

鲜啤和白糯米酒 脉冲强光冷杀菌技术初探

钟自力¹, 桑卫国^{1,*}, 刘联国²

(1. 宁波大学生命科学与生物工程学院, 浙江宁波 315211;

2. 应用海洋生物技术教育部重点实验室, 浙江宁波 315211)

摘 要:采用脉冲强光冷杀菌技术分别对鲜啤酒和白糯米酒进行杀菌处理,研究了脉冲强光对鲜啤酒和白糯米酒杀菌效果的影响。结果表明:鲜啤酒经过频率为5次/s闪照处理3min后,酵母菌在啤酒中的含量从220cfu/mL降至175cfu/mL,0℃下啤酒保质期延长3d。白糯米酒经过频率为4次/s闪照处理3min后,酵母菌在白糯米酒中含量从235cfu/mL降至5cfu/mL,在0、10、20、35℃下白糯米酒的保质期分别延长50、30、6、2d。同时通过感官评定和电子鼻检测,发现在上述冷杀菌条件下处理后的鲜啤酒和白糯米酒风味无显著变化。

关键词:脉冲强光,冷杀菌,鲜啤,白糯米酒,电子鼻,效果

Study on pulsed light cold sterilization technology of fresh beer and white glutinous rice wine

ZHONG Zi-li¹, SANG Wei-guo^{1,*}, LIU Lian-guo²

(1. Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2. Key Laboratory of Application of Marine Biology Technology, Ningbo 315211, China)

Abstract Using the pulsed strong light on fresh beer and white glutinous rice wine sterilization respectively, the effects by pulsed strong light for fresh beer and white glutinous rice wine were studied. The results showed that beer after frequency for 5 times/s flash processing 3min, the content of yeast in the beer reduced from 220cfu/mL to 175cfu/mL; the shelf life was 3 days longer than original sample at 0℃. The white glutinous rice wine through frequency for 4 times/s flash 3min, the content of yeast in white glutinous rice wine reduced from 235cfu/mL to 5cfu/mL; the shelf life was 50 days longer than the original sample at 0℃, 30 days longer at 10℃, 6 days longer at 20℃ and 2 days longer at 35℃. What's more, the flavor did not change obvious through the organoleptic evaluation and electronic nose detection after sterilization.

Key words pulsed light, cold sterilization, fresh beer, white glutinous rice wine, electronic nose, effects

中图分类号: TS261.1+7

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2012)03-0259-04

食品质量和安全问题一直是食品科学研究与食品生产中非常关注的两大问题。热杀菌技术一直是最为重要的食品安全控制技术,但热杀菌过程中高温作用会导致食品质量劣变,主要包括颜色变化、口味改变、香气损失、营养成分破坏、质构变化等等。随着人们的消费意识增强和消费水平的提高,对食品的质量与安全的要求越来越高,新鲜、营养、安全、方便的食品日益受到广大消费者的欢迎^[1]。冷杀菌技术(non-thermal sterilization technology)日益引起人们的高度重视。脉冲强光冷杀菌技术是近年来研发的一

种新型冷杀菌技术,它利用电产生光,对环境无污染,而且省能。其原理为惰性气体灯发出紫外线区域(200nm)至近红外线区域(1mm)的光线,光谱与太阳光谱相近,但强度却强数千倍至数万倍,因为波长较长,处在电磁波的非离子化段,不会使小分子离子化^[2]。它采用闪照对食品进行灭菌,这种闪照使能量积聚起来,突然爆发,因此虽然是紫外线起主要作用,但是能量却比一般的紫外线高很多。紫外线能有效抑制细菌真菌等微生物的生存和繁殖能力^[3]。该方法不仅能杀灭大多数微生物,且比传统的紫外线杀菌更有效,对食品的风味和营养成分影响也很小。Mun-Sil Choi^[4]等用15kV的脉冲强光处理婴儿食品中的李斯特菌,效果很好。脉冲强光杀菌特点是在常温下几分之一秒内对微生物进行闪照灭杀,它作用于微生物蛋白质和核酸活性结构上使其变性,从而使细菌或

收稿日期: 2011-03-21 * 通讯联系人

作者简介: 钟自力(1985-),女,在读硕士研究生,研究方向:食品生物技术。

基金项目: 宁波大学研究生科研创新基金项目(G10JA027)。

者病毒失活^[5-7]。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鲜啤酒 宁波大梁山啤酒厂 未灭菌 白糯米酒 宁波TCC佳酿有限公司 酒精度为8%vol 未灭菌 马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA) 自制。

