

# 超高压处理对树莓汁杀菌效果的影响\*

闫雪峰 赵有斌

(中国农业机械化科学研究院,北京 100083)

**【摘要】** 以新鲜树莓汁为主要原料,研究了超高压处理对新鲜树莓汁菌落总数变化以及霉菌、酵母菌、大肠杆菌、沙门氏菌存活量的影响。结果表明:压力越高,杀菌效果越好;保压时间的延长有助于微生物的杀灭,在室温(25℃),压力为200 MPa、保压时间为5 min时,大肠杆菌被完全杀灭;在压力为300 MPa、保压时间为15 min时,沙门氏菌被完全杀灭;在压力为400 MPa、保压时间为15 min时,酵母菌和霉菌也可被完全杀灭;在压力为600 MPa、保压时间为25 min时,虽不能完全杀灭所有微生物,但菌落总数可降至10 cfu/mL以内,达到国家食品相关标准要求。

**关键词:** 树莓汁 杀菌 超高压

中图分类号: TS205.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2010)S0-0212-04

## Study on Effect of Ultra-high Pressure Processing on Sterilization of Raspberry Juice

Yan Xuefeng Zhao Youbin

(Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China)

### Abstract

Natural microflora, yeast and mold, *E. coli*, and *Salmonella* in fresh raspberry juice were taken as the research objects for discussing the sterilizing effect of UHP. It showed that the higher the pressure was, the better the sterilization effect would be; with increased holding pressure time, the lethal effect on these microorganisms became stronger. At room temperature (25℃) and with the pressure of 200 MPa, *E. coli* was totally killed when the holding pressure time was 5 min. At the pressure of 300 MPa and holding pressure time of 15 min, *Salmonella* was totally killed. At pressure of 400 MPa and holding pressure time of 15 min, mold and yeast were totally killed. When the pressure was 600 MPa and the holding pressure time was 25 min, the micro-organisms in the juice were not completely killed; however, the total number of colonies could be reduced below 10 cfu/mL, which met the national food hygienic standard of China (NFHSC) criterion.

**Key words** Raspberry juice, Sterilization, Ultra-high pressure

### 引言

超高压处理被认为是解决热敏性果汁风味变坏、香气减少、色泽变差行之有效的方法<sup>[1-5]</sup>。树莓果实柔嫩多汁、香味浓郁、风味独特、色泽诱人。树莓鲜果富含超氧化歧化酶、黄酮、花青素、鞣化酸以

及人体所需多种营养成分,其中天然植物SOD和维生素E的含量位居各种水果之首,但树莓成熟季节性很强,果皮极薄,结构易碎且呼吸速率高,是一种极易腐败的农产品,在贮藏运输过程中,易受机械损伤和微生物浸染而腐烂变质,在常温下贮藏1 d即失去商品价值。关于树莓汁超高压杀菌的研究国内

收稿日期: 2010-07-01 修回日期: 2010-07-13

\*国家“863”高技术研究发展计划资助项目(2007AA100405)和北京市超高压技术在果品加工中的应用研究及示范项目(D101105046610001)

作者简介: 闫雪峰,硕士生,主要从事农产品深加工技术研究,E-mail: cpfmc@yahoo.cn

通讯作者: 赵有斌,研究员,主要从事农产品加工和贮藏工程研究,E-mail: zhaoyoubin@sina.com

尚未报道,本文针对超高压处理技术的压力和保压时间2个因素对树莓汁杀菌效果的影响进行研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

新鲜树莓(*Rubus idaeus* L.),北京东方夏都树莓科技发展有限公司。营养琼脂,孟加拉培养基,大肠杆菌显色培养基(ECA),沙门氏菌显色培养基(SA),培养基均购于北京陆桥技术有限责任公司。复合塑料袋,北京华盾雪花塑料集团有限责任公司。沙门氏菌,菌株为 *Salmonella typhimurum* ATLL14028,中国科学院微生物研究所。

### 1.2 试验设备

九阳家用榨汁机;超高压试验台,包头科发高压科技有限责任公司;LDZX-50KB型立式压力蒸汽灭菌器,上海申安医疗器械厂;SW-CJ-1FD型单人单面净化工作台,上海一恒科技有限公司;THZ-98A型恒温振荡培养箱,上海一恒科技有限公司;ZF-400型真空封口机,北京荣盛包装机械厂。

### 1.3 试验方法

(1)为了保证所有试验样品中微生物种类、数量一致,试验用树莓汁均为一次制备。鲜采树莓果实经选果、清洗、榨汁、粗滤得到试验所用树莓汁(备用)。在预试验中发现,超高压处理前后的树莓汁中均未检出致病菌。由于在实际生产中树莓果实很可能在栽培、收获、运输等过程中污染致病菌,为了检测这些致病菌在树莓汁体系下超高压处理后的存活率,将沙门氏菌接种入树莓汁中,摇匀,在4℃下静置24 h,然后对其进行超高压处理。

