



鲜奶超声波除菌条件的优化

刘飞云,潘道东*

(南京师范大学乳品生物技术研究, 江苏南京 210097)

摘 要:研究了经不同功率、时间、温度的超声波处理后鲜乳的杀菌效果,并研究了处理后牛乳的保藏期。结果表明:经 600W, 180s, 60℃ 超声波处理的鲜乳, 杀菌率达 93%, 并且对乳的营养成分无破坏作用, 而且在 4℃ 条件下保藏期达 8d 左右仍具有较好的品质。

关键词:鲜乳, 超声波, 除菌

Optimization of ultrasonic technology in sterilization of fresh milk

LIU Fei-yun, PAN Dao-dong*

(Dairy Biotechnology Institution of Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: Fresh milk was treated by different ultrasonic power and time to study the bactericidal impact and the storage period. Results showed that, treated with ultrasonic processing of 600W, 180s, 60℃, sterilization rate reached 93% without any damage to the nutriment. The storage period of milk could be prolonged to about 8d under 4℃.

Key words: fresh milk; ultrasonic wave; sterilization

中图分类号: TS252.41

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2008)011-0183-03

由于牛乳营养丰富, 因此是各种微生物的优良培养基, 在乳的生产、运输过程中, 由于气候及条件的限制, 会造成大量鲜乳的酸败, 因此, 在牛奶保质中杀菌是必不可少的一步, 但传统热杀菌方法易破坏其营养价值, 而采用冷杀菌技术有利于牛乳营养成分的保存, 超声波杀菌技术就是其中一种。超声波为频率高于 20kHz 以上的有弹性的机械振荡, 由于其频率高、波长短, 除了具有方向性好、功率大、穿透力强等特点以外, 还能引起空化作用和一系列的特殊效应, 如力学、热学、化学和生物效应等。超声波的杀菌作用主要是由于其所形成的空化作用。Joyce 等人研究了不同功率对杀菌效果的影响, 结果发现, 低强度高功率对细菌集团的分散效果较好, 而高强度低功率对细菌的杀灭作用较强^[1]。朱少华用超声波处理酱油 5min 杀菌率为 72.9%, 10min 杀菌率为 75%, 略低于巴氏杀菌(72℃)的 78.7%^[2]。还有研究表明, 用超声波进行牛乳消毒, 经 15~16s 处理后, 乳液可以保存 5d 不酸败变质, 经一般消毒的牛乳再经超声波处理, 在冷藏的条件下可保存 18 个月^[3]。目前国内有关鲜奶超声波除菌的研究报道较少, 本实验主要研究超声波除菌的最佳工艺条件, 并对其在 4℃ 条件下的保藏期作进一步探讨。

1 材料与方法

收稿日期: 2008-04-22 * 通讯联系人

作者简介: 刘飞云(1983-), 硕士生, 主要从事乳品科学研究。

基金项目: 江苏省科技厅“十一五”攻关项目(BE2006325)和江苏省普通高校高新技术产业发展项目(JHB06-11)资助。

1.1 材料与仪器

新鲜牛乳 由南京卫岗乳业有限公司提供; 营养琼脂培养基, 灭菌生理盐水, 0.1N 的 NaOH 标准溶液。

YXQ-LS-30SII 立式压力蒸汽灭菌器 上海博迅实业有限公司医疗设备厂; JY92-II 型超声波发生机 宁波新芝生物技术有限公司; HH-6 数显恒温水浴锅 金坛市富华仪器有限公司; UL-40AC 乳成分分析仪 杭州浙大优创科技有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 超声波处理 超声波发生机为 JY92-II 型功率超声波, 功率 20~900W 连续可调, 超声时间 0.5~99s 连续可调。每批次取鲜乳 100mL, 进行不同功率、时间、温度的超声波处理。

1.2.2 微生物检验 菌落计数法: 取不同处理的样品, 按不同的稀释度(10~10³)用营养琼脂培养基培养, 置于(36±1℃)恒温培养箱中培养 48h 后计数。

1.2.3 正交实验设计 除菌效果受超声波功率、处理时间、温度的影响, 在单因素实验的基础上, 每个因素选取三水平, 按 L₉(3³) 正交表进行正交实验, 以研究最适的超声波处理牛乳除菌的工艺条件, 实验设计如表 1 所示。