脉冲强光杀菌仪 宁波纯亮杀菌设备有限公司; PEN3便携式电子鼻 德国AIRSENSE公司; ZHJH-1109型超净工作台、LDZX-40BI立式自动电热压力蒸汽灭菌器 上海申安医疗器械厂; LRH-190-S恒温培养箱 广东省医疗器械厂; WH-861型恒温振荡器 太仓市科教仪器厂; DHG-914AS烘箱 宁波江南仪器厂; SB4200D超声波清洗机 宁波新芝生物科技股份有限公司; 电冰箱 上海伊莱克斯空调公司。

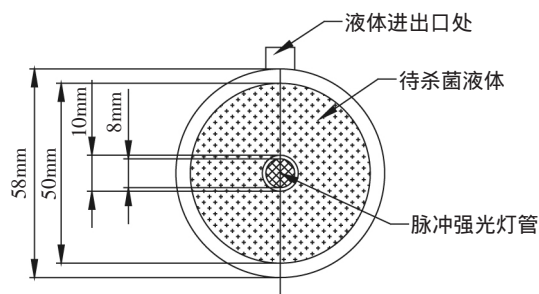


图1 脉冲强光杀菌仪内部结构

Fig.1 The internal structure of pulsed strong light sterilization instrument

1.2 实验方法

分别对鲜啤酒和白糯米酒进行单因素实验,在不同闪照频率(3、4、5次/s,每次闪照能量18J/次)下,分别对样品闪照处理0、3、6、9min,将在不同条件下处理的样品做感官品质差别检验,包括色泽、气味、质地。总共10分,优秀 9~10分,良好 7~8分,合格 6分,5分及以下为不及格。然后对杀菌后不同样品做菌落平板计数,检测残存活菌数,同时做对照实验。再用电子鼻对不同条件处理后的样品进行风味检测,进一步确定风味物质是否有明显变化。

之后再将杀菌效果良好且风味物质无明显变化的一组进行重复实验,做酒的保质期实验。选择0、10、20、35℃保存,做对照实验,检测变坏时间。

2 结果与讨论

2.1 脉冲强光处理鲜啤酒的效果

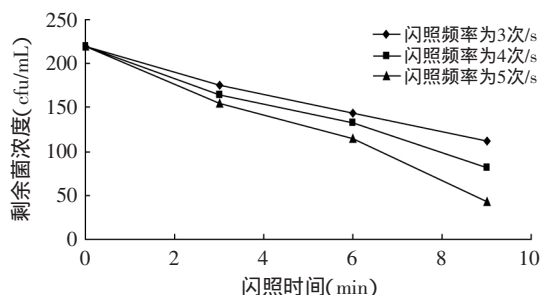


图2 脉冲强光处理鲜啤酒杀菌效果

Fig.2 The sterilization effect of beer treated by different pulsed strong light

图2为鲜啤酒在不同闪照频率和不同杀菌时间下脉冲强光处理后菌体的存活量。

由图2可知,鲜啤酒在脉冲强光处理过程中,随着闪照频率和闪照时间增加,其剩余菌浓度随之降低,其中闪照频率5次/s、闪照时间9min时,其剩余菌浓度到达最低(43cfu/mL)。在闪照频率为5次/s的条件下,对不同杀菌时间后的效果进行感官评定,见表1。

表1 脉冲强光处理鲜啤酒后感官评价

Table 1 The sensory evaluation of fresh beer treated by different pulsed strong light

杀菌时间 (min)	颜色	气味	温度	综合评价 (分)
0	正常	正常	正常	10
3	无变化	无变化	无变化	9
6	无变化	微小变化 能接受	升高0.5℃	7
9	无变化	有点臭氧的味道	升高2℃	6

表1为鲜啤酒杀菌后的感官评价,其中综合评价是10名较专业人士评价的平均值。

杀菌9min后,感官评定效果分数只有6分,且产生了臭氧的味道,故舍去,对于保藏时间仅做杀菌0、3、6min后的实验。

表2 脉冲强光处理鲜啤酒后0℃保存天数与品质变化

Table 2 The fresh beer quality change followed by days at 0℃ after pulsed strong light treatment

杀菌 时间 (min)	保存时间(d)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	正常	正常	正常	开始变坏	变坏	变坏	变坏	变坏
3	正常	正常	正常	正常	正常	开始变坏	变坏	变坏
6	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	开始变坏

