

高压脉冲电场对橙汁大肠杆菌和理化性质的影响效果

廖小军¹, 钟葵¹, 王黎明², 史梓男²

(1. 中国农业大学食品科学和营养工程学院, 北京 100083)

(2. 清华大学电机系, 北京 100084)

摘 要: 高压脉冲电场(pulsed electric field)技术是目前研究人员关注的非热加工技术之一。本文研究了高压脉冲电场技术对橙汁中 *E. coli* 和理化性质的影响效果。研究表明, 高压脉冲电场对橙汁确实有杀菌钝酶的效果。当电场强度为 12kV/cm、脉冲时间为 1200 个脉冲时, 橙汁中 *E. coli* 的数量减少了 1.73 个对数; 10 kV/cm、400 个脉冲时过氧化物酶(POD)活性下降了 60%。对于橙汁理化性质总酸、⁹Brix、pH、浊度和色差等指标的影响不大。

关键词: 高压脉冲电场; 非热加工; 橙汁; *E. coli*; 过氧化物酶; 理化性质

Abstract: Pulsed electric field (PEF) technology is one of the focuses to researchers in non-thermal process. The effect of high pulsed electric field treatment on *E. coli* and quality in orange juice was investigated. It's sure PEF has effects on sterilization and activities of enzyme. A 1.73-log reduction of *E. coli* and 60% of activities of peroxidase (POD) in orange juice was determined at 12kV/cm, 1200 pulses and 10kV/cm, 400 pulses. The changes of total acid, ⁹Brix, pH, turbidity and higher whiteness (L*) in orange juice was little.

Key words: pulsed electric field; non-thermal process; orange juice *E. coli*; peroxidase (POD); quality

中图分类号: TS225.36

文献标识码: A

文章编号: 10002-6630(2003)0059-03

热加工是目前食品加工的重要手段, 果蔬汁一般都是采用热加工来杀死微生物和钝化酶的。但不可否认, 对于果蔬汁这种热敏性产品的色、香、味及营养成分等有一定的破坏作用, 不但下降了产品的新鲜度, 甚至还产生了煮熟味, 严重影响了果蔬汁的质量。因此冷杀菌普遍受到了研究人员的关注^[8]。

高压脉冲电场 (PEF) 技术是近年来研究最多的非热加工技术之一, 不但具有良好的杀菌钝酶效果和最大限度地维持了食品的新鲜度, 而且处理温度低, 处理时间短, 通常几十微秒即可完成, 最后不仅可以延长食品的货架期, 还节省能源, 不污染环境。因此, 高压脉冲电场技术已经成为近十几年来最有前途的实现工业化应用的冷杀菌技术之一^[3~6]。

高压脉冲电场的杀菌机理的解释主要有电崩解 (electric breakdown) 和电穿孔 (electroporation)。电崩解认为微生物的细胞膜可以看作一个注满电解质的电容器, 在外加电场的作用下细胞膜上的膜电位差 V 就会随电压的增大而增大, 导致细胞膜厚度减少。当 V 达到临界崩解电位差 V_c 时, 细胞膜上孔形成, 在膜上产生瞬间放电, 使膜分解。电穿孔则是认为外加

电场下细胞膜压缩形成小孔, 通透性增强, 小分子进入到细胞内, 致使细胞的体积膨胀, 导致细胞膜的破裂, 内容物外漏, 细胞死亡^[8]。

目前国外对高压脉冲电场研究的比较详细, 正由中试实验向商品化实验过渡。实验室应用装置就有数十种, 对于装置的设计和电场参数的设置、杀菌钝酶的机理和影响因素、处理后产品的理化性质如营养成分、风味、色泽及货架期各种指标的变化都进行了大量的研究。但在国内, 对于高压脉冲电场技术的研究非常少。在食品的处理效果特别是理化性质上的研究则很少。

高压脉冲电场参数对食品的处理效果有很大的影响。有研究表明, 对处理效果影响最大的因素是脉冲的电场强度和脉冲时间。橙汁是目前世界上消费最大的果汁, 占了世界果汁消费量的 50% 以上^[1]。所以我们将橙汁为研究对象, 看脉冲电场强度和脉冲时间对橙汁杀菌钝酶和一些理化性质的影响效果^[3~6]。

1 材料和方法

1.1 材料与设备

收稿日期: 2003-01-15

作者简介: 廖小军 (1966-), 男, 副教授, 博士, 主要从事果蔬汁的研究。

1.1.1 橙汁的准备

品种为重庆奉节县京奉果业公司的新奇士,清洗后压榨得到新鲜榨汁,然后放置在 -25°C 下冷冻贮藏,实验前两天再放置到 4°C 下解冻。

1.1.2 PEF装置的设计

高压脉冲电场的设置图如图1。采用的是流动式装置。脉冲电源的波形为衰减波,波形如图2^[9],电容为 $0.035\mu\text{F}$,频率10赫兹,处理室采用平板电极,板间距为2cm,容积为10ml,脉宽为 $1.4\mu\text{s}$,每秒10个脉冲,整个管道加处理室的容量为30ml。用泵来抽取橙汁,使橙汁在装置中循环流动来接受电场处理,流速为30ml/min,处理瓶中橙汁30ml,冰浴。