(2)超高压处理方法:将树莓汁密封于双层聚乙烯塑料袋中,置于超高压试验台,于不同条件下进行超高压处理,压力范围为常压到600 MPa,保压时间为5~25 min。

(3)微生物检测:根据国家食品微生物检验标准(GB4789)检验菌落总数以及霉菌和酵母菌;利用显色培养基检测树莓汁中含有的沙门氏菌和大肠杆菌。

## 2 结果与讨论

### 2.1 压力对树莓汁微生物存活量的影响

#### 2.1.1 菌落总数

尽管制备树莓汁过程中对环境、材料和试验用具进行了严格的消毒,但是树莓汁常压下初始含菌量仍达到了700 cfu/mL。压力从常压到100 MPa,随着压力的增大,含菌量下降的速度比较慢,100 MPa以下的压力,对微生物的杀灭效果很小,其杀灭效果

只限于某些对压力极为敏感的微生物,说明大部分的微生物耐压阈值高于100 MPa。超高压处理树莓汁中菌落总数与加压压力之间的关系如图1所示。当压力超过100 MPa,进入超高压阶段,发现树莓汁的含菌量下降速度加快,加压压力对微生物具有有效的杀灭作用,随着处理压力的提高,含菌量呈下降趋势,施加压力大小与细菌的存活量呈反比关系。当压力大于400 MPa以后,压力致死曲线偏离直线,树莓汁中含菌量的下降趋势减缓,在压力达到500 MPa以上时,曲线变得平坦,压力增加,含菌量变化很小。这是由于每种菌都有自己的耐压阈值,压力敏感菌压力阈值较低,耐压菌的压力阈值较高。杀死一般微生物的细胞通常只要室温(25℃)和400 MPa以下的压力,而杀死耐压性的芽孢则需要更高的压力或者是结合其他的处理形式。因而高压处理后,大部分压力敏感菌死亡,而少部分耐压菌由于压力远未达到其耐压阈值,在有限的范围内即使再升高压力,菌落总数也几乎不会减少。当压力达到600 MPa、保压25 min时,树莓汁中的含菌量降到了10 cfu/mL以内。树莓汁中菌类繁多,试验证明,当施加压力达到600 MPa,保压时间5、15、25 min时,菌落总数分别为30、12和小于10 cfu/mL,已达到国家食品相关标准(小于等于100 cfu/mL)要求。

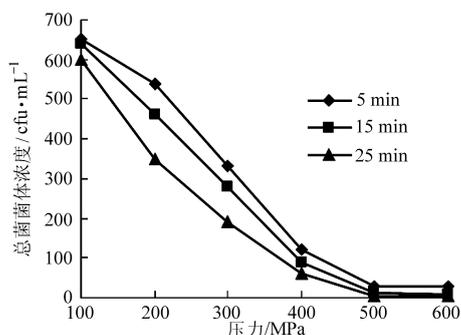


图1 压力对菌落总数的影响

Fig. 1 Effect of pressure on microflora

#### 2.1.2 霉菌和酵母菌

经过严格消毒后,树莓汁常压下霉菌和酵母菌的初始含量为270 cfu/mL。超高压处理树莓汁中霉菌和酵母菌存活量与加压压力之间的关系如图2所示。由图可见,随着处理压力的升高,鲜榨树莓汁中霉菌和酵母菌显著减少,超高压处理对霉菌和酵母菌具有有效的杀灭作用,霉菌和酵母菌对压力很敏感。在100~300 MPa之间,霉菌和酵母菌总数与压力呈线性关系,压力超过300 MPa,曲线趋势平缓。压力为400 MPa,保压时间为5 min处理后,样品中霉菌和酵母菌总含量降为10 cfu/mL,压力为400 MPa,保压时间为15 min处理后,样品中检测不到霉菌和酵母菌。加大压力为500 MPa,保压时间

5 min, 同样检测不到霉菌和酵母菌。在相同的处理压力下, 随着保压时间的延长, 霉菌和酵母菌的致死率升高, 但保压时间只影响杀菌曲线的斜率不影响整体杀菌趋势。