表2为闪照频率5次/s,杀菌时间分别0、3、6min的鲜啤酒在0℃下储存的品质变化结果。

表3 脉冲强光处理鲜啤酒后3℃保存天数与品质变化

Table 3 The fresh beer quality change followed by days at 3℃ after pulsed strong light treatment

杀菌时间(min)	保存时间(d)		
	1	2	3
0	正常	开始变坏	变坏
3	正常	正常	变坏
6	正常	正常	变坏

表3为闪照频率5次/s,杀菌时间分别0、3、6min,鲜啤酒在3℃下储存的品质变化结果。处理后的鲜啤酒在3℃时保存时间只有2d,大于3℃则变质时间更短。

由表2可得,原样鲜啤酒在0℃下储存4d后变坏;杀菌3min后可储存6d,杀菌6min后可保存8d。由表2、表3可得,脉冲强光冷杀菌对鲜啤酒杀菌效果不显著,其主要原因是脉冲强光中起杀菌作用的紫外线穿透力不强,对有颜色的液体杀菌效果较弱,但鲜啤酒经过脉冲强光杀菌后在0℃下可延长2~4d保质期,具有一定的实际意义。

2.2 脉冲强光处理白糯米酒的效果

图3为白糯米酒在不同闪照频率和杀菌时间的脉冲强光处理后菌体的存活量。

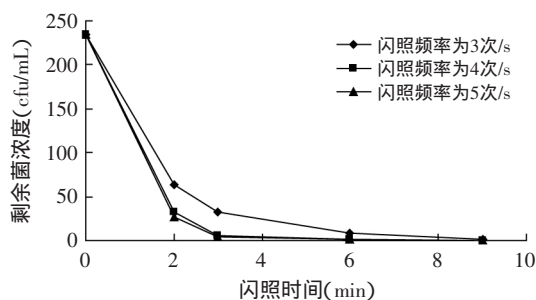


图3 脉冲强光处理白糯米酒杀菌效果

Fig.3 The sterilization effect of white glutinous rice wine treated by different pulsed strong light

由图3可知,脉冲强光的闪照频率越大,对白糯米酒杀菌效果越好,闪照频率4次/s和5次/s的杀菌效果非常接近。在实际实验中频率越大,仪器工作的负荷越大,在工作中不能持续较长时间工作,因此脉冲强光的闪照频率为4次/s时,对白糯米酒处理最优。

表4 脉冲强光处理白糯米酒后感官评价

Table 4 The sensory evaluation of white glutinous rice wine treated by different pulsed strong light

杀菌时间 (min)	颜色	气味	温度	综合评价 (分)
0	正常	正常	正常	10
3	无变化	无变化	无变化	9
6	稍微偏黄	微小变化,能接受	升高0.6℃	7
9	黄色	有一点臭氧味道	升高2.5℃	6

表4为白糯米酒杀菌后的感官评价,其中综合评价是10名较专业人评价的平均值。由表4可知,脉冲强光处理3、6min后,白糯米酒感官评定较好,经过9min杀菌处理后,白糯米酒颜色稍微变黄,气味出现臭氧味道,不适合饮用,因此不做后面的保质期测试。

表5 白糯米酒脉冲强光处理后0℃下储存天数与品质变化

Table 5 The white glutinous rice wine quality change followed by days at 0℃ after pulsed strong light treatment

杀菌时间 (min)	保存时间(d)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	正常	正常	变坏	变坏	变坏	变坏	变坏	变坏	变坏
3	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	变坏	变坏
6	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	变坏

表6 白糯米酒脉冲强光处理后10℃下储存天数与品质变化

Table 6 The white glutinous rice wine quality change followed by days at 10℃ after pulsed strong light treatment

杀菌时间 (min)	保存时间(d)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
0	正常	正常	开始变坏	变坏	变坏	变坏	变坏	变坏
3	正常	正常	正常	正常	正常	开始变坏	变坏	变坏
6	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	开始变坏

表5~表8分别为白糯米酒在0、10、20、35℃下储存品质变化与时间的结果。在4次/s闪照条件下,经过3min处理在0℃下延长50d保质期;10℃下延长30d保质期;20℃下延长6d保质期;35℃下延长2d保质期。经过6min处理在0℃下延长60d保质期;10℃下延长

50d保质期;20℃下延长10d保质期;35℃下延长3d保质期。

表7 白糯米酒脉冲强光处理后20℃下储存天数与品质变化

Table 7 The white glutinous rice wine quality change followed by days at 20℃ after pulsed strong light treatment

