

栅栏技术在麻糬生产综合防腐中的应用

吴浩¹, 邵华平², 朱勇³, 王隽¹, 吴志恒¹, 张煜炯¹

(1. 浙江医药高等专科学校, 浙江宁波 315100) (2. 浙江宁波市鄞州荣昌记食品厂, 浙江宁波 315101)

(3. 宁波市农业科学研究院, 浙江宁波 315040)

摘要: 根据栅栏技术因子保鲜理论, 采用多种栅栏因子的科学组合, 对麻糬生产进行综合防腐的研究。结果表明: 产品水分活度 0.83+防腐配方 (山梨酸钾 0.6 mg/kg、脱氢乙酸钠 0.2 mg/kg) +芝麻处理 (0.02 MPa 蒸汽蒸 30 min、150 °C 烘烤 45 min) +紫外线杀菌处理 (4 W/m², 35 min), 产品能在常温下 (15~20 °C) 保存 60 d 不变质、不长霉。

关键词: 麻糬; 栅栏技术; 防腐; 保质期

文章编号: 1673-9078(2012)6-672-675

Application of Hurdle Technology on the Synthetic Preservation of Mochi

WU Hao¹, SHAO Hua-ping², ZHU Yong³, WANG Jun¹, WU Zhi-heng¹, ZHANG Yu-jiong¹

(1. Zhejiang Pharmaceutical College, Ningbo 315100, China) (2. Yinzhou Rongchangji Food Manufacturer, Ningbo 315101, China) (3. Ningbo Agricultural Science and Research Institute, Ningbo 315040, China)

Abstract: The results indicated that the treated product would be kept at a range of room temperature (15~20 °C) for 60 days without degeneration and mildew when the following hurdle factors for raw material sesame were adopted (pressure 0.02 Mpa, vapor-treatment time 30 minutes, roast temperature 150 °C, roast time 45 minutes, water activity 0.83, potassium sorbate 0.6 mg/kg, sodium dehydroacetate 0.2 mg/kg and UV sterilization time 35 minute at 4 W/m²).

Key words: mochi; hurdle technology; preservation; shelf-life

麻糬, 又称为糯米糍、草饼, 是一种用糯米粉熟化后作为皮而包馅的方便休闲食品, 盛行于日本、台湾和闽南等地, 近些年大陆市场刚刚兴盛^[1-3]。因其软、糯、弹等性 (业内称之为 Q 感), 加上产品新颖、风味独特、口味多样, 很快受到了市场的欢迎和热捧。目前, 麻糬在业内公认的生产技术难点有: 防腐 (长霉、胀袋、发酸)、保软 (老化、开裂、发硬、析水)、裹粉 (产品粘袋)、馅料 (柔软度、稳定性)。如食品厂生产的麻糬产品在超市销售期间, 出现外表长霉的问题而被下架和退货, 给厂家带来经济损失。近年来, 我国食品科技工作者在栅栏技术、综合防腐保鲜应用于肉制品、鲜切果蔬、水产品的保质期做了大量的研究^[4-9], 但在麻糬等粮油产品防腐保鲜中的应用却未见报道。

麻糬属于冷成型食品, 在熟化之后很容易污染上周遭的微生物, 通常没有二次杀菌工序, 在常温下贮运、保存、销售 (低温易使产品过早老化), 因此产品很容易在流通环节中、消费者食用前出现霉变等质量

问题。本次研究利用栅栏技术因子保鲜理论, 从麻糬食品生产的工艺环节入手, 分析造成产品长霉的主要原因和途径, 并通过科学试验设计和因子组合, 以检测的菌落总数等指标来衡量、优化、改进其中的防腐配方、芝麻烘烤、紫外线二次杀菌等关键技术环节, 达到解决长霉问题, 延长产品保质期。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

糯米粉、麦芽糖浆、豆沙馅、白芝麻、包装塑料盒等原材料鄞州荣昌记食品厂采购并提供; 山梨酸钾、脱氢乙酸钠、双乙酸钠均为食品添加剂, 市购; 平板计数琼脂培养基, 硝酸钾 (分析纯)、氯化钠 (分析纯)、硝酸镁 (分析纯)、氯化镁 (分析纯), 市购。

