

超高压对澄清苹果汁杀菌效果的研究

杨晓苗, 阮美娟

(天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要: 为研究澄清苹果汁超高压处理与微生物数量之间的关系, 考察了菌落总数、霉菌和酵母菌数在压力 100~500 MPa、保压时间 5~30 min 条件下的变化。结果表明: 随着压力的升高和时间的延长, 杀菌效果增强; 霉菌和酵母菌对压力较为敏感。对不同处理压力下苹果汁杀菌效果进行动力学分析, 应用线性模型, 绘制杀菌曲线, 在 5 个压力水平下, 相关系数 R^2 均大于 0.950, 证明线性拟合效果良好。

关键词: 超高压; 澄清苹果汁; 杀菌; 动力学模型

文章编号: 1673-9078(2012)9-1170-1172

Bactericidal Effect of Ultra-high Pressure on the Clarified Apple Juice

YANG Xiao-miao, RUAN Mei-juan

(College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The relations between the number of microorganisms and processing pressure and holding time in UHP treatment to clarified apple juice were investigated. The numbers of total bacteria, mold and yeast in clarified apple juice were measured after pressure treatment at 100-500 MPa for 5-30 min. The results showed that the bactericidal effect was improved with the increase of pressure level and pressure-holding time. Mold and yeast were more sensitive to high hydrostatic pressure. The linear model was used to fit the survival curve. The correlation coefficients (R^2) were more than 0.950 determined at five pressure levels, which proved that linear model was suitable for the kinetic analysis of bacterial inactivation.

Key words: ultra-high pressure; clarified apple juice; sterilization; dynamic model

热杀菌是目前果汁生产的主要灭菌方式, 能很好的杀灭和钝化果汁中的微生物和酶, 但是对果汁的品质影响较大^[1]。由于热力的作用, 使果汁中的香气和风味物质也会被破坏殆尽, 从而使果汁丧失了其独特的风味以及使果汁中维生素等热敏性的营养成分含量降低^[2]。

食品超高压杀菌是将食品原料包装后密封于超高压容器中(常以水或其他流体介质作为传递压力的媒介物), 在高压(一般不小于 100 MPa, 常用的压力范围是 100~1000 MPa)下加工一定时间, 使食品中的酶、蛋白质、淀粉等生物高分子物质分别失活、变性和糊化, 并杀死食品中的微生物, 从而达到灭菌、保藏和加工的目的^[3]。利用超高压技术杀菌, 不仅可以延长食品的保质期, 而且与热加工方法相比具有明显优势: 能最大限度地保持食品的原品质, 对食品的品质也具有一定的改善作用^[4], 杀菌均匀快速^[5], 耗能低^[6],

收稿日期: 2012-05-11

作者简介: 杨晓苗 (1987-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 食品产品与技术开发

通讯作者: 阮美娟 (1953-), 女, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 农副产品深加工

污染少, 操作安全等。

高压导致微生物的形态结构, 基因机制及细胞壁膜发生多方面变化, 使基本物性变异^[7], 从而影响微生物原有的生理活动机能, 甚至使原有功能破坏或发生不可逆变化, 所以超高压在常温下具有致死微生物的作用^[8]。现阶段利用超高压技术对液态食品进行杀菌处理的研究报道较多, 但对于超高压杀菌动力学的研究极少。本实验探讨了超高压处理对苹果汁的杀菌效果及动力学模型, 旨在为超高压的广泛应用提供实验基础和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 实验材料

红富士苹果 (市售); 铝箔袋。

1.1.2 主要化学试剂

平板计数琼脂培养基、氯化钠、孟加拉红培养基, 均为分析纯。

1.2 主要仪器设备

榨汁机、真空包装机、超高压设备、超净工作台、恒温培养箱。

1.3 试验方法

1.3.1 澄清苹果汁制备工艺

原料选择→清洗→破碎→压榨→粗滤→澄清→过滤→澄清型苹果汁

1.3.2 果汁超高压处理

待处理苹果汁采用铝箔袋真空封口(50 mL/袋)。将苹果汁置于传压介质中,在室温条件下进行超高压处理。

压力保持为 300 MPa,保压时间为 5~30 min,然后取出样品,检测微生物数量,得到保压时间对微生物的影响规律。

压力条件为 100~500 MPa,保压时间为 10 min,然后取出样品,检测微生物数量,得到加压压力对微生物的影响规律。

1.3.3 微生物的测定

菌落总数:按 GB 4789.2-2010 规定的方法测定。

霉菌和酵母菌数:按 GB 4789.15-2010 规定的方法测定。

1.4 数据分析方法

微生物杀灭效果用反应动力学方程分析^[9]

$$\log N = \log N_0 - \frac{kt}{2.303}$$

式中: N_0 : 为超高压处理前样品中菌落总数, CFU/mL; N : 为超高压处理后样品中菌落总数, CFU/mL; t : 保压时间; k : 速率常数。

