

# 不同灭菌处理对蓝莓汁品质的影响

谢国芳, 王瑞, 周笑犁, 马立志

(贵阳学院食品与制药工程学院, 贵阳市果品加工工程技术研究中心, 贵州贵阳 550005)

**摘要:** 以蓝莓汁为原料, 研究目前果汁饮料生产较多的巴氏、超高温瞬时和微波 3 种灭菌方式对蓝莓原汁微生物和理化性质及感官评价的影响。研究表明: 3 种灭菌方式均能达到商业无菌的要求, 对蓝莓汁的 pH、可溶性固形物和总酸含量无影响; 巴氏灭菌能有效保持蓝莓汁的悬浮稳定性、色泽和花色苷含量, 但巴氏灭菌样的 DPPH 自由基清除率低于微波灭菌样, 微波灭菌蓝莓汁的 DPPH 自由基清除率高达 88.24%, 仅比对照样低 0.6%; 采用定量描述分析法对灭菌样进行感官评价, 巴氏灭菌一定程度上抑制了蓝莓汁酶促褐变, 但破坏了天然色泽、香味, 产生不宜的蒸煮味, 后感明显减弱。微波灭菌则最大限度地保持了食品的色泽、香、味。因此, 微波灭菌处理对蓝莓汁的灭菌效果最好, 能够较好保留蓝莓汁的理化特性、感官品质和抗氧化活力。

**关键词:** 蓝莓汁; 超高温瞬时灭菌; 微波; 巴氏灭菌; 商业灭菌

文章编号: 1673-9078(2014)7-205-210

## Effect of Sterilization Treatments on the Quality of Blueberry Juice

XIE Guo-fang, WANG Rui, ZHOU Xiao-li, MA Li-zhi

(Food and Pharmaceutical Engineering Institute, Guiyang University, Guiyang Engineering Research Center for Fruit Processing, Guiyang 550005, China)

**Abstract:** Microorganisms, physical-chemical properties and sensory evaluation of blueberry juice by pasteurization, UHT and microwave treatment were investigated. Results indicated that the three treatments all met the commercial sterilization requirements. The pH value, total soluble solid and total acid content of blueberry juice had no changes for the samples treated by the three methods. Pasteurization effectively maintained the suspension stability, color and anthocyanins content of blueberry juice. And the free radical scavenging ability against DPPH of the Pasteuring samples was lower than that of the microwave treatment, where the free radical scavenging ability against DPPH of microwave treatment was up to 88.24%. The sensory evaluation showed that the blueberry juice by microwave treatment was closest to the control sample than the other treatments, especially in color and aroma. Therefore, microwave treatment can effectively inactivate the microorganisms and keep the physical-chemical properties, sensory evaluation and antioxidant activity of blueberry juice.

**Key words:** blueberry juice; ultra-high temperature treatment; microwave; pasteurization; commercial sterilization

蓝莓 (Blueberry) 属于杜鹃花科越桔属植物越橘属, 果实呈蓝色, 并披一层白色果粉, 果肉细腻, 果味酸甜, 风味独特<sup>[1]</sup>。蓝莓之所以被誉为“水果中的皇后”, 除了其和普通水果一样含有糖、酸以及维生素 C 外, 还含有丰富的营养成分, 如维生素 A、B、E 和超氧化物歧化酶 (SOD)、蛋白质、花青素 (花青素或酚配基, 与糖的结合体)、熊果酸、绿原酸、黄酮素、亚麻油酸、蝶二苯乙烯 (紫檀芪)、食用纤维、白藜芦醇等生物活性成分<sup>[2]</sup>及钾、钙、铁、锌、铜、铬等矿物质<sup>[3]</sup>, 蓝莓汁因其丰富的营养和风味而备受欢迎,

也为微生物滋生提供良好环境, 加工极易引起果汁营养分解、降低其营养价值, 大大缩短了产品的贮藏期、降低其安全性。如何在到达商业灭菌的同时又尽可能保留果汁的风味成分、营养和活性成分成为食品加工领域的热点。

