

# 超高压处理对核桃雄花序体内酶及主要成分的影响研究

陈发庆<sup>1</sup>, 王成忠<sup>2</sup>, 张新明<sup>3</sup>

(1.山东轻工业学院食品与生物工程学院, 山东济南 250353) (2.烟台职业学院食品与生化工程系, 山东烟台 264670) (3.山东省食品发酵工业研究设计院, 山东济南 250013)

**摘要:** 本文研究了在室温下, 采用不同处理压力和时间对核桃雄花序体内的多酚氧化酶和过氧化物酶的活性影响, 并研究了对其体内 Vc、叶绿素、可溶性蛋白质的含量的影响。结论表明, 采用 500 MPa、15min 的超高压处理后, 可有效的抑制核桃雄花序体内多酚氧化酶和过氧化物酶的活性, 防止其在采摘后迅速褐变、衰老。而且最大程度的保留了其体内的主要营养成分及色泽。并为核桃雄花序加工和产品开发提供了依据。

**关键词:** 超高压; 核桃雄花序; 酶活力

文章编号: 1673-9078(2013)4-745-748

## Effect of High Pressure on Enzymes and Main Components in Flowers of *Juglans regia* L.

CHEN Fa-qing, WANG Cheng-zhong, Zhang Xin-ming

(1.Shandong Light Industries University, College of Food and Biological Engineering, Shandong Ji'nan 250353, China)

(2. Yantai Vocational College, Department of Food and Biochemical Engineering, Shandong Yantai 264670, China)

(3 Shandong Food & Fermentation Industry Research and Design Institute, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** The effect of ultra high pressure treatment (100~600 MPa) and treatment time (10~30 min) on peroxidase and polyphenol oxidase activity and contents of Vc, chlorophyll and soluble protein of *Juglans regia* L flowers were studied. Results showed that residual enzyme activity of POD and OPP were decreased obviously under 500 MPa for 15 min, preventing its browning effectively during storage and maximum while retaining the main nutrition, Vc and color. This research provided the basis for the development and utilization of *Juglans regia* L. flowers.

**Key words:** ultra high pressure; juglans regia L. flowers; enzymes activity

核桃雄花序又称核桃花, 呈柔荑状, 采回后稍经加工就可食, 蛋白质含量特别高, 干重时可达21%, 并含有较高含量胡萝卜素、矿物质元素以及微量元素等, 营养丰富均衡, 是一种待开发的天然保健功能性食品资源<sup>[1]</sup>。据调查核桃花粉量很大, 一株18年生核桃大树可产雄花序2000个。目前我国每年可采收至少有100万t核桃花, 在核桃丰产栽培时85%的核桃雄花序需要摘除, 因此其产量非常稳定。加上有传统的食用习惯, 所以是很值得作为保健食品资源深入研究开发和利用。

超高压(UHP)是一项新兴食品加工技术, 与一般

的热加工相比, 对食品的营养成分破坏少, 且能很好地保留食品原有的色泽及风味, 有延长食品货架期等优点<sup>[2]</sup>。近年来研究报道显示, 许多研究者将超高压加工技术应用于果蔬保鲜与贮藏研究, 并取得了一定的成果。随着超高压食品逐步面世, 超高压食品技术引起了人们的极大关注和期待。

本文利用超高压处理核桃雄花序, 研究了对其体内酶和主要营养成分的影响, 为其采摘后的贮藏和开发利用提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料和试剂

核桃雄花序, 2012年4月采自长清双泉镇, 放入冰箱冷藏, 试验选取无机械损伤、色泽均一、长度一致, 清洗晾干备用。

收稿日期: 2012-11-28

作者简介: 陈发庆 (1987-), 男, 在读研究生, 研究方向: 食品资源开发

通讯作者: 王成忠 (1962-), 男, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 食品资源开发