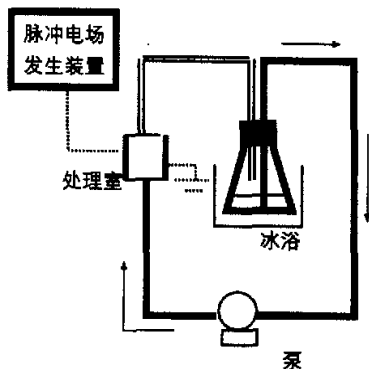


图1 高压脉冲电场的装置图

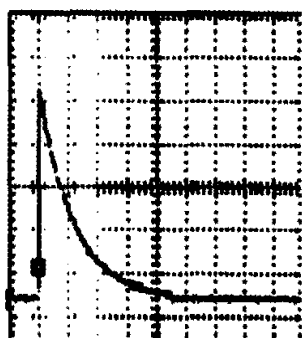


图2 高压脉冲电源放电回路动作波形

1.1.3 PEF电场参数的设置

电场强度分别为8、10、12kV/cm;整个循环时间分别为1、3、6min;脉冲处理时间分别为200、600、1200个脉冲。在理化性质的测定中:1_1表示是场强为10kV/cm 200个脉冲;1_2表示是场强为10kV/cm 600个脉冲;2_1表示是场强为12kV/cm 200个脉冲;2_2表示是场强为12kV/cm 600个脉冲;3表示是场强为15kV/cm 400个脉冲。

1.2 实验方法

1.2.1 橙汁中微生物处理

对橙汁中微生物处理我们培养的是*E. coli*,首先将橙汁在 121°C 下15min,然后大肠杆菌接种到液体培养基中培养, 37°C 下12h,然后50ml用橙汁稀释到500ml,这样橙汁中大肠杆菌的数量达到 10^6 到 10^7CFU/ml 。电场处理后放置 37°C 下培养48h,然后平板记数^[10]。

1.2.2 POD酶活测定

0.5ml 1.5%愈创木酚(溶剂50%的酒精),0.2ml 0.5%的 H_2O_2 ,0.2ml的酶液过氧化物酶,2.1ml 0.05mol/L的pH为6.5的磷酸缓冲液,在 30°C 下保温30min,在470nm下测定吸光值变化。以不加酶液的空白作为参比^[12]。

1.2.3 理化性质的测定

测定的理化性质指标为总酸、 $^{\circ}\text{Brix}$ 、pH、浊度和色差。总酸的测定用氢氧化钠滴定法^[11]。 $^{\circ}\text{Brix}$ 、pH的测定用的是数字阿贝折光仪和pH计。浊度的测定是首先将橙汁在10000r/min转速下离心10min,然后取上层清液,用762型分光光度计测660nm下吸光值^[7]。色差的测定用的是色差仪,测定 L^* 。 $(L=0, \text{黑色}; L=100, \text{白色})$ 同时以 90°C 、1min热处理的为对比,与脉冲电场处理的比较酶活和理化性质^[1]。

2 结果与分析

2.1 高压脉冲电场对*E. coli*的杀灭效果

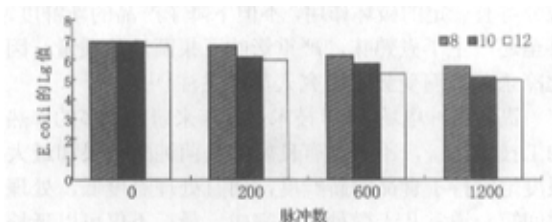


图3 不同脉冲电场强度(kV/cm)和脉冲时间(脉冲数)对橙汁中大肠杆菌的杀灭效果

图3显示的是不同脉冲电场强度和脉冲时间对橙汁中大肠杆菌的灭菌效果。随场强的增强和脉冲时间的延长,灭菌效果愈加明显。当场强为12kV/cm、1200个脉冲时,大肠杆菌降低了1.73个对数值^[2]。

2.2 高压脉冲电场处理后橙汁温度的变化

图4显示的是不同场强和脉冲时间处理后橙汁温度的变化。场强越高,时间越长,则温度上升的越高。一般说来,大肠杆菌对 40°C 以上的温度比较敏感^[2],在200个脉冲时间,最高温度不超过 41°C 。

