

脉冲强光对青霉菌致死率及生活微环境的影响研究

张佰清, 陈 丹

(沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要: 采用脉冲强光处理青霉菌, 闪照次数为 48 次时, 致死率为 99.9%; 输入电压为 3000V 时, 致死率为 99.3%。正交试验得出青霉菌致死率影响因素主次顺序为: 闪照次数>输入电压>菌液透光率>菌液厚度。最优参数组合为: 闪照次数 48 次, 输入电压 3000V, 菌液透光率 32%, 菌液厚度 3.4mm。在最优参数组合的处理下, 青霉菌致死率平均值为 99.999%。青霉菌经脉冲强光处理后, 菌液电导率随处理参数的改变呈正相关变化, 温度没有明显的变化。

关键词: 脉冲光; 致死率; 青霉菌

Study on Effect of Pulsed-light Treatment on Lethality Rate and Living Micro-environment of *Penicillium*

ZHANG Bai-qing, CHEN Dan

(College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The experimental results of treating *Penicillium* by pulsed light showed that as flashing 48 times, lethality rate is 99.9%, and as input voltage 3000 V, lethality rate of is 99.3%. The sequence influencing on lethality rate is flash frequency > input voltage > bacterium liquid transparency > bacterium liquid depth, and their optimum designs are 48 times, 3000 V, 32% and 3.4 mm respectively. The lethality rate of *Penicillium* is 99.99% on these conditions. After being treated by pulsed light, *Penicillium* liquid conduction rate changes positively but temperature does not have obvious any changes.

Key words: pulsed light; lethality rate; *Penicillium*

中图分类号: TS201.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)06-0096-04

脉冲强光作为一种新兴的冷杀菌技术。冷杀菌技术不仅能保证食品在微生物方面的安全, 而且能较好地保持食品的固有营养成分、质构、色泽和新鲜程度。霉菌是使食品污染的主要因素之一, 又是污染食品的常见霉菌, 其特点是作用于食品的表面^[1], 脉冲强光杀菌恰恰是一种处理食品表面的杀菌技术^[2-3]。通过脉冲强光对它的影响因素^[4]: 输入电压、闪照次数、菌液透光率、菌液厚度四个单一因素对杀菌效果的影响分析, 得出了各影响因素的参数范围^[5]。在此基础上, 本实验研究这些因素对杀菌效果的综合影响和微环境中温度、电导率的变化, 希望能对脉冲强光这一新兴的食品冷杀菌技术研究利用积累必要的资料。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

收稿日期: 2007-06-01

作者简介: 张佰清(1966-), 男, 副教授, 博士, 主要从事食品工程技术开发和应用研究。

E-mail: chendan-1981@163.com

青霉菌(*Penicillium*)从自然病果上分离、纯化得到。

PDA 培养基。

YX280A 手提式不锈钢蒸汽消毒器、HG101-2 型电热鼓风干燥箱、恒温培养箱、JY2002 型电子天平、PHS-25 型酸度计、DDS-307 型电导率仪、XSP-C203 型生物显微镜及 SZX-ZP 型超净工作台。

1.2 方法

1.2.1 脉冲强光杀菌装置

通过惰性气体灯参数的确定, 对脉冲发生电路的研究, 我们自主研制出了脉冲强光杀菌装置。经测定, 光脉冲的脉冲宽度为 20 μ s, 最大输入能量为 644J。本装置现可改变的参数包括输入电压、闪照次数、闪照间隔、受照射物体离光源的距离。其总的工作原理如图 1 所示^[6]。

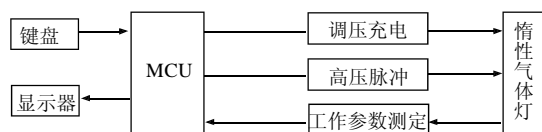


图1 脉冲强光杀菌装置原理图

Fig.1 Principle figure of pulsed-light sterilization device

1.2.2 脉冲强光处理^[7]