愈创木酚、邻苯二酚, 国药集团化学试剂有限公司; 碘酸钾、考马斯亮蓝等, 天津市博迪化工有限公司。

## 1.2 仪器设备

HPP.L3-600/0.6型超高压处理设备, 天津华泰森淼生物工程有限公司; GL-16aR型高速冷冻离心机, 上海旦鼎有限公司; 7230G型可见分光光度计, 上海棱光技术有限公司; 真空包装机, 济南康佳包装食品机械厂。

## 1.3 试验方法

### 1.3.1 超高压处理

把备好的核桃雄花序装入真空包装袋, 真空包装后, 将试样浸于高压容器内, 在室温下, 按照预先设计好的处理压力和时间进行超高压处理实验, 处理后将试样表面水分擦干并置于冰箱中冷藏, 并在8h内测定所需要的相关指标。

### 1.3.2 多酚氧化酶的酶活力测定

称取5 g试样, 置于研钵中, 加入5.0 mL提取缓冲液(1 m MPEG、4% PVPP和1% Triton X-100), 在冰浴条件下, 研磨成匀浆, 然后转入离心管于4 °C、8000 r/min离心30 min, 收集上清液即为酶提取液, 低温保存备用。

取一支试管, 加入4.0 mL 50 mmol/L、pH=5.5乙酸-乙酸钠缓冲液和1.0 mL 50 mmol/L 邻苯二酚溶液, 最后加入酶提取液100  $\mu$ L, 并同时开始计时, 将反应后的混合液倒入比色皿中, 用分光光度计在波长420 nm测定混合液的吸光度变化, 每隔1 min记录一次吸光度 $A_{420}$ 的变化值, 共记录6次<sup>[3]</sup>。

### 1.3.3 过氧化物酶的酶活力测定

称取5 g试样, 置于研钵中, 加入5.0 mL提取缓冲液(1 mmol PEG、4% PVPP和1% Triton X-100), 在冰浴条件下, 研磨成匀浆, 然后转入离心管于4 °C、8000 r/min离心30 min, 收集上清液即为酶提取液, 低温保存备用。

取一支试管, 加入3.0 mL 25 mmol/L愈创木酚溶液中和0.5 mL酶提取液, 再加入200  $\mu$ L 0.5 mol/L  $H_2O_2$ 溶液迅速混匀, 并同时开始计时, 将反应后的混合液倒入比色皿中, 用分光光度计在波长470 nm测定混合液的吸光度变化<sup>[4]</sup>。隔1 min记录一次吸光度 $A_{470}$ 的变化值, 共记录6次。

将每分钟吸光度变化值增加1个单位定为1个酶活单位, 将未处理的酶提取液的相对酶活力定为100, 将处理后的酶活力与其比较计算, 得出相对酶活力, 单位为%。

### 1.3.4 Vc含量的测定

采用碘酸钾滴定法, 取5 g试样, 置于研钵中, 加

入适量2%盐酸溶液, 冰浴条件下研磨成匀浆, 转入100 mL容量瓶中, 清洗研钵并定容, 提取10 min后过滤, 取滤液备用。

分别取0.5 mL 10 g/L KI溶液、2.0 mL 5g/L淀粉溶液、2.5 mL蒸馏水和5.0 mL提取液置于三角瓶混匀。用 $KIO_3$ 溶液滴定并记录所用体积, 重复三次。

### 1.3.5 叶绿素总含量测定

采用分光光度计法。

### 1.3.6 可溶性蛋白质含量测定

采用考马斯亮蓝染色法。

## 2 结果与分析

### 2.1 超高压处理对核桃雄花序体内酶活力的影响

#### 2.1.1 处理压力对核桃雄花序体内酶活力的影响

多酚氧化酶和过氧化物酶是核桃雄花序采摘后导致其褐变和衰老的主要酶, 为了研究两种酶在超高压下的变化特性, 试验在室温下进行, 选取处理时间为10 min进行6种压力(100、200、300、400、500、600 MPa)的处理, 以未处理的作为对照。处理压力对核桃雄花序体内酶活性影响如图1所示。