杀菌时间 (min)	保存时间(d)						
	2	4	6	8	10	12	14
0	正常	开始变坏	变坏	变坏	变坏	变坏	变坏
3	正常	正常	正常	正常	开始变坏	变坏	变坏
6	正常	正常	正常	正常	正常	正常	开始变坏

表8 白糯米酒脉冲强光处理后35℃下储存天数与品质变化

Table 8 The white glutinous rice wine quality change followed by days at 35℃ after pulsed strong light treatment

杀菌时间 (min)	保存时间(d)					
	1	2	3	4	5	6
0	正常	正常	开始变坏	变坏	变坏	变坏
3	正常	正常	正常	正常	开始变坏	变坏
6	正常	正常	正常	正常	正常	开始变坏

2.3 电子鼻测试

2.3.1 脉冲强光处理后啤酒品质变化 为了更进一步判断酒是否有风味物质的变化,对不同处理条件下的酒进行电子鼻测试。

对不同脉冲强光条件处理后的鲜啤酒进行电子鼻检测^[8],用PCA(Principal Component Analysis,主成分分析法)分析法,结果如图4所示。

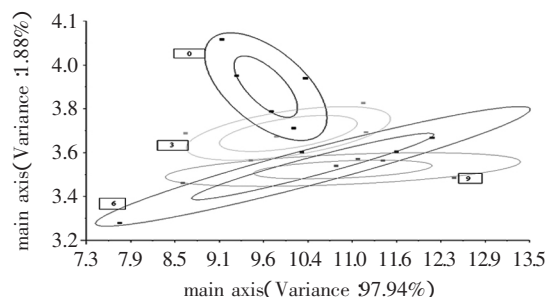


图4 鲜啤脉冲强光处理前后电子鼻检测结果

Fig.4 The electronic nose test result of fresh beer treated by different pulsed strong light

注:图中0、3、6、9分别代表脉冲强光处理时间为0、3、6、9min后的样品,图5同。

表9 不同时间脉冲强光处理鲜啤后差异度

Table 9 The diversity factor of fresh beer treated by different pulsed strong light

处理时间(min)	0	3	6	9
0		0.076	0.094	0.282
3	0.076		0.035	0.112
6	0.094	0.035		0.023
9	0.282	0.112	0.023	

从图4可以看出,啤酒经过0、3、6、9min处理后,主成分(X轴)基本没变,次要成分(Y轴)变化较大,杀菌0min的和3min的有交集,说明有相似的物质,3min和6min的有交集,6min和9min的有交集,说明它们有共同的物质,但与其他处理时间没有交集,也就是说一些物质发生了变化。从表9中的数据(不同处

理时间下的差异度)可以得出,经过3、6、9min处理后,与原样(0min)基本没变($D < 0.5$),属于同一种物质类别。同时随着处理时间延长,差异度越大。

2.3.2 检测脉冲强光处理后白糯米酒品质 对不同条件脉冲强光处理后的白糯米酒进行电子鼻检测后用PCA分析法,结果如图5所示。

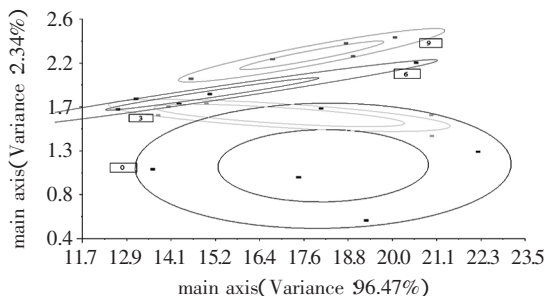


图5 白糯米酒脉冲强光处理前后电子鼻检测结果

Fig.5 The electronic nose test result of white glutinous rice wine treated by different pulsed strong light

表10 不同脉冲强光处理白糯米酒后差异度

Table 10 The diversity factor of white glutinous rice wine treated by different pulsed strong light

处理时间(min)	0	3	6	9
0		0.050	0.244	0.461
3	0.050		0.091	0.158
6	0.244	0.091		0.239
9	0.461	0.158	0.239	

从图5可以看出,白糯米酒经过0、3、6、9min处理后,主成分(X轴)基本没变,次要成分(Y轴)变化较大,杀菌0min和3min的有交集,说明有相似的物质,3min和6min的有交集,说明它们有共同的物质,或者相似点。6min和9min的没有交集,也就是说一些物质发生了变化。从表10中的数据(不同处理时间后的差异度)可以得出,经过3、6、9min处理后,与原样(0min)基本没变($D < 0.5$),属于同一种物质类别。同时随着处理时间延长,差异度越大。