表 1 正交实验因素水平表

水平	时间(s)	功率(W)	温度(℃)	空列
1	120	500	40	1
2	180	600	50	2
3	240	700	60	3

1.2.4 感官评价^[4] 采用评分的方法, 分别从气味、

色泽、黏稠度等方面进行总体可接受性打分,最高分为10分,最低分为0分。10~8分表示颜色为乳白色、正常新鲜牛乳气味、均匀流体、无凝固,完全可以接受;7~6分表示略有些发酸、颜色变黄、粘稠、产生凝块;5~0分表示已发酸变味,颜色变黄、粘稠度很高、产生大量凝块,蛋白质分解变质。

1.2.5 酸度测定^[5] 准确吸取混匀的乳样10mL,置于50mL锥形瓶中,加入20mL经煮沸冷却的蒸馏水及3~5滴0.5%酚酞乙醇指示剂混匀,用浓度为0.1N的NaOH标准溶液滴定到初现粉红色,且30s内不褪色,即为滴定终点。新鲜生牛乳的酸度为16~18°T,消毒牛乳不得超过18°T。

$$\text{乳酸度}(\text{°T}) = V \times 10$$

式中:V为滴定所消耗的0.1N氢氧化钠标准溶液体积(mL)。

1.2.6 乳脂肪和蛋白质含量测定 用乳成分分析仪测定对照组和经超声波处理的牛乳的脂肪和蛋白质含量,每组取60mL牛乳,重复三次。

2 结果与分析

2.1 处理时间对除菌效果的影响

在超声波功率为400W,相同温度的条件下,研究超声波除菌效果与除菌时间的关系,结果如图1所示。

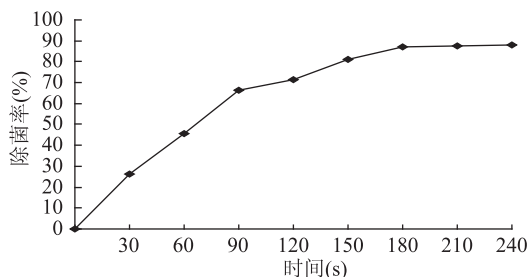


图1 处理时间对除菌率的影响

由图1可知,随着时间的延长,鲜奶中的菌落总数逐渐下降,除菌率不断升高。而且由图1可见,从120~180s除菌率升高显著,从180~240s除菌率增加不明显。

2.2 超声波功率对除菌效果的影响

在超声波处理时间为120s,相同温度的条件下,研究除菌效果与超声波功率之间的关系,结果如图2所示。

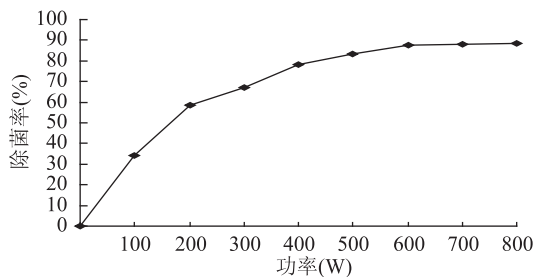


图2 功率对除菌率的影响

由图2可知,随着超声波功率的增加,鲜奶的除菌率也不断增加。由图2还发现,当功率在100~600W之间时,除菌率增加十分显著;而当功率大于600W时,除菌率变化较小。

2.3 温度对除菌效果的影响

在超声波功率为400W,相同杀菌时间的条件下,研究除菌效果与温度之间的关系,结果如图3所示。

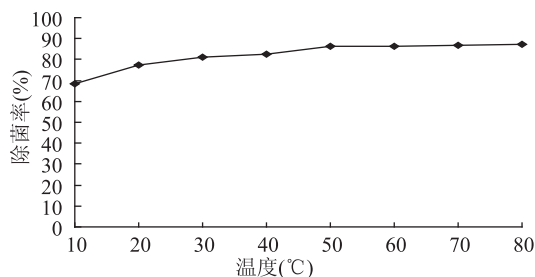


图3 温度对除菌率的影响

由图3可知,随着温度的升高,除菌率不断增加,当温度从10°C升高到50°C时,除菌率增加较为明显;当温度高于50°C时,除菌率变化平缓。从整个测定结果发现,温度对除菌率的影响不显著。