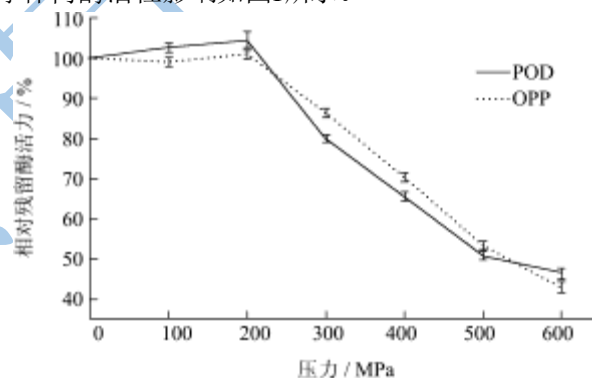


图1 处理压力对核桃雄花序体内酶活性的影响

Fig.1 Effect of high pressure on enzymes in *Juglans regia L.* flowers

由图1可知, 当压力200 MPa以下时, 两种酶的酶活力随着压力升高有一定程度的升高, 但当压力超过200 MPa逐渐升高时, 两种酶的酶活力随压力升高而明显逐渐降低。这一现象与Buts等人研究报道称超高压在较低的压力能激活某些酶, 但随着压力升高会使酶活力逐渐降低<sup>[5]</sup>, 当压力达到一定值能导致酶失活的结论是相符的。

#### 2.1.2 处理时间对核桃雄花序体内酶活性的影响

为了研究处理时间对核桃雄花序体内多酚氧化酶和过氧化物酶的活力影响, 在室温下, 实验选取处理压力500 MPa, 对核桃雄花序进行5种处理时间(10、15、20、25、30 min)处理。处理时间对两种酶的酶活力的影响如图2所示。

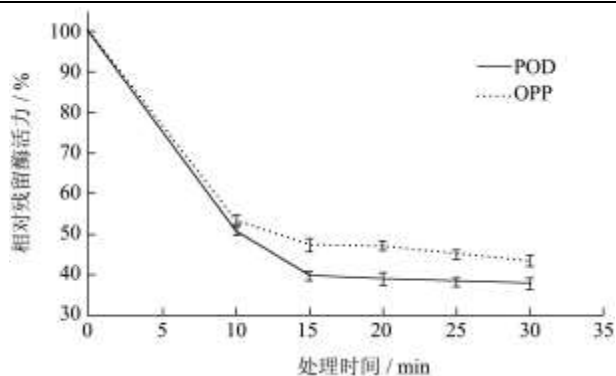


图2 处理时间对核桃雄花序体内酶活性的影响

Fig.2 Effect of Time treatment on enzymes in *Juglans regia* L. flowers

由图2可知, 室温在500 MPa压力下, 核桃雄花序体内多酚氧化酶和过氧化物酶的活力随着处理时间的延长有明显的降低, 但处理时间进一步延长, 两种酶的酶活力的降低趋势减缓并趋于稳定。这说明两种酶的酶活力随着处理时间延长达到一定低水平后, 进一步延长时间对酶活力影响并不显著。