Kader、Rossi 及 Lee 等研究发现过氧化物酶、多酚氧化酶参与花色苷降解、促进褐变, 榨汁过程中热处理不仅可以提高花色苷的溶出率和果汁的抗氧化活力, 同时减少果汁中这些酶活力从而贮藏过程中营养成分的损失<sup>[4-6]</sup>。因此适当的热处理对蓝莓色泽、营养成分及理化性质具有较好的保留作用。目前, 虽然有超高压、热处理、脉冲电场、微波灭菌技术用于蓝莓汁灭菌的报道, 但基本都基于科研条件下研究不同灭菌方式对微生物、理化性质的影响<sup>[7-11]</sup>, 尚未见灭菌方式对其抗氧化活力影响的研究报道。

本研究探讨实际生产中可行的巴氏灭菌、超高温

收稿日期: 2014-02-16

基金项目: 贵州省教育厅“125”重大科技专项 (黔教合重大专项 [2012] 014 号); 贵州省科技创新人才团队建设项目 (黔科合人才团队 (2013) 4028); 贵州省教育厅产学研基地项目 (黔教合 KY 字 [2012] 033 号); 贵州省科技创新人才团队建设项目 (黔科合人才团队 (2013) 4028); 贵州省重点支持学科  
作者简介: 谢国芳 (1987-), 男, 讲师, 研究方向: 农产品加工与贮藏

瞬时灭菌、微波灭菌对蓝莓汁的灭菌效果、理化性质、抗氧化活力、感官评价的影响,在生产中应用先进的灭菌技术代替传统的灭菌技术,减少传统生产过程中蓝莓汁中有效营养素、抗氧化活力损失、风味变化、二次沉淀的问题,为企业生产中灭菌技术的选择提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与仪器设备

原料:麻江“圆蓝”蓝莓。

试剂:所用分析化学试剂均为分析纯。

仪器、设备:UV-7502PC紫外可见分光光度计,上海欣茂仪器有限公司;CR-10色差仪,柯尼卡美能达有限公司;PHS-25数显酸度计,上海虹益仪器仪表有限公司;糖度计,日本Atogo公司;ST-20超高温杀菌机,上海顺仪设备有限公司;胶体磨,上海东华均质机厂;WBS-P20连续式瓶装食品微波灭菌机,贵阳新奇微波工业有限责任公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 蓝莓汁制备工艺流程

原料选择(蓝莓冻果)→解冻→清洗→榨汁→过胶体磨→过120目筛→脱气→灭菌→微生物指标、理化指标测定及感官评定

蓝莓汁的pH值为2.82~2.85左右。

#### 1.2.2 灭菌方法

将制备好的蓝莓汁平均分为4份(每处理3L),微波灭菌(MS, 22 W、传送带速度5 m/min):采用250 mL饮料瓶分装蓝莓汁,用水样进行试机,待样品出口温度稳定在80℃时,再进蓝莓汁灭菌;超高温瞬时灭菌(UHT, 121℃、5 s)采用处理;巴氏灭菌(PS, 90℃、30 s)处理;不处理蓝莓汁为空白对照(CK)。

#### 1.2.3 菌落总数的测定

参考国家标准GB 4789.2-2010食品安全国家标准 菌落总数的测定方法。

#### 1.2.4 理化指标测定

##### 1.2.4.1 pH值、总酸、可溶性固形物含量的测定

pH值采用pH计测定,总酸均采用采用GB/T 12456-2008测定,可溶性固形物(TSS)采用手持式折光仪测定。

##### 1.2.4.2 悬浮稳定性

取10 mL样品于4200×g离心力下离心15 min,所得上清液在660 nm处测OD值,以去离子水为空白,

OD值越大表示悬浮稳定性越好<sup>[9]</sup>。

##### 1.2.4.3 色泽分析

用色差仪测定蓝莓汁的L\*、a\*、b\*,L\*代表亮度,范围在0~100之间,L\*值越高表明样品表面越白。a\*代表红(+)或绿(-),b\*代表黄(+)或蓝(-)。

1.2.4.4 花色苷参照Buckow等(2010)方法进行测定<sup>[10]</sup>; DPPH参照刘佳等(2012)方法进行测定<sup>[11]</sup>。