将装有菌液的培养皿放入脉冲强光装置中，取下培养皿的盖，保证培养皿在氙灯的下面，目的是让脉冲强光对其起作用。然后根据实验目的不同，设置不同输入电压和闪照次数，对菌液进行处理。

在不同参数条件下处理6ml样液，用电导率仪和温度计测出处理前后样液的电导率和温度，然后进行比较分析。

1.2.3 实验参数设置

输入电压为1000、1500、2000、2500、3000V；闪照次数为4、8、16、32、48；菌液透光率为1%、2%、4%、8%、16%、32%；菌液厚度3.4、6.8、10.2、13.6、17mm。

1.2.4 各因素对青霉菌致死率的优化组合

采用正交试验找出各处理参数的最优组合。

1.2.5 不同透光率溶液的处理

用乳化剂和水，以蒸馏水为100%作为对照，通过分光光度计来调制透光率分别为1%、2%、4%、8%、16%、32%的溶液。然后分装在250ml的锥形瓶里，用棉塞封好。同无菌水一样进行湿热灭菌。之后取出放入冰箱，备用。

1.2.6 实验数据的测量与计算

$$\text{致死率}(\%) = \frac{\text{对照菌数} - \text{处理残菌数}}{\text{对照残菌数}} \times 100$$

菌落直径采用菌落记数法^[8]；产孢量采用血球记数板法^[8]。

2 结果与分析

2.1 闪照次数对青霉菌致死率的影响

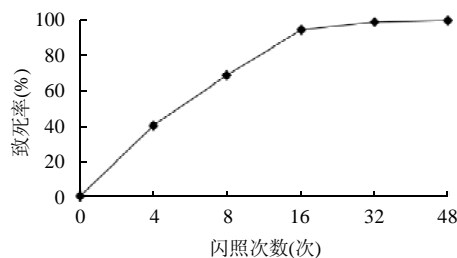


图2 脉冲强光闪照次数对青霉菌致死率的影响

Fig.2 Effects of flash frequency on lethality rate of *Penicillium*

在相同输入电压2000V、菌液厚度为3.4mm、菌液透光率为100%条件下考察不同闪照次数对青霉菌杀菌效果的影响。由图2可知，在输入电压相同的条件下，致死率与闪照次数呈正相关。当闪照次数从4次到16次时，致死率上升的非常明显；当闪照次数超过16次时，增长缓慢；当闪照次数在48次时，杀菌效果最好，达到99.9%。

2.2 输入电压对青霉菌致死率的影响

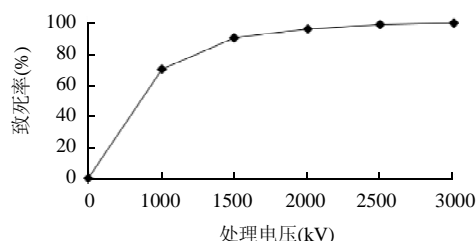


图3 脉冲强光处理电压对青霉菌致死率的影响

Fig.3 Effects of voltage on lethality rate of *Penicillium*

在相同闪照次数16次、菌液厚度为3.4mm、菌液透光率为100%条件下考察不同输入电压对青霉菌杀菌效果的影响。由图3可知，在闪照次数相同情况下，致死率与输入电压呈正相关，随着输入电压的增加，青霉菌的致死率增大。当输入电压为1500V时，青霉菌的致死率明显上升；输入电压为2000~3000V时，致死率虽继续上升，但比较缓慢。这说明，电压为1500V下，对青霉菌的致死率已有显著影响。

2.3 菌液透光率对青霉菌致死率的影响

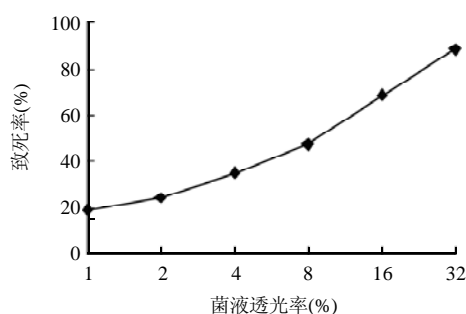


图4 菌液透光率对青霉菌致死率的影响

Fig.4 Effects of transparency of bacterium liquid on lethality rate of *Penicillium*