2.4 正交实验结果

鲜奶的除菌率受超声波功率、处理时间、温度等因素的影响,在单因素实验的基础上,以除菌率为测定指标进行正交实验,因素水平见表1,结果表略。

由结果的极差分析可知,各个因素对鲜奶的超声波除菌效果的影响大小顺序为:时间>功率>温度,即处理时间为最主要的影响因素。由极差分析还得出, $A_2B_2C_3$ 是最佳的处理组合,这一结论与实际实验结果相符,即在超声波处理时间为180s、功率为600W、温度为60°C时,鲜奶的除菌效果最佳。

2.5 超声波处理对鲜乳保质期的影响

2.5.1 乳感官指标变化情况 鲜乳经600W,180s,60°C的超声波处理后,在4°C保藏条件下,将其感官性能与未经任何处理的鲜乳进行对比,结果如图4。

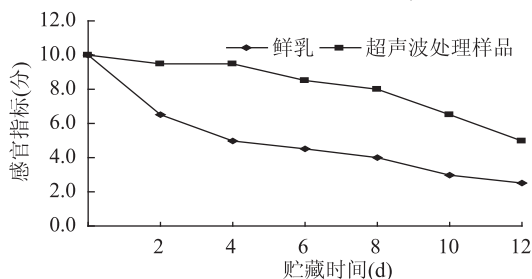


图4 感官性能随时间的变化情况

由图4可见,随着贮藏时间的延长,牛乳的感官品质总体呈下降趋势。对照组鲜乳在4°C下贮藏2d后其品质变差,色泽变黄并产生酸败味,而且开始凝结成块,失去食用价值。而经过超声波处理后的鲜乳,在贮藏的第8d,其色泽乳白、流体均匀、呈正常的牛乳香味;到了贮藏的第10d,其品质变差,颜色发黄,出现酸败味,而且粘稠度增加,出现凝块。

2.5.2 酸度的变化情况 由图5可知,两组牛乳的酸度随着贮藏时间的延长呈上升趋势。但是在贮藏初期,两组牛乳的酸度基本相同,变化较为平缓。对照组鲜乳在贮藏的第2d酸度尚正常,但到了第4d其酸度就已经超标,大于18°T,牛乳发生了酸败,而且随着贮藏期的延长,酸度上升很快,说明牛乳酸败严

重。经超声波处理的鲜奶在贮藏的第 8d, 酸度依然正常, 但到了第 10d 其酸度也大于 18°T, 牛乳产生酸败味。

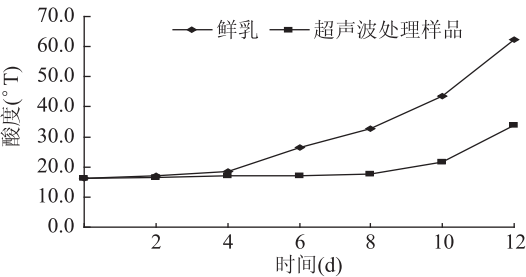


图 5 酸度随时间的变化情况

2.5.3 微生物变化情况 用 600W, 180s, 60℃ 的超声波处理鲜乳后, 在 4℃ 条件下保藏, 在不同贮藏时间测定其菌落总数的变化情况, 结果如图 6 所示。

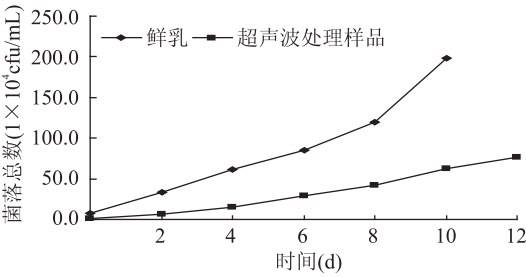


图 6 菌落总数随时间的变化情况

鲜乳经超声波除菌后其菌落总数下降较大, 而且由前面的实验结果可知, 其除菌率可达到 90% 以上。由图 6 可知, 随着贮藏时间的延长, 两组牛乳的菌落总数均呈增加趋势。对照组鲜乳在贮藏的第 4d 菌落总数就达到 6×10^5 cfu/mL 以上, 超过了国家零售乳的标准 (5×10^5 cfu/mL), 随着贮藏时间的延长, 细菌繁殖更为迅速。经超声波处理的鲜乳, 其菌落