##### 1.2.5 采用定量描述分析法(QDA)感官评价分析<sup>[12]</sup>

评价员为专业感官评价人士10名。

建立QDA感官描述语及定义和参考样,如表1所示。制定详细的QDA线性标尺,标尺为两端用词汇固定的线段(15 cm),最左端代表“弱”或“0”,最右端代表“强”或“15”,尽量设置2~3个以上的参考点(对于较难定标尺的描述语,以具有某一相同特征的市售产品为参考,评价小组讨论并设定参考点)。

取40 mL样品倒入75 mL郁金香型玻璃杯中,并用3位随机数字对样品进行编号,评价员直接在线性标尺上进行标记,最后用刻度尺量出起点至标记处的线段长度即为打分数值,取平均值作为最终打分结果。

### 1.3 数据处理

实验采用3个平行的随机组合设计,试验结果采用Microsoft Excel软件进行数据整理,经SPSS 16.0统计软件进行Duncan新复极差法及Tukey's组间差异显著性统计分析,P<0.05。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同灭菌方式对蓝莓汁灭菌效果的影响

经不同灭菌方式蓝莓汁的灭菌效果如表2所示,鉴于蓝莓汁为酸性,初始菌数相对较少。PS、UHT和MS灭菌样的菌落总数均能满足果蔬汁饮料的微生物安全标准(菌落总数≤100 CFU/mL)(GB19297-2010)。说明PS、UHT和MS灭菌都有较好的灭菌效果,其中,PS和UHT灭菌蓝莓汁的灭菌效果最佳,检测不到细菌,PS和UHT灭菌对蓝莓汁具有很好的灭菌效果,这与房子舒、王寅的报道结果一致<sup>[9,13]</sup>。

### 2.2 不同灭菌方式对蓝莓汁理化特性的影响

由表3可知,不同灭菌后蓝莓汁的pH、TSS和总酸与对照样均无显著差异(P>0.05)。PS灭菌虽然使其TSS、总酸含量略有增加,但不同灭菌样的TSS、总酸含量与对照样均差异不显著(P>0.05)。不同灭菌

样的悬浮稳定性与对照样差异显著 ( $P<0.05$ ), 其中 PS 下降最大, UHT 下降最小, 主要是由于不同的灭菌引起果汁中果胶不同程度的分解、蛋白质与糖类发

生反应, 导致果汁中亲水性物质减少<sup>[9]</sup>, 因此不同灭菌样的悬浮稳定性显著下降。

表 1 蓝莓汁定量描述分析法描述语、定义、参考样

Table 1 Sensory attributes, definitions and references for the evaluation of blueberry juice

描述语	定义	参考样(15分)
外观		
天然蓝莓汁的颜色		0#
光泽	蓝莓汁表面能够反射光的性质	2#
浑浊度	蓝莓汁对光的通透性	1#
分层	蓝莓汁底部的沉淀物	0*
香气		
天然蓝莓汁的香气		0#
人工蓝莓汁的香气	蓝莓香精的气味	4#
甜	甜类物质带来的气味	5#
酸	酸类物质带来的气味	6#
蒸煮香	灭菌后所产生的类似熟红薯的气味	0*
滋味		
天然蓝莓汁的滋味		0#
人工蓝莓汁的滋味	蓝莓香精的滋味	4#
甜	由蔗糖等糖类物质刺激舌部引起的味觉	蔗糖溶液
酸	由柠檬酸或乳酸等酸类物质刺激舌部引起的味觉	柠檬酸溶液
蒸煮味	灭菌后所产生的类似熟红薯的滋味	0*
异味	非正常加工蓝莓汁所产生的滋味	
口感		
黏稠度		1#
后感		
余香	吞咽后整体香气的持久性	0#
余味	吞咽后整体滋味的持久性	0#

注: 0#: 鲜榨蓝莓汁; 0\*: 热处理过度 (90 °C、10 min) 的蓝莓原汁; 1#: 博兰慕混合果汁饮料 (蓝莓+苹果+葡萄+胡萝卜+覆盆子); 2#: 沃林蓝莓汁; 3#: 沃林蓝莓汁饮料; 4#: 蓝莓啤; 5#: 可口可乐; 6#: 农夫山泉水溶C100柠檬汁饮料。