## 2.2 超高压对核桃雄花序体内主要成分的影响

### 2.2.1 超高压对核桃雄花序Vc含量的影响

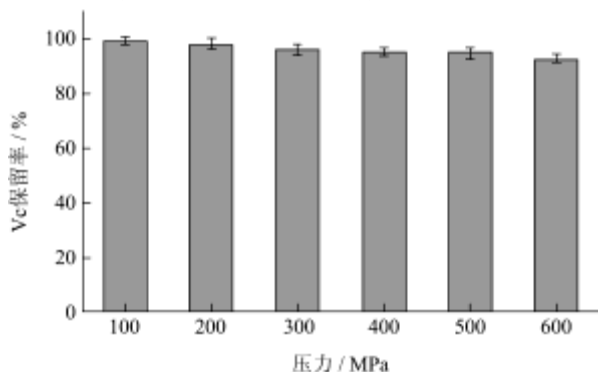


图3 处理压力对核桃雄花序Vc含量的影响

Fig.3 Effect of high pressure on Vc in *Juglans regia* L. flowers

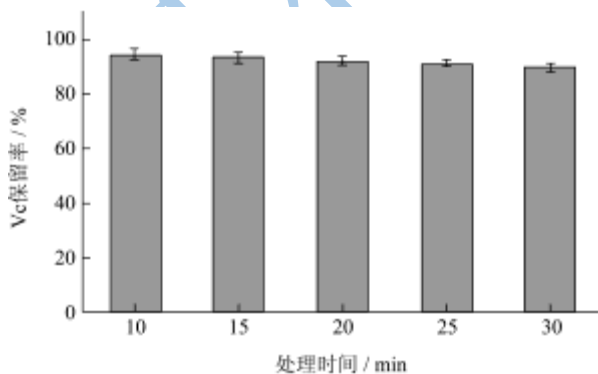


图4 处理时间对核桃雄花序Vc含量的影响

Fig.4 Effect of Time treatment on Vc in *Juglans regia* L. flowers

压力和时间对核桃雄花序Vc含量的影响, 如图3、4所示, 在不同压力下, Vc含量随压力升高有降低趋势, 但不是很显著。而在选定压力下, 随时间延长, 其Vc

含量也是降低趋势, 两者与对照组相比较差别并不是很大, 这说明超高压对Vc水溶性维生素作用不显著, 其损失是很小的<sup>[6]</sup>。

### 2.2.2 超高压对叶绿素总含量的影响

超高压条件对叶绿素总含量影响检测结果如图5、6所示。不同处理压力条件, 叶绿素总含量随压力升高而有所下降, 但高于未处理试样的叶绿素含量。原因可能是超高压能破坏叶绿体使叶绿素从中被释放出来<sup>[7]</sup>, 但在高压条件下叶绿素溶出后并不稳定, 从而使得叶绿素总含量逐渐降低。

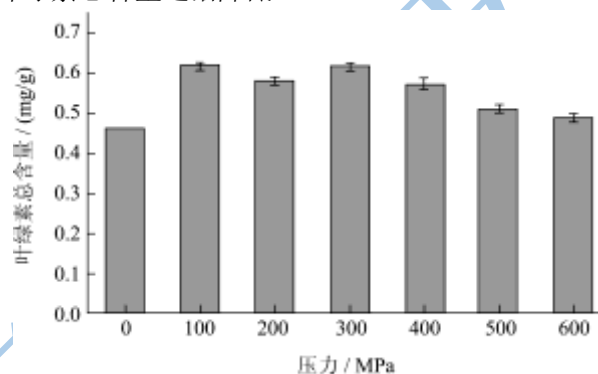


图5 处理压力对核桃雄花序叶绿素总含量的影响

Fig.5 Effect of high pressure on Chlorophyll in *Juglans regia* L. flowers

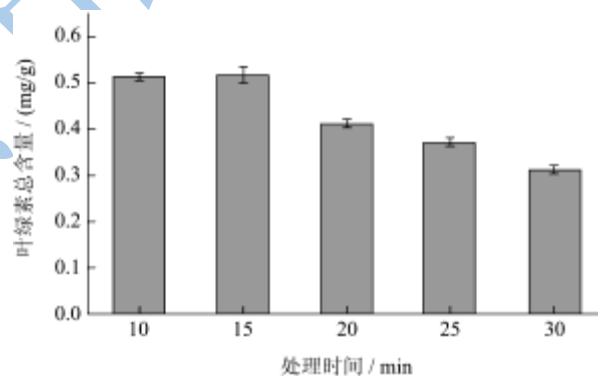


图6 处理时间对核桃雄花序叶绿素总含量的影响

Fig.6 Effect of Time treatment on Chlorophyll in *Juglans regia* L. flowers

由图6可知, 在室温500 MPa压力下, 核桃雄花序的叶绿素总含量随时间的延长出现下降, 这说明高压条件下叶绿素被释放而增加溶出, 但过长的处理时间会在一定程度上破坏叶绿素而使得含量下降。