参考热处理过程中 D 值的定义,同理可得出超高压处理中的 D 值,即一定压力下活菌(或芽孢)数的 90% 死亡所需要的时间,此时 D 值得大小反映微生物的耐压性。

因此直线的斜率可表示为:

$$-\frac{k}{2.303} = -\frac{1}{D}$$

由此,可计算出 D 值。

2 结果与分析

2.1 超高压处理对苹果汁的杀菌效果研究

2.1.1 保压时间对苹果汁中两种微生物杀菌效果的影响

压力保持为 300 MPa,保压时间为 5~30 min,然后取出样品,检测微生物数量,保压时间对微生物的影响结果见图 1。

由图 1 可知,保压时间是影响菌落总数、酵母菌和霉菌数的一个重要因素。在压力一定的条件下,随着保压时间的延长,苹果汁中菌数呈现明显下降的趋势。当保压时间增加到 30 min 时,已经检测不到微生物

的存在。从反应动力学上看,一定压力下,致死曲线在半对数坐标上用线性拟合,所得 R^2 分别为 0.9749 和 0.968,遵循一级反应动力学。根据热处理过程中 D 值的定义,同理可得出超高压处理中的 D 值,经计算,在压力 300 MPa 下,菌落总数的 D 值为 6.58,霉菌和酵母菌数的 D 值为 7.72。由此可见霉菌和酵母菌的耐压性大于细菌的耐压性。

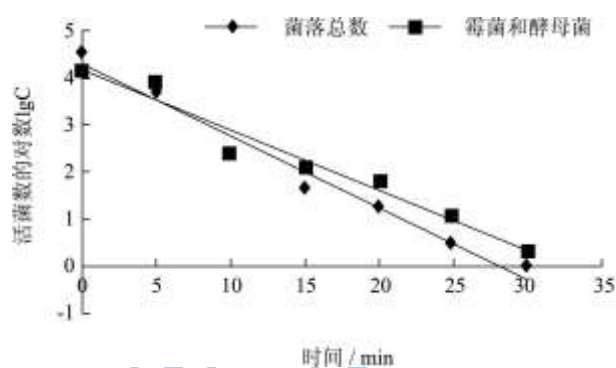


图 1 保压时间对微生物的影响

Fig.1 Effect of pressure-holding time on the number of microbes

2.1.2 压力对苹果汁中两种微生物杀菌效果的影响

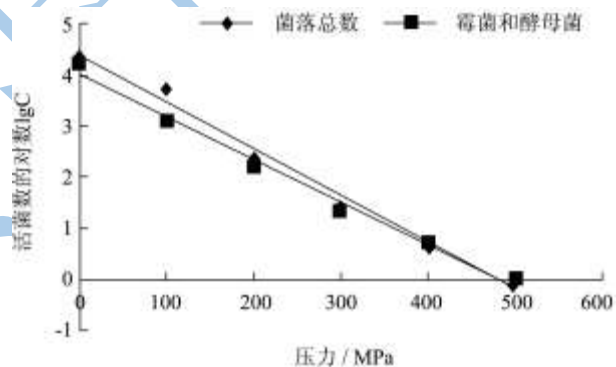


图 2 压力对微生物的影响

Fig.2 Effect of pressure on the number of microbes

由图 2 可知,超高压压力也是影响苹果汁中菌落总数、酵母菌和霉菌数的一个重要因素。在保压时间一定的条件下,随着压力的增大,苹果汁中的菌数呈现明显下降的趋势,致死曲线在半对数坐标上呈直线,所得 R^2 分别为 0.9875 和 0.9871,遵循一级反应动力学。且菌落总数的减少速率大于霉菌和酵母菌的减少速率,当压力达到 500 MPa 时,已经检测不到微生物的存在。

2.2 超高压处理对苹果汁的杀菌动力学研究

在研究超高压对细菌的杀菌动力学模型之前,首先得到 200、300、400、500 及 600 MPa 条件下超高压灭菌的致死曲线:即菌落总数的对数值 $\lg N$ 随加压时间变化的关系曲线,见图 3。