在相同输入电压2000V、闪照次数16次、菌液厚度为3.4mm条件下考察不同菌液透光率对青霉菌杀菌效果的影响。由图4可知，随着菌液透光率的增大，脉冲强光对青霉菌的致死率增大。此现象说明透光率对青霉菌菌落直径确实有很明显的影响。

2.4 菌液厚度对青霉菌致死率的影响

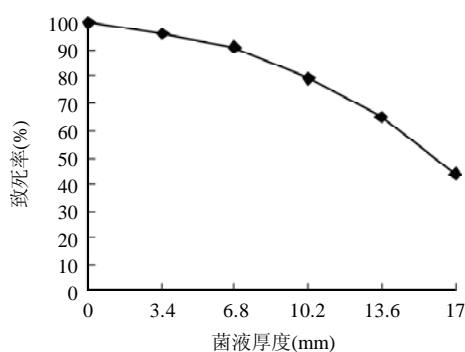


图5 菌液厚度对青霉菌致死率的影响

Fig.5 Effects of depth of bacterium liquid on lethality rate of *Penicillium*

在相同输入电压 2000V、闪照次数 16 次、菌液透光率为 100% 的条件下考察不同菌液厚度对青霉菌杀菌效果的影响。由图 5 可知, 随着菌液厚度的增加, 脉冲强光对青霉菌的致死率减小, 菌液厚度对青霉菌致死率有一定的影响。

2.5 青霉菌致死率的正交试验

以青霉菌致死率为指标进行正交试验, 得知影响青霉菌致死率因素的主次顺序为: 闪照次数>输入电压>菌液透光率>菌液厚度。它们的最优水平组合为: 闪照次数 48 次, 输入电压 3000V, 菌液透光率 32%, 菌液厚度 3.4mm。在最优参数组合下的处理, 青霉菌致死率平均值为 99.999%。

表1 青霉菌处理的正交试验的因素水平表
Table 1 Factors and levels of ortholognal test to treat *Penicillium* by pulsed light

	闪照次数(次)	输入电压(V)	菌液透光率(%)	菌液厚度(mm)
1	16	2000	32	3.4
2	32	2500	16	6.8
3	48	3000	8	10.2