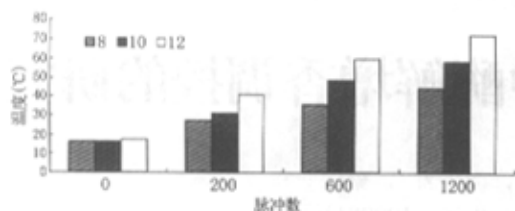


图4 不同脉冲电场强度(kV/cm)和脉冲时间(脉冲数)处理对橙汁温度(°C)的变化

对于应用8kV/cm的场强时,在1200个脉冲时间时橙汁的温度才45℃。而且虽然在高场强和长脉冲时间下温度较高,不排除热效应的灭菌作用,但因为作用时间短,所以热效应的效果应该不大。

2.3 高压脉冲电场对酶的钝化效果

通过测定橙汁中POD酶活来测定场强和脉冲时间对酶的钝化作用。图5可以看出,高压脉冲处理对橙汁中POD有钝化效果,酶活下降了60%。而且随脉冲时间的延长,酶活钝化的效果更明显。

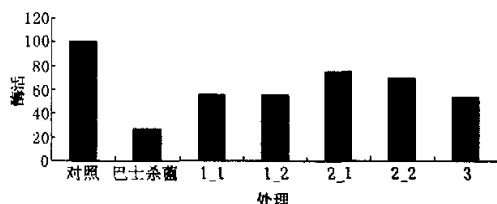


图5 高压脉冲电场处理对橙汁酶活力的影响效果

2.4 高压脉冲电场对橙汁理化性质的影响效果

表1 高压脉冲电场对橙汁中理化指标的影响效果

	对照	巴士杀菌	1_1	1_2	2_1	2_2	3
总酸(%)	4.46	4.71	4.64	4.6	4.58	4.51	4.58
°Brix	10.9	10.6	9.7	9.9	10.9	9.8	9.9
pH	4.25	4.04	4.25	4.25	4.26	4.25	4.25
浊度(A)	0.0223	0.027	0.0241	0.0258	0.0218	0.0274	0.0233
L*	5.25	4.2	5.87	6.04	5.55	6.25	5.73

表1显示的是PEF处理对总酸、°Brix、pH、浊度和色差L*等效果的影响。由表1可以看出,脉冲电场处理后的橙汁的理化性质都有所改变。总的说来,总酸量升高,°Brix有所降低,最多降了1.2,没有什么变化,巴士杀菌的pH降低了0.21,可能是因为加热水分的散失。电场作用和热处理后浊度都有所增加,L*值也略有增加。

3 讨论

3.1 高压脉冲电场在杀菌钝酶方面有效果,在12kV/cm、1200个脉冲时E.coli降低了1.73个对数。但HACCP中要求鲜榨果汁中致病菌必须达到5个数量级

的下降^[8]。目前的场强的杀菌效果还达不到规定的要求,在今后的研究中将进一步提高场强,获得更好的杀菌钝酶效果。

3.2 在经过脉冲电场处理后的橙汁温度变化很大,最高升到了73℃。因此不排除杀菌钝酶效果中存在热效应作用。如何消除这个热效应也是需要解决的问题之一。

3.3 处理室电极的设计采用的是平板式电极。有资料显示,针-板式电极的能量利用率优于平板式电极。今后的实验中尝试对针-板式电极的使用,以期获得更好的效果。

参考文献:

- [1] Hye Won Yeom et al.Effects of electric fields on the quality of orange juice and comparison with heat pasteurization[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry,2p05.
- [2] Gulsun Akdemir Evrendilek et al Inactivation of Escherichia coli 0157:H7 and Escherichia coli 8739 in apple juice by pulsed electric fields[J].Journal of Food Protection,1999,(7):793-796.
- [3] Evrendilek G A et al.Microbial safety and shelf-life of apple juice and cider processed by bench and pilot scale PEF systems[J].Innovative Food Sci & Emerging Technol,2000,(1):77-86.
- [4] Jin T Z,Zhang Q H.Pulsed electric field inactivation of microorganisms and preservation of quality of cranberry juice[J].J Food Proc Pres,1999,23:481-497.
- [5] McDonald C J et al.Effects of pulsed electric fields on microorganisms in orange juice using electric strengths of 30 and 50 kV/cm[J].J Food Sci,2000,(6):984-989.
- [6] Sizer C E,Balasubramaniam V M.New intervention processes for minimally processed juice[J].Food Technol,1999,(10):64-67.
- [7] J K Goodner et al.Cloud stabilization of orange juice by high pressure processing[J].Journal of Food Science,1999,(4):699-700.
- [8] 廖小军.果蔬汁非热加工技术进展.饮料工业,2002,(6):4-7.
- [9] 史梓男等.脉冲电场中西瓜汁杀菌钝酶效果分析[J].高电压技术,2002,(增刊):51-52.
- [10] 王绍树.食品微生物实验[M].天津大学出版社,1996.
- [11] 韩雅珊.食品化学实验指导[M].北京中国农业大学出版社,1996.
- [12] 晏绍庆.玻璃化保存草莓多酚氧化酶和过氧化物酶活性变化的实验研究[J].食品科学,2000,(1):58-62.