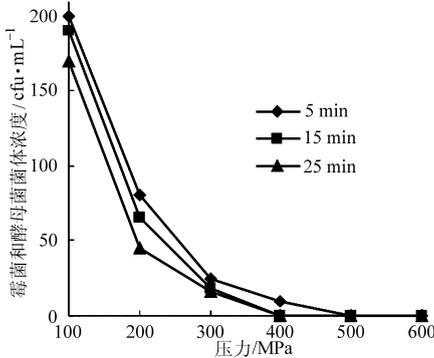


图2 压力对霉菌和酵母菌的影响

Fig. 2 Effect of pressure on mold and yeast

### 2.1.3 大肠杆菌

试验发现, 常压下树莓汁大肠杆菌的初始含菌量为 20 cfu/mL, 超高压处理对大肠杆菌细胞具有有效的杀灭效果。超高压处理树莓汁中大肠杆菌存活量与加压压力之间关系如图 3 所示。大肠杆菌对压力非常敏感, 压力为 200 MPa, 保压时间为 5 min 已彻底杀灭。大肠杆菌为革兰氏阴性菌, 革兰氏阴性菌由于细胞壁中肽聚糖层很薄, 所以对高压很敏感。在恒定的保压时间下, 大肠杆菌数与压力呈线性关系。

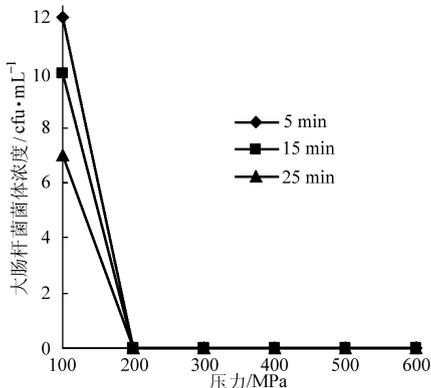


图3 压力对大肠杆菌的影响

Fig. 3 Effect of pressure on *E. coli*

### 2.1.4 沙门氏菌

超高压处理树莓汁中沙门氏菌存活量与加压压力之间关系如图 4 所示。试验发现, 超高压处理对沙门氏菌细胞具有有效的杀灭效果。沙门氏菌对压力同样非常敏感, 当压力为 300 MPa 时, 保压时间为 15 min 即可彻底杀灭。沙门氏菌同样为革兰氏阴性菌。沙门氏菌总数与压力呈线性关系。

## 2.2 保压时间对树莓汁微生物存活量的影响

### 2.2.1 菌落总数

超高压处理树莓汁中菌落总数存活量与保压时

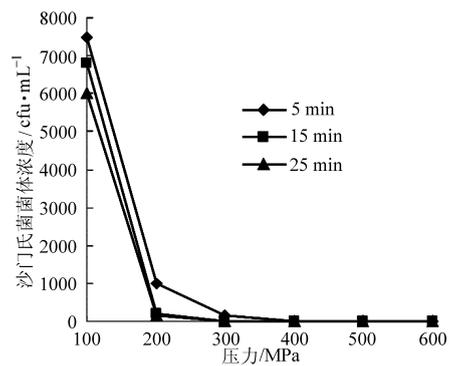


图4 压力对沙门氏菌的影响

Fig. 4 Effect of pressure on *Salmonella*

间之间的关系如图 5 所示。不同压力水平下, 细菌存活量与保压时间的关系曲线趋势相近。压力越大, 微生物存活量越小。3 条曲线均表明保压时间在最初的 5 min 之内, 随着保压时间延长细菌存活量下降速率大; 之后曲线变为水平, 随着保压时间延长, 细菌存活量下降速率明显减弱。这是因为每种菌都有自身的耐压阈值, 大量的压力敏感菌在低压时即可很快被杀灭, 剩余的耐压菌在加压压力未达到阈值时, 保压时间的延长只能杀灭少量微生物。

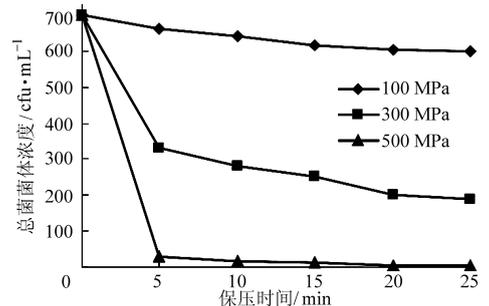


图5 保压时间对菌落总数的影响

Fig. 5 Effect of holding pressure time on microflora

### 2.2.2 霉菌和酵母菌

超高压处理树莓汁中霉菌和酵母菌存活量与保压时间的关系如图 6 所示, 霉菌和酵母菌属于真菌, 其耐压能力介于革兰氏阴性菌和革兰氏阳性菌之间。保压时间在 5 min 之内, 随着保压时间的延长, 霉菌和酵母菌的存活量下降迅速, 保压时间延长到 15 min 和 25 min 时, 霉菌和酵母菌的存活量变化很小。压力为 400 MPa, 保压时间为 15 min, 树莓汁中的霉菌和酵母可完全杀灭; 压力为 500 MPa, 保压时间为 5 min, 酵母菌和霉菌同样可以被完全杀灭。

