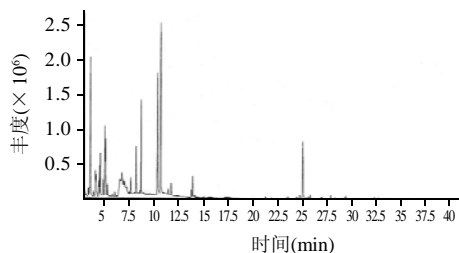


图3 鲜榨脐橙橙汁香气成分总离子流色谱图

Fig.3 Total ion current chromatogram of aroma components in fresh navel orange juice

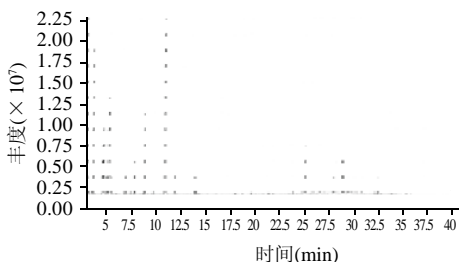


图4 热杀菌脐橙橙汁香气成分总离子流色谱图

Fig.4 Total ion current chromatogram of aroma components in navel orange juice sterilized by thermal treatment

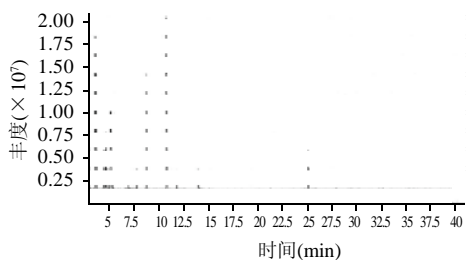


图5 超高压杀菌脐橙橙汁香气成分总离子流色谱图

Fig.5 Total ion current chromatogram of flavor components in navel orange juice sterilized by UHP treatment

Selli等研究了橙汁中挥发性风味组成成分和香气成分,通过戊烷-二氯甲烷溶剂提取结合GC-MS法鉴定分析。分析鉴定出34种组分,其中包括7种酯、2种醛、5种醇、5种萜类、12种烃类、3种酮被确定和量化,其中对香气成分起主要作用的是芳樟醇、柠檬烯、 β -水芹烯、松油烯-4-醇、乙酸乙酯和3-羟基己烯^[15]。

从表4看出,在鲜榨脐橙橙汁中挥发性风味组成成分32种组分中,5种酯(51.45%)、13种烃类(24.59%)、其他类5种(20.25%)、7种醇(3.45%)、3种醛(3.27%)。杀菌处理后,橙汁中挥发性风味组成成分发生变化,热杀菌橙汁与鲜榨橙汁比较,减少了15种,新增加了14种,总组成成分33种,而超高压杀菌橙汁与鲜榨橙汁比较,减少了17种,新增加了15种,总组成成分32种。

Schreier对鲜榨橙汁中29种挥发性成分进行了定量分析,并发现热处理可以改变某些组成成分的含量,并会出现一些新的物质^[16]。

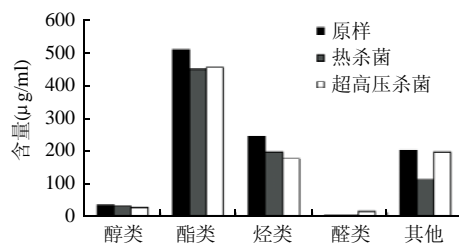


图6 脐橙橙汁杀菌处理主要香气变化

Fig.6 Effects of UHP and thermal treatments on relative contents of main aroma components in navel orange juice

从图6得知,醇类、酯类、烃类总含量变化相对较小,醛类热杀菌与鲜榨橙汁比较无明显变化,而超高压杀菌与鲜榨橙汁比较醛类增加3倍以上;其他类物质含量超高压杀菌处理与鲜榨橙汁比较无明显变化,热杀菌与鲜榨橙汁比较其他类物质减少45%。