3 结论

啤酒经过3min,频率为5次/s杀菌后,能在0℃下比原样延长3d保质期,且风味经过感官评定和电子鼻检测后没有明显变化。

白糯米酒经过3min,频率为4次/s杀菌后,能在0℃下比原样延长50d保质期,在10℃下比原样延长30d保质期,在20℃下比原样延长6d保质期,在35℃下

比原样延长2d保质期,且风味经过感官评定和电子鼻检测后没有明显变化。

由于脉冲强光穿透能力有限,对于啤酒这样有颜色的液体,杀菌效果较弱,但是还是可以适当延长保质期,所以在工业生产中有一定的实际应用价值。对于白糯米酒这样透明的液体,脉冲强光杀菌效果较好,而且能达到良好的保质期。

脉冲强光作为一种安全的食品杀菌保藏新技术,被认为具有很大发展潜力,在今后随着杀菌设备和技术完善,脉冲强光杀菌技术可能单独或与其它杀菌保藏技术联用得到推广,可使多种食品延长货架期和保藏期^[9-10]。

参考文献

- [1] 周林燕,廖红梅,胡小松. 食品非热杀菌研究中的科学问题分析[J]. 食品科学,2010,31(5):328-333.
- [2] 江天宝. 脉冲强光技术及其在食品中应用的研究[D]. 福建农林大学,2007.
- [3] 陈芝丹,朱艺峰,徐同成. 紫外线照射对褶皱臂尾轮虫运动、存活分布与繁殖的影响[J]. 宁波大学学报:理工版,2008,21(4):485-490.
- [4] Mun-Sil Choi, Chan-Ick, Cheigh, et al. Nonthermal sterilization of *Listeria monocytogenes* in infant foods by intense pulsed-light treatment[J]. Journal of Food Engineering, 2010, 97:504-509.
- [5] Kazuko Takeshita, Junko Shibato, Junko Shibato, et al. Damage of yeast cells induced by pulsed light irradiation[J]. International Journal of Food Microbiology, 2003, 85:151-158.
- [6] Caroline Levy, Isabelle Bornard, Frédéric Carlin. Deposition of *Bacillus subtilis* spores using an airbrush-spray or spots to study surface decontamination by pulsed light[J]. Journal of Microbiological Methods, 2010, 21:10-16.
- [7] Ali Demirci, Kathiravan, Krishnamurthy. Disinfection of water by flow-through a pulsed uv light sterilization system[J]. Ultrapure Water, 2007(2):35-36.
- [8] 徐树来,王永华. 食品感官分析与实验[M]. 北京:化学工业出版社,2009:123-127.
- [9] 孙卫青,樊康,徐幸莲,等. 联合冷杀菌技术的研究进展[J]. 食品科学,2009,30(15):249-252.
- [10] Ana Zulueta, Francisco, JBarba Maria, et al. Effects on the carotenoid pattern and vitamin A of a pulsed electric field-treated orange juice-milk beverage and behavior during storage[J]. Eur Food Res Technol, 2010(7):1404-1406.

(上接第258页)

- [11] 郭毛娣,陈兰贵. 中国大陆产莲子心中生物碱成分的研究[J]. 卫生研究,1983(4):12-16.
- [12] 袁小红,赵瑞芝,丘小惠. 均匀设计法优选莲子心的半仿生提取工艺[J]. 中国药房,2005,16(21):1618.
- [13] 彭长连,陈少薇,林植芳,等. 用清除有机自由基DPPH法评价植物抗氧化能力[J]. 生物化学与生物物理进展,2000,27(6):658-661.
- [14] Brand-Williams W, Cuvelier M E, Berset C. Use of a free

- radical method to evaluate antioxidant activity[J]. Lebensmittel Technol, 2004, 28:25-30.
- [15] 吴海涛,张彥,缪琪,等. 牡蛎水提液的抗氧化特性[J]. 食品发酵工业,2005,31(4):42-45.
- [16] Smirnoff N, Cumbes O J. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes[J]. Phytochemistry, 1989, 28(4):1057-1060.
- [17] 邓乾春,陈春艳,潘雪梅,等. 白果活性蛋白的酶法水解及抗氧化活性研究[J]. 农业工程学报,2005,21(11):155-159.