表 2 不同灭菌方式对蓝莓汁灭菌效果的影响

Table 2 Effect of different heat treatment on microflora in blueberry juice

灭菌方式	菌落总数/( $\times 10^3$ cfu/mL)	灭菌率/%
CK	5.6	-
PS	0	>99 <sup>a</sup>
UHT	0	>99 <sup>a</sup>
MS	0.08	98.57 <sup>b</sup>

注: 数据结果为: 均值±标准差 (n=3); 同一列中具有不同上标者表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

由表 4 可知, 不同灭菌样亮度间 ( $L^*$ 值) 的差异不显著 ( $P>0.05$ ), 而灭菌样与对照样亮度 ( $L^*$ 值) 差异显著 ( $P<0.05$ ), 说明灭菌可以在一定程度抑制蓝莓汁的酶促褐变<sup>[4, 5]</sup>; 不同灭菌样的  $a^*$ 和  $b^*$ 值均呈现不

同程度下降, 即灭菌样其红色稍褪更偏向绿色, 不同灭菌样与对照样间均差异显著 ( $P<0.05$ ), 而 UHT、MS 灭菌样间  $a^*$ 和  $b^*$ 值差异不显著 ( $P>0.05$ ), PS 灭菌样的  $a^*$ 值最小, 即 PS 灭菌对果汁  $a^*$ 值的影响最大, PS 灭菌样的  $b^*$ 值下降显著低于 UHT 和 MS 灭菌样 ( $P<0.05$ ), 说明蓝莓汁经不同灭菌后蓝莓汁所固有的黄色都有不同程度的变淡, 但与 UHT、MS 相比, PS 灭菌后黄色变淡的程度小得多。

### 2.3 不同灭菌方式对花色苷含量的影响

从图1可知, 不同灭菌方式对蓝莓汁中花色苷含量差异显著 ( $P<0.05$ ), 其中对照样中花色苷含量最低, PS灭菌样中花色苷含量最高, 依次是UHT、MS灭菌样, 主要是由于不同的灭菌导致蓝莓汁中PPO、POD酶不同

程度的钝化,从而降低蓝莓汁中花色苷的降解,不同灭菌方式的强度依次是PS、UHT、MS,灭菌样中花色苷含量与热处理强度相反,与Lee、Syamaladevi等的报道一致<sup>[14~15]</sup>。

表3 不同灭菌方式对蓝莓汁理化性质的影响

Table 3 Effect of different heat treatment the physicochemical properties of blueberry juice

灭菌方式	pH 值	TSS /( <sup>o</sup> Brix)	总酸 /( $10^{-2}$ g/mL)	OD <sub>600</sub>
CK	2.82±0.01 <sup>a</sup>	5.75±0.02 <sup>a</sup>	4.83±0.08 <sup>a</sup>	0.42±0.02 <sup>a</sup>
PS	2.83±0.05 <sup>a</sup>	5.70±0.10 <sup>a</sup>	5.27±0.05 <sup>a</sup>	0.33±0.04 <sup>c</sup>
UHT	2.83±0.03 <sup>a</sup>	5.60±0.02 <sup>a</sup>	4.88±0.06 <sup>a</sup>	0.38±0.01 <sup>b</sup>
MS	2.83±0.01 <sup>a</sup>	5.50±0.04 <sup>a</sup>	4.78±0.02 <sup>a</sup>	0.36±0.02 <sup>b</sup>

注:数据结果为:均值±标准差(n=3);同一列中具有不同上标者表示差异显著(P<0.05)。

表4 不同灭菌方式对蓝莓汁色泽的影响

Table 4 Effect of different heat treatment on the colour of blueberry juice

灭菌方式	L*值	a*值	b*值
CK	24.13±0.05 <sup>a</sup>	1.10±0.10 <sup>a</sup>	1.97±0.06 <sup>a</sup>
PS	23.84±0.15 <sup>b</sup>	0.55±0.02 <sup>c</sup>	1.70±0.01 <sup>b</sup>
UHT	23.83±0.10 <sup>b</sup>	0.65±0.01 <sup>b</sup>	1.53±0.06 <sup>c</sup>
MS	23.90±0.08 <sup>b</sup>	0.65±0.02 <sup>b</sup>	1.50±0.03 <sup>c</sup>