3 结论

3.1 比较不同杀菌方式对橙汁色泽变化的影响趋势是相似的。与对照比较,杀菌处理后 L^* 、 b^* 、 E^* 升高, a^* 下降,表现在橙汁色泽上都不同程度出现橙汁亮度增加、黄色加深,红色变淡;超高压杀菌对橙汁色泽参数(L^* 、 a^* 、 b^* 、 E^*)的影响程度较小($P > 0.05$),热力杀菌和超高压杀菌后的橙汁色差值 ΔE 变化呈极显著关系($P < 0.01$);超高压杀菌后的橙汁褐变指数变化 A_{420nm} 较小($P > 0.05$),而热力杀菌后的橙汁褐变指数 A_{420nm} 变化呈显著关系($P < 0.05$)。

3.2 比较热力杀菌和超高压杀菌后脐橙橙汁主要成分变

表4 不同杀菌处理脐橙橙汁香气成分含量

Table 4 Contents of aroma components in fresh navel, UHP-treated and heat-treated orange juice

香气成分	鲜榨橙汁($\mu\text{g/ml}$)	热杀菌($\mu\text{g/ml}$)	超高压杀菌($\mu\text{g/ml}$)
醇类	7种	4种(减少3种、增加1种)	2种(减少5种、增加1种)
3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇	1.1636	4.1527	
5-(1-甲乙烯基)-2-甲基-2-环己烯-1-醇	1.1376	2.0657	
环己醇	20.2608	13.6260	15.2230
1-甲基-4-(1-甲乙烯基)-环己醇	1.3496		
2,5-二甲基-2,5-己二醇	1.4460		
2-(1-丙氧基)-1-丙醇	0.2515		
2-丙氧基乙醇	8.5597		
2-丁氧基乙醇		11.5255	10.8844
酯类	5种	8种(减少2种、增加5种)	8种(减少2种、增加5种)
己酸乙酯		1.8728	
乙酸乙酯		18.6806	
乙酸2-丁氧基-乙酯	313.1296	243.3181	301.7208
乙酸甲氧丙酯	54.3927	29.1717	50.6620
1,2-苯二羧酸异二丁酯			1.1346
邻苯二甲酸十四酯		0.7121	
邻苯二甲酸二丁酯			2.8158
2,7-二甲基-庚酸甲酯	0.4903		
2-甲基-丙酸3-苯丙酯	0.8774		
乙酸丁酯	140.9646	154.8379	90.6901
乙酸戊酯		1.2914	1.2182
丙酸戊酯			6.6268
十六酸乙酯		1.1085	1.2415
烃类	13种	11种(减少6种、增加4种)	10种(减少6种、增加3种)
α -蒎烯		0.7084	
2,5,5-三甲基-1,3,6-庚三烯	1.0210		
柠檬烯	114.8143	107.3179	61.6412
β -月桂烯	2.7220	1.2635	2.2519
$\alpha,\alpha,4$ -三甲基-1-甲醇-3-环己烯	2.1012	8.1408	4.8717
3,7-二甲基-壬烷	2.8847		
二十一烷	12.6725	2.6148	4.3554
2,2,4-三甲基己烷	1.748011		
2,3,4-三甲基己烷		3.176367	
2,2,5-三甲基己烷		1.4280	2.7266
1-(1-丙烯基)-环己烯	2.426509		
4-(1-甲乙烯基)-1-甲烯基-环己烷	8.07281		
丙烷	1.026515	0.375598	
苯乙烷	84.95047	65.24739	79.3550
辛烷	8.295988		1.374714
十二烷	1.009647	3.0190	4.3049
十四烷		2.423479	11.46409
十六烷			2.838413
醛类	1种	1种(减少1种、增加1种)	3种(减少1种、增加3种)
辛醛			9.663475
壬醛			1.801288
(E)-2-庚烯醛	3.239495		
(E)-2-己烯醛		3.578247	2.525839
酮类	3种	2种(减少2种、增加1种)	1种(减少2种)
2-辛酮	2.0000		
2-庚酮		0.7227	
2,5-二甲基-3-己酮	0.5311		
3,5,5-三甲基-2-环己烯-1-酮	13.8143	13.0564	19.0975
其他	6种	7种(减少1种、增加2种)	8种(减少1种、增加3种)
4-甲基-戊酸	0.4289		
十五酸		0.9138	2.2154
1,2-二氯化苄		1.3350	
苯	147.1693	86.9363	112.5124
苯酚			39.5104
乙苯	13.4397	12.0907	21.9837
甲苯	3.4881	4.9887	7.2852
丁羟甲苯	1.9524	0.6356	3.1317
异丙基苯			2.5072
丙苯	34.2401	3.1829	6.5162
合计	32种	33种(减少15种、增加14种)	32种(减少17种、增加15种)