2.6 脉冲强光对青霉菌孢子悬液电导率的影响

由图 6、7 可以发现, 经过脉冲强光后菌液电导率都有所增加, 电导率在 48 次和 3000V 时达到最大, 电

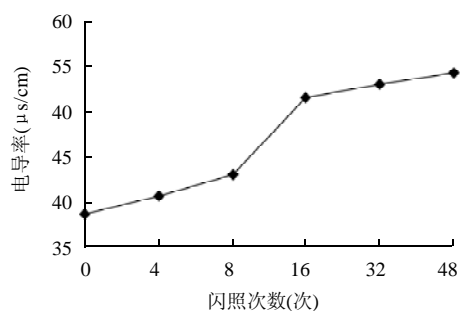


图6 闪照次数对电导率的影响

Fig.6 Effects of treatment times on conduction rate

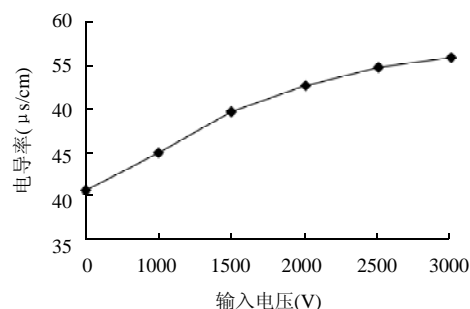


图7 输入电压对电导率的影响

Fig.7 Effects of voltage on conduction rate

导率随着闪照次数和输入电压的变化趋势与致死率随着闪照次数的变化趋势相似, 与前面的试验结果相对应。

2.7 脉冲强光对青霉菌孢子悬液温度影响

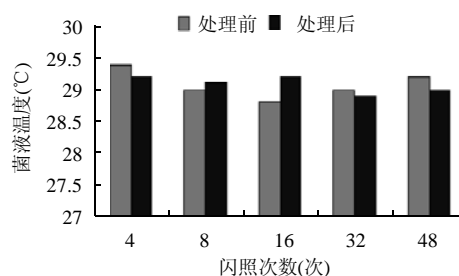


图8 闪照次数对菌液温度的影响

Fig.8 Effects of treatment times on temperature of sample

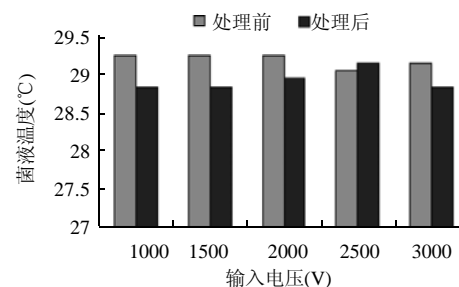


图9 输入电压对菌液温度的影响

Fig.9 Effects of voltage on temperature of sample

由图 8、9 可以看出, 青霉菌的菌液经过脉冲强光处理后变化规律性不明显。经不同闪照次数处理后除了 16 次高于对照, 其他都低于对照; 输入电压除了 2500V 高于对照其他都低于对照。这些变化与青霉菌的致死率并无对应关系, 因此推测菌液在处理前后的温度变化可能是由试验环境温度变化造成的。

3 结论与讨论

影响青霉菌脉冲强光杀菌效果的主要因素中, 闪照次数对青霉菌的影响最显著。闪照次数、输入电压、菌液透光率均与青霉菌的杀菌效果成正比, 而菌液厚度

与青霉菌的杀菌效果成反比。由正交试验得出影响青霉菌致死率因素的主次顺序为：闪照次数>输入电压>菌液透光率>菌液厚度。它们的最优水平组合为：闪照次数48次，输入电压3000V，菌液透光率32%，菌液厚度3.4mm。在最优参数组合下的处理，青霉菌致死率平均值为99.999%。脉冲强光处理对青霉菌的菌液温度影响很小，使菌液电导率有所增大，表明孢子的结构可能受到了破坏。

除本试验考察的几个因素外，还有一些因素可能影响杀菌效果。首先闪照次数相同，间隔时间发生变化对脉冲强光的杀菌效果会有影响，间隔时间过长，可能会降低杀菌效果。其次受照青霉菌与光源距离较大时，可能会让到达菌液处的光强度产生衰减而使杀菌效果下降。这些问题还需要进一步研究。

参考文献：

- [1] 周万龙, 任赛玉, 高大维. 脉冲强光杀菌对食品成分的影响及保鲜研究[J]. 深圳大学学报, 1997, 14(4): 81-84.
- [2] DUNN J, OTT T, CLARK W. Pulsed-light treatment of food and packaging[J]. Food Technology, 1995(9): 95-98.
- [3] TAKESHITA, K, YAMANAKA H, SAMESHIMA T. et al. Sterilization effect of pulsed light on various microorganisms[J]. Bokin Bobai, 2002, 30: 277-284.
- [4] 马凤鸣, 张佰清, 徐江宁, 等. 脉冲强光杀菌装置设计的初步研究[J]. 食品与机械, 2005(6): 66-67.
- [5] 周万龙, 高大维, 夏小舒. 脉冲强光杀菌技术的研究[J]. 食品科学, 1998, 19(1): 16-19.
- [6] 周万龙, 高大维, 任赛玉, 等. 自控脉冲强光杀菌装置的试验研究[J]. 华南理工大学学报, 1998, 26(7): 69-72.
- [7] KAZUKO T, JUNKO S, TAKASHI S et al. Damage of yeast cells induced by pulsed light irradiation[J]. International Journal of Food Microbiology, 2003, 85: 151-158.
- [8] 钱存柔. 微生物学试验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1985: 176.