### 2.2.3 超高压对核桃雄花序可溶性蛋白质含量的影响

可溶性蛋白质含量检测结果如图7、8所示, 可溶性蛋白质含量随着处理压力的升高有所下降, 但幅度不大, 研究证明这可能与蛋白质的三级结构有关, 由于三级结构的稳定性主要由氢键、疏水、二硫键和静电相互作用等决定的<sup>[8]</sup>, 而在超高压下极易受到破坏, 在200 MPa以上的压力, 随着处理时间得延长, 蛋白质

三级结构受到高压破坏,使得部分氨基酸游离出来,从而显著降低了可溶性蛋白质含量。

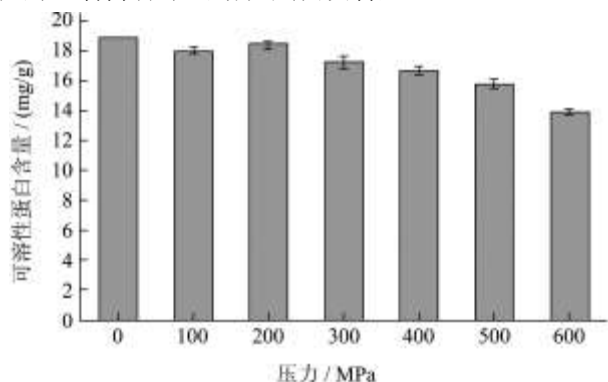


图7 处理压力对核桃雄花序可溶性蛋白质含量的影响

Fig.7 Effect of high pressure on soluble protein in *Juglans regia* L. flowers

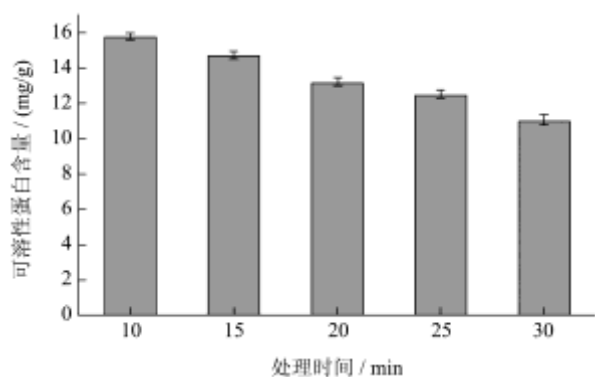


图8 处理时间对核桃雄花序可溶性蛋白质含量的影响

Fig.8 Effect of Time treatment on soluble protein in *Juglans regia* L. flowers

### 3 结论

从以上的实验结果经过综合分析,根据酶失活情况、核桃雄花序的营养成分保留及感官特性,经过500

MPa、15 min的超高压处理的核桃雄花序,可有效的抑制其体内过氧化物酶和多酚氧化酶的活性,防止在采摘后迅速褐变、衰老。而且能最大程度上保留其体内的主要营养成分及色泽。为核桃雄花序加工和产品开发提供了依据。

### 参考文献

- [1] 杨佩荣.核桃花的营养功能及干燥法[J].食品研究与开发,2001,22(增刊):57
- [2] 励建荣,王泓.超高压技术在食品工业中的应用及前景[J].现代食品科技,2006,22(1):171-174
- [3] FANG L, JIANG B, ZHANG T. Effect of combined high pressure and thermal treatment on kiwifruit peroxidase [J]. Food Chemistry, 2008,109(4): 802-807
- [4] SANCHO F, LAMBERT Y, DEMAZEAU G, et al. Effect of ultra-high hydrostatic pressure on hydrosoluble vitamins [J]. Journal of Food Engineering, 1999, 39(3): 247-253
- [5] VAN LOEY A, OOMS V, WEEMAES C, et al. Thermal and pressure temperature degradation of chlorophyll in broccoli (*Brassica oleracea* L. italica) Juice: A kinetic study [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(12): 5289-5294
- [6] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007
- [7] 胡友栋,励建荣,蒋跃明.超高压处理影响果蔬品质的研究进展[J].食品科学,2009,30(99):236-239
- [8] Butz P, Fernandez Garcia A, Lindauer R, et al. Influence of high pressure processing on fruit and vegetable products [J]. Journal of Food Engineering, 2003, 56: 233-236