注:数据结果为:均值±标准差(n=3);同一列中具有不同上标者表示差异显著(P<0.05)。

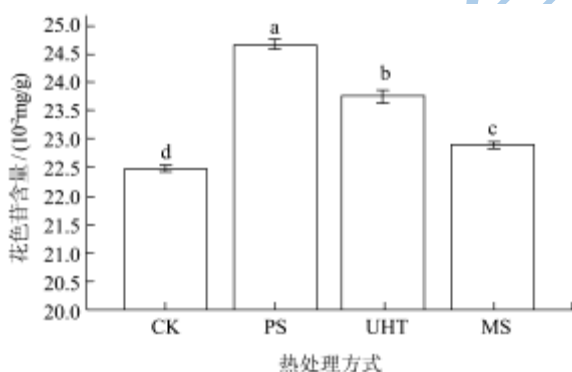


图1 不同灭菌方式对蓝莓汁中花色苷含量的影响

Fig.1 Effect of different heat treatment on anthocyanins content of blueberry juice

## 2.4 不同灭菌方式对 DPPH 自由基清除率的影响

从图 2 可以看出,MS 灭菌对蓝莓汁中的 DPPH 自由基清除率的影响最小,且与对照样的 DPPH 自由基清除率差异不显著(P>0.05),说明温度对其影响较大。PS、UHT 灭菌样的 DPPH 自由基清除率显著低

于对照样(P<0.05),说明灭菌过程中温度对蓝莓汁中 DPPH 自由基清除率影响极大,MS 灭菌能有效保留蓝莓汁中抗氧化活力。

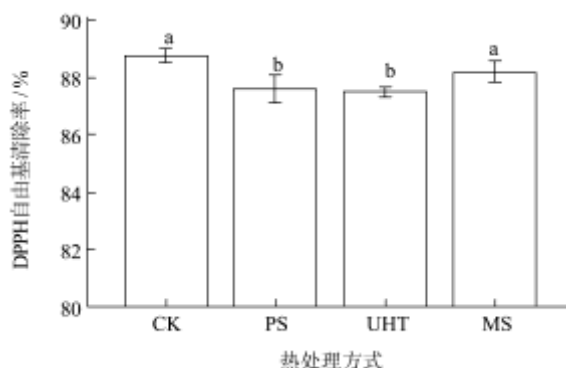


图2 不同灭菌方式对蓝莓汁DPPH自由基清除率的影响

Fig.2 Effect of different heat treatment on free radical scavenging ability of blueberry juice in DPPH assay

## 2.5 感官评价

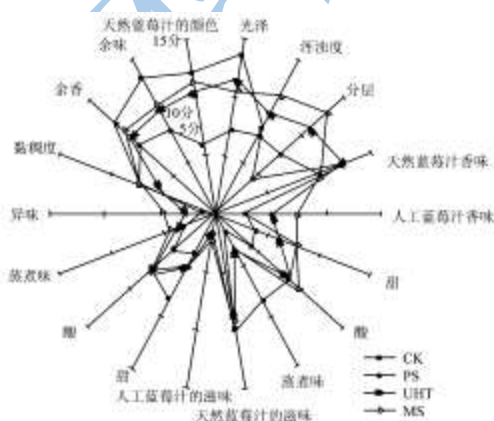


图3 不同灭菌对蓝莓汁定量描述分析法感官评价影响

Fig.3 Effect of different heat treatment on quantitative descriptive analysis (QDA) of blueberry juice