### 2.2.3 大肠杆菌

超高压处理树莓汁大肠杆菌存活量与保压时间的关系如图 7 所示。大肠杆菌的杀灭规律与霉菌和酵母菌很相似。在开始保压的 5 min 内, 大肠杆菌数量急剧减少。10 ~ 25 min 期间, 曲线趋势平缓。压力为 100 MPa, 时间为 25 min 时, 大肠杆菌仍有检

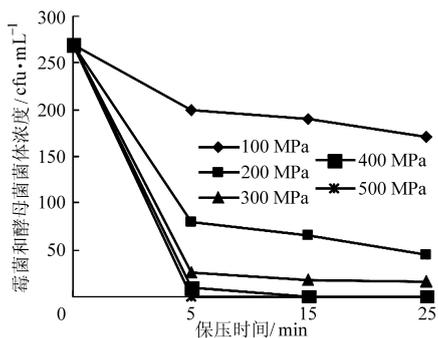


图6 保压时间对霉菌和酵母菌的影响

Fig. 6 Effect of holding pressure time on mold and yeast

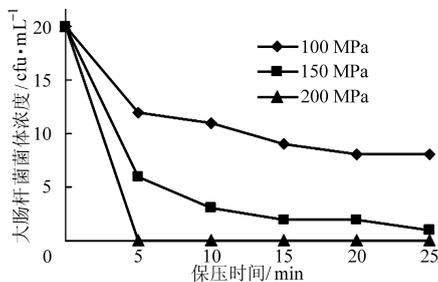


图7 保压时间对大肠杆菌的影响

Fig. 7 Effect of holding pressure time on *E. coli*

出;压力为 200 MPa,时间为 5 min,大肠杆菌即可被完全杀灭。

#### 2.2.4 沙门氏菌

超高压处理树莓汁沙门氏菌存活量与保压时间的关系如图 8 所示。沙门杆菌的杀灭规律与霉菌和酵母菌很相似,但其耐压能力较大肠杆菌要强。在保压最初的 5 min 内,沙门氏菌急剧减少,压力为 300 MPa,时间为 15 min 时,沙门氏菌被完全杀灭。

### 3 结论

(1)当超高压处理压力增加时,树莓汁中的含

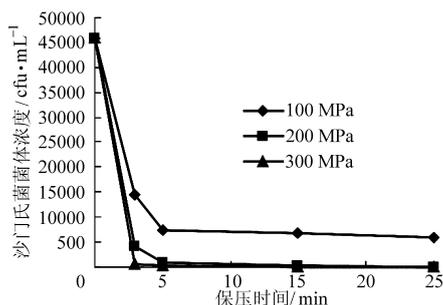


图8 保压时间对沙门氏菌的影响

Fig. 8 Effect of holding pressure time on *Salmonella*

菌量急剧下降,可见超高压处理对树莓汁的杀菌是非常有效的,但是在 500 MPa 以下的压力,超高压并不能完全杀灭所有的微生物。

(2)酵母菌和霉菌、大肠杆菌、沙门氏菌均属于压力敏感性微生物,其耐压能力从大到小依次为:酵母菌和霉菌、沙门氏菌、大肠杆菌。大肠杆菌在常温下,压力为 200 MPa,保压时间 5 min 即可被完全杀灭。在 300 MPa,保压时间为 15 min 时,沙门氏菌被完全杀灭;压力为 400 MPa,保压时间为 15 min 时,酵母菌和霉菌也可被完全杀灭。

(3)保压时间的延长有助于微生物的杀灭,在压力为 100 ~ 500 MPa,梯度为 200 MPa,保压时间为 5 ~ 25 min,梯度为 10 min,但保压时间延长的作用小于压力的增大,且超过一定范围,继续延长效果不大。

(4)压力 600 MPa、保压时间 25 min 时虽不能完全杀灭所有微生物,但菌落总数可降至 10 cfu/mL 以内,达到国家食品相关标准要求。

#### 参 考 文 献

- Eley E. Under pressure[J]. Food Processing, 1992(4): 23 ~ 25.
- Knorr D. Effects of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality[J]. Food Technology, 1993, 47(6): 156 ~ 161.
- Gao Y L, Wang Y X, Jiang H H. Effect of high pressure and mild heat on *Staphylococcus aureus* in milk using response surface methodology[J]. Process Biochemistry, 2005, 40(5): 1 849 ~ 1 854.
- Trujillo A J, Capellas M, Saldo J, et al. Applications of high hydrostatic pressure on milk and dairy products: a review[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2002, 3(4): 295 ~ 307.
- Butz P, Edenharder R, Garcia A F, et al. Changes in functional properties of vegetables induced by high pressure treatment [J]. Food Research International, 2002, 35(2 ~ 3): 295 ~ 300.