总数在贮藏的 8d 内都低于国家标准, 到了贮藏的第 10d, 其菌落总数就已经大于 6×10^5 cfu/mL, 并且 10d 以后菌落总数增加迅速。

2.5.4 乳脂肪及蛋白质含量的变化情况 由表 2 可知, 乳脂肪和蛋白质含量在处理前后差别不是很大, 这表明超声波处理对牛乳脂肪和蛋白质影响较小。

表 2 脂肪及蛋白质含量的变化

含量 (%)	鲜乳 (对照)	超声波组
脂肪	3.47 ± 0.05	3.41 ± 0.05
蛋白质	3.07 ± 0.1	2.98 ± 0.1

3 结论

鲜乳经过功率为 600W, 处理时间为 180s, 温度为 60℃ 的超声波处理后, 其除菌率达到 93%, 并且对乳的主要营养物质无破坏作用。超声波处理后的鲜乳在 4℃ 冷藏条件下可保质 8d 左右, 这表明采用超声波技术进行原料乳的保鲜是有一定效果的。

参考文献:

[1] Joyce E, Phull S S. The development and evaluation of ultrasound for the treatment of bacterial suspensions: A study of frequency, power and sonication time on cultured Bacillus species [J]. J Ultrasonics Sonochemistry, 2003, 10: 315~318.

[2] 朱绍华. 超声波灭菌试验初探[J]. 食品工业科技, 1998 (1): 12~14.

[3] 谢梅英. 食品微生物学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.

[4] 王蕊, 高翔. 超声波在原料乳保鲜中应用的研究[J]. 中国乳品工业, 2004, 32(6): 35~37.

[5] 中华人民共和国国家标准. 食品卫生检验方法: 理化检验部分[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996. 100~101, 161~169.

(上接第 182 页)

实验结果表明, 不同因素对提取的影响不同, 不论从绿原酸提取量还是得率来看, 提取时间和温度均为主要影响因素。各因素对绿原酸提取的影响主次顺序为 A > C > B > D, 最佳组合为 A₂B₂C₃D₁, 即温度为 50℃, 时间为 30min, 料液比为 1:20, 频率为 25.5kHz。

2.3 超声提取与常规提取结果比较

常规提取在最佳条件(温度 60℃, 时间 40min, 料液比 1:40)下的绿原酸得率为 10.22%^[1], 而超声提取在最佳条件(温度 50℃, 时间 30min, 料液比为 1:20, 频率为 25.5kHz)下的绿原酸得率为 11.92%, 说明超声提取得率较高。从超声提取最佳条件与常规提取最佳条件比较可以看出, 超声提取所用时间短、温度低、用水量少, 而常规提取温度较高、时间较长、用水量大, 且提取的杜仲汁苦涩味重、颜色深。综合分析认为, 超声提取优于常规提取, 其综合成本低、

绿原酸得率高、提取液质量好。

3 结论

杜仲叶中绿原酸的提取, 超声提取较常规提取得率高、提取温度低、用时短、一次性用水量少、所得的产品质量好。超声提取最佳温度为 50℃, 时间为 30min, 频率为 25.5kHz, 料液比为 1:20。

参考文献:

[1] 张志健, 李新生, 李建育. 杜仲叶饮料加工工艺研究[J]. 食品科技, 2007(3): 183~186.

[2] 郭孝武. 超声技术在中草药成分提取中的应用[J]. 中草药, 1993, 24(10): 548~549.

[3] 孙波, 彭密军, 杨晓燕. 超声波提取杜仲叶的工艺研究[J]. 林产化学与工业, 1999, 19(3): 67~70.

[4] 徐怀德, 高志明, 董娟娥. 杜仲汁浸提及褐变控制技术研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(4): 140~142.