蓝莓汁的感官评价主要从外观、香气、滋味、口感、后感 5 个方面进行评定,由图 3 可知,蓝莓汁具有天然蓝莓汁的色泽,光泽较好,浑浊均匀,分层不明显;MS 灭菌样能较好地保持蓝莓汁天然的色泽,光泽较好,浑浊,但有呈现轻微分层,能最大限度保留蓝莓汁的色泽,UHT 灭菌样的外观与 MS 灭菌样相差不大;PS 灭菌对蓝莓汁色泽影响较大,不具备蓝莓汁天然的色泽,光泽减少,呈现明显分层现象,上清液透明清亮。蓝莓汁天然香气浓郁,具有较浓的甜、酸香气,无明显的蒸煮香;MS 灭菌能较好的保留蓝莓汁的天然香气,虽然甜、酸香气呈现减弱,但无蒸煮香,UHT 灭菌样的香气仅次于 MS 灭菌样;PS 灭菌样的蓝莓汁天然香气损失明显,人工蓝莓汁香气突出,蒸煮香明显。鲜榨蓝莓汁具有浓郁的天然滋味,甜、酸适宜,无异味和蒸煮味;MS 灭菌能较好地保

持蓝莓汁的天然滋味,甜、酸滋味未出现较大变化,无异味和蒸煮味,UHT灭菌样滋味仅次于MS灭菌样;PS灭菌样明显失去了蓝莓汁的天然滋味,人工蓝莓汁的滋味突出,甜、酸滋味差异不大,但异味、蒸煮味明显。对照样与不同灭菌样间口味的变化不大。鲜榨蓝莓汁具有持久的余香、余味,后感明显;UHT、MS灭菌样的余香稍有减弱,而余味变化较小;PS灭菌样的余香、余味减弱最明显。

鲜榨蓝莓汁中的PPO、POD等酶会引起酶促褐变,导致色泽变化、花色苷含量损失等,适当的热处理不仅可以破坏酶的活性从而减少酶促褐变引起的色泽变化、花色苷含量损失,同时还可以达到灭菌目的。然而高温长时灭菌(如PS),也会引起果汁明显分层,破坏蓝莓天然香味,产生不良的蒸煮味,后感减弱。MS灭菌样能够极大的保留蓝莓天然的色泽、香味,口感较好、后感充足,与鲜榨蓝莓汁更接近,而PS灭菌对蓝莓汁的品质影响最大。

### 3 结论

在蓝莓汁实际生产中,PS、UHT、MS灭菌方式均能达到商业无菌要求。不同灭菌方式对蓝莓汁的pH、TSS和总酸含量的影响较小,与对照样相差不大,不同灭菌样的悬浮稳定性均较对照好( $P<0.05$ ),其中PS灭菌样悬浮稳定性最好,而不同灭菌方式间差异不显著( $P>0.05$ ),不同灭菌方式能够不同程度保持蓝莓汁体系的均匀稳定性。不同灭菌方式引起蓝莓汁的色泽 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值均有不同程度降低,显著低于对照样( $P<0.05$ ),不同灭菌样间的 $L^*$ 值差异不显著( $P>0.05$ ),UHT、MS灭菌样的 $a^*$ 值显著高于PS灭菌样( $P<0.05$ ),相反PS灭菌样的 $b^*$ 值显著低于UHT、MS灭菌样( $P<0.05$ ),PS灭菌能够较好的保留蓝莓汁的色泽;不同灭菌方式对蓝莓汁中花色苷含量、DPPH自由基清除率影响差异显著( $P<0.05$ ),PS灭菌能够有效保留蓝莓汁中营养成分,以蓝莓花色为例,不同灭菌方式不同程度上抑制蓝莓汁中PPO、POD等促进色泽变化、花色苷降解酶的活性,从而降低了色泽变化、花色苷的降解,然而MS灭菌样的DPPH自由基清除率却显著高于UHT和PS灭菌样;采用定量描述分析法对蓝莓汁进行感官评价得出,PS灭菌破坏了蓝莓汁的天然色泽、香气味,产生不适的蒸煮味,后感明显减弱,然而却在一定程度上抑制了酶促褐变。MS灭菌则最大限度地保持了食品的色泽、香气及风味,感官品质与对照样最接近。微波技术与传统的热处理技术相比,不仅加热均匀、保护果汁中热敏性营养素、减少其天然色泽和香味的流失,还可以避免灌装引起