化表明: 杀菌处理后, 橙汁主要成分都出现程度不同的损失, 但超高压杀菌处理其主要成分的下降普遍低于热力杀菌处理; VC 热力杀菌橙汁损失率达 4.85%, 而超高压杀菌处理后 VC 损失率达 3.35%; 两种杀菌处理对橙汁类胡萝卜素的降解作用大, 损失率高达 23.47%~28.62%; 对总酚、总酸、总糖的降解作用不明显($P > 0.05$); 橙汁中脯氨酸含量最高, 杀菌处理后橙汁游离氨基酸含量都有增加, 超高压杀菌增加 16.8%, 热杀菌增加 21.4%。

3.3 鲜榨脐橙橙汁中挥发性风味组成成分 32 种组分, 5 种酯(51.45%)、13 种烃类(24.59%)、其他类 5 种(20.25%)、7 种醇(3.45%)、3 种醛(3.27%)。

3.4 分析杀菌处理对橙汁香气成分的影响结果表明: 杀菌处理后, 橙汁中挥发性风味组成成分发生变化, 醇类、酯类、烃类总含量变化相对较少, 醛类热杀菌与鲜榨橙汁比较无明显变化, 而超高压杀菌与鲜榨橙汁比较醛类增加 3 倍以上; 其他类物质含量超高压杀菌处理与鲜榨橙汁比较无明显变化, 热杀菌与鲜榨橙汁比较其他类物质减少 45%。

参考文献:

- [1] 马霞, 王瑞明, 关凤梅, 等. 果汁非酶褐变的反应机制及其影响因素[J]. 粮油加工与食品机械, 2002(9): 46-48.
- [2] 刘金豹, 翟衡, 张静. 果汁褐变及其影响因素研究进展[J]. 饮料工业, 2004(3): 1-5.
- [3] 韩雅珊. 食品化学试验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1996.
- [4] MEYDAV S, SAGUY I, KOPELMAN I. Browning determination in citrus products[J]. J Agric Food Chem, 1977, 25(3): 602-604.
- [5] GIRARD B, FUKUMOTO L R. Apple juice clarification using microfiltration and ultrafiltration polymeric membranes[J]. J Lebensm Wissu Technol, 1999, 32(5): 290-298.
- [6] CADWAIADER K R, MACLEOD A J. Instrumental methods for analyzing the flavor of muscle foods[M]. USA, NY: Aspen Publisher Inc, 1998: 355-377.
- [7] JORDAN M J, GOODNER K L, LAENCINA J. Deaeration and pasteurization effects on the orange juice aromatic fraction[J]. J Lebensm Wiss Technol, 2003, 36: 391-396.
- [8] LEE H S, COATES G A. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments[J]. J Fd Sci Tech, 2003, 36: 153-156.
- [9] 潘见, 张文成. 饮料超高压杀菌实用性工艺及设备探讨[J]. 农业工程学报, 2000, 16(1): 125-128.
- [10] 赵玉生, 赵俊芳. 食品工业中超高压灭菌技术[J]. 粮食与油脂, 2006(2): 25-26.
- [11] 赵玉生, 赵俊芳. 超高压技术处理食品的特点[J]. 食品科技, 2006(10): 11-13.
- [12] LESSIN W J, CATIGANI G L, SCHWANTZ S J. Quantification of cis-trans isomers of provitamin a carotenoids in fresh and processed fruits and vegetables[J]. J Agri Fd Chem, 1997, 45: 3728-3732.
- [13] GB/T 16771 — 1997 橙、柑、桔汁及其饮料中果汁含量的测定[S].
- [14] 马培恰, 吴文. 广东几个汁用甜橙品种的营养成分及香气组分初探[J]. 广东农业科学, 2008(3): 18-20.
- [15] SELLI S, CABAROGLU T, CANBAS A. Volatile flavor components of orange juice obtained[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2004, 17: 789-796.
- [16] SCHREIER P. Changes of flavor compounds during the processing of fruit juice [J]. Proc Long Ashton Symp, 1981, 7(2): 355-371.