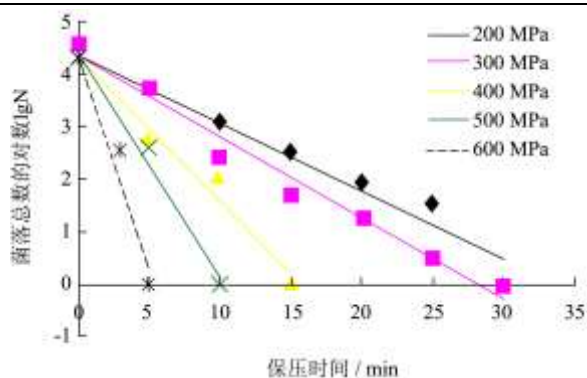


图3 不同压力对苹果汁中菌落总数的影响

Fig.3 Effect of pressure on the bacteria inactivation in apple juice

由图3可知,不同压力处理时,随着保压时间的延长,苹果汁中的菌落总数都呈直线下降趋势。压力越大,菌落总数随时间下降的速度越快。当压力达到600 MPa时,保压5 min即可杀灭苹果汁中所有细菌。各个不同压力下,致死曲线在半对数坐标上均用线性拟合,所得R²见表1,R²均大于0.95,从反应动力学上看,都遵循一级反应动力学。由图3中的数据计算得到各个压力下的D值,见表1。

表1 不同压力下的D值

Table 1 The D values under different pressures

压力/MPa	200	300	400	500	600
线性 R ²	0.9611	0.9749	0.9734	0.9902	0.9535
D 值	7.75	6.58	3.64	2.28	1.17

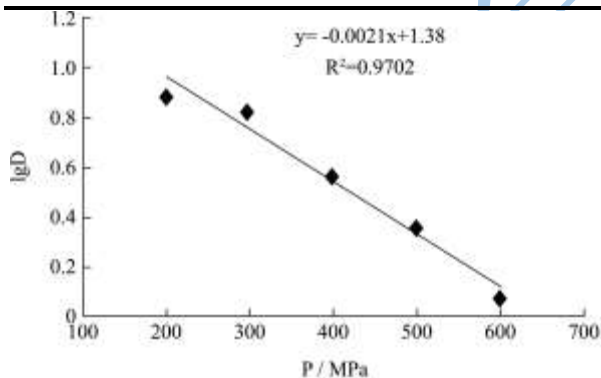


图4 lgD与T的关系

Fig.4 Relationship of lgD and T

以lgD为纵坐标,压力P为横坐标,画出一条直

线,见图4。Z值即为此直线斜率负倒数。Z值的大小与微生物的耐压性有关,Z值越大,表明微生物越耐压。

计算得出Z值为476,即使灭菌时间减少到原来的1/10所需升高的压力为476 MPa。

3 结论

3.1 一级反应动力学模型可以很好地拟合细菌、酵母和霉菌的超高压灭菌动力学,对超高压灭菌工艺的确定有一定的参考意义。

3.2 模型可以简化为杀菌对数随时间和压力变化的方程。由模型得出的特征参数D值和Z值可以用来比较细菌的耐压性。

3.3 除考虑压力、时间因素,还应该考虑之外的因素,如温度、酸度、抑菌剂等的协同杀菌作用。在依据本试验的压力-时间组合灭菌的数据基础上,结合其他的灭菌方式,有望实现理想的灭菌效果。

参考文献

- [1] 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
- [2] 曹明菊,郑晓燕,陈丽华.超高压杀菌技术在果汁生产中应用的研究进展[J].饮料工业,2007,12:7-10
- [3] 赵俊芳,赵玉生.初探食品工业中的超高压灭菌技术[J].包装与食品机械,2006,24(5):28-30
- [4] Knorr D. Effects of high-hydrostatic-pressure process on food safety and quality [J]. Food Technol, 1993, 8: 156-161
- [5] Master AM, Krebbers B, Vanden Berg R W, et al. Advantages of high pressure sterilization on quality of food products [J]. Trends in Food Science and Technology, 2004, 15: 79-85.
- [6] 陈寿鹏.食品高压装置[J].食品科学,1996,17(1):55-62
- [7] 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):171-173
- [8] 夏远景,李志义.超高压灭菌效果实验研究[J].现代食品科技,2007,23(2):20-22
- [9] 徐怀德,王云阳.食品杀菌新技术[M].北京:科学技术文献出版社,2005