的二次污染。

### 参考文献

- [1] 贺强,吴立仁.蓝莓果实中营养成分的生物学功能[J].北方园艺,2010,24:222-224  
HE Qiang, WU Li-ren. Discussions on the biological function of nutrients in blueberry fruit [J]. Northern Horticulture, 2010, 24: 222-224
- [2] 陈介甫,李亚东,徐哲.蓝莓的主要化学成分及生物活性[J].药学学报,2010,45(4): 422-429  
CHEN Jie-fu, LI Ya-dong, XU Zhe. Chemical principles and bioactivities of blueberry [J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 2010, 45(4): 422-429
- [3] 樊基胜,吴林生,张春龙,等.野生蓝莓资源的开发与利用[J].园艺与种苗,2012,6:93-95  
FAN Ji-sheng, WU Gui-lin, ZHANG Chun-long, et al. Development and utilization of wild blueberries [J]. Horticulture & Seed, 2012, 6: 93-95
- [4] Kader F, Rovel F, Girardin M, et al. Mechanism of browning in fresh highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L) role of blueberry polyphenol oxidase, chlorogenic acid and anthocyanins [J]. Journal of the Science of Food and Agricultural, 1999, 74(1): 31-34
- [5] Rossi M, Giussani E, Morelli R, et al. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice [J]. Food Research International, 2003, 36(9): 999-1005
- [6] Lee J, Durst R W, Wrolstad R E. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: comparison of two pretreatments [J]. Journal of Food Science, 2002, 67(5): 1660-1667
- [7] Barba F J, Esteve M J, Frigola A. Physicochemical and nutritional characteristics of blueberry juice after high pressure processing [J]. Food Research International, 2013, 50(2): 545-549
- [8] Barba F J, Jäger H, Meneses N, et al. Evaluation of quality changes of blueberry juice during refrigerated storage after high-pressure and pulsed electric fields processing [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 14: 18-24
- [9] 房子舒,易俊洁,张雅洁,等.超高压和高温瞬时杀菌对蓝莓汁品质影响的比较[J].食品与发酵工业,2012,38(12): 7-10  
FANG Zi-shu, YI Jun-jie, ZHANG Ya-jie, et al. Effect of short time sterilization with high hydrostatic pressure and high temperature on the quality of blueberry juice [J]. Food

- and Fermentation Industries, 2012, 38(12): 7-10
- [10] Buckow R, Kastell A, Terefe N, et al. Pressure and temperature effects on degradation kinetics and storage stability of total anthocyanins in blueberry juice [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58: 10076-10084
- [11] 刘佳,王海钢,岳鹏翔,等.热处理与微波处理对蓝莓汁品质的影响[J].食品工业科技,2012,33(17):235-24
- LIU Jia, WANG Hai-gang, YUE Peng-xiang, et al. Effects of thermal and microwave treatment on blueberry juice quality [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(17): 235-24
- [12] 李汴生,张微,梅灿辉.超高压和热灭菌对鲜榨菠萝汁品质影响的比较[J].农业工程学报,2010,26(1):359-364
- LI Bian-sheng, ZHANG Wei, MEI Can-hui. Comparison of effects of ultra-high pressure and heat sterilization on qualities of freshly-squeezed pineapple juice [J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(1): 359-364
- [13] 王寅,陶晓赟,陈健,等.高压脉冲电场和热处理对蓝莓汁品质的影响[J].食品工业科技,2012,33(19):68-71
- WANG Yin, TAO Xiao-yun, CHEN Jian, et al. Influence of pulsed electric field (PEF) and thermal treatments on quality of blueberry juice [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(19): 68-71
- [14] Lee J, Durst R W, Wrolstad R E. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: comparison of two pretreatments [J]. Journal of Food Science, 2002, 67(5): 1660-1667
- [15] Syamaladevi R M, Andrews P K, Davies N M, et al. Storage effects on anthocyanins, phenolics and antioxidant activity of thermally processed conventional and organic blueberries [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2012, 92(4): 916-924