主要的仪器设备: 麻糬专用的蒸练机和包馅机 (食品厂自上海定制); 超净工作台; 水分快速测定仪 (MA35, 德国赛多利斯), 康威微量扩散皿, 分析天平。

1.2 实验方法

1.2.1 麻糬生产工艺

糯米粉与水加 0.12 MPa 蒸汽蒸练 30 min → 加麦芽糖浆 → 加山梨酸钾等防腐剂 → 出锅冷却 → 包馅 → 裹芝麻 → 装模 (不包

收稿日期: 2012-02-27

基金项目: 浙江省高等学校优秀青年教师资助计划项目 (2008)

作者简介: 吴浩 (1985-), 女, 助理实验师, 研究方向: 生物技术

通讯作者: 王隽

装)→紫外线照射(二次杀菌,改进后加此工序)→包装→入库

1.2.2 麻糬皮防腐配方设计

根据事先经验估计、我国食品添加剂使用卫生标准(GB 2760-2007)和单因素设计分析,选择耐高温、耐紫外线、防腐效果好的防腐剂,选择不同浓度的山梨酸钾、脱氢乙酸钠、双乙酸钠按表 1 进行 3 因素 3 水平正交设计组合 $L_9(3^4)$,在正常工艺生产的加入产品中,并以不同处理的样品在室温下保存 7 d 后测定的相应菌落总数为指标,经过 SPSS 17 统计软件处理,结合生产实际选择合适优化的防腐剂品种和浓度组合。

表 1 防腐剂正交实验因素水平表 mg/kg

Table 1 Factors and levels for the $L_9(3^4)$ orthogonal test

水平	因素		
	A(山梨酸钾)	B(脱氢乙酸钠)	C(双乙酸钠)
1	0.2	0.1	0
2	0.4	0.2	1.5
3	0.6	0.3	3.0

1.2.3 外裹芝麻的烘烤处理

将白芝麻分别在不同的条件进行预处理(0.02 MPa 水蒸气蒸 30 min、沸水煮、2%脱氢乙酸钠溶液煮沸或没有处理),接着选择相同的温度(150 °C)与不同的时间(45 min 或 90 min)组合进行烘烤,冷却至常温后立即检测菌落总数的测定,并结合芝麻的香气、色泽以及生产成本进行筛选合适的处理方法,参见表 6。

1.2.4 紫外线二次杀菌工艺

将预包装的麻糬置于光源 1.5 m 以内、四周和上方的紫外线照射之下,考察不同的时间水平下,菌落总数情况,结合生产成本选择合适的照射时间。

1.2.5 生产车间的沉降菌落总数的测定

GB15979-2002 一次性使用卫生用品卫生标准(附录 E)生产环境采样与测试方法。

1.2.6 产品菌落总数的测定

GB/T4789.2-2010 食品卫生微生物学检验(菌落总数测定)。

1.2.7 水分含量的测定

使用水分快速测定仪(MA35,德国赛多利斯),将接近于 2 g 的样品尽可能的摊平于设备托盘上,于 125 °C 快速蒸发 15 min,机器自动给出水分百分比。

1.2.8 水分活度的测定

参考文献^[10],用康威微量扩散皿进行扩散法测定。

2 结果与讨论

2.1 麻糬产品长霉的主要原因探讨

2.1.1 长霉原因的品管分析

通过品管会议的技术分析,原因可能存在如下:

- (1) 在工艺高温蒸练中可能有活菌或芽孢残留;
- (2) 冷却过程中车间微生物沉降而污染产品;
- (3) 外裹的芝麻可能存在微生物;
- (4) 包馅、包装生产中可能有设备、工器具带来的微生物的污染;
- (5) 生产人员在熟区手工操作接触食品潜在微生物污染。

2.1.2 主要原因的技术性探究

跟进检测蒸练后麻糬皮、冷却后表面麻糬皮、包装后的产品(带馅)、贮存 7 d 后产品(带馅)的菌落总数、水分含量、水分活度,外裹芝麻的菌落总数,以及各个生产车间进行沉降菌落总数。数据整理之后,如表 2、表 3 所示。

表 2 麻糬中间产品的菌落总数、水分含量、水分活度等指标

Table 2 Total microbial counts, water activity and water content of the finished and semi-finished mochi products

产品	平均菌落总数/(cfu/g)	平均水分含量/%	平均水分活度
蒸练后麻糬皮	<1×10	28.25±0.13	0.902±0.006
冷却后表面麻糬皮	80	28.12±0.25	0.900±0.002
包装后的产品(带馅)	240	27.73±0.27	0.850±0.003
贮存 7 d 后产品(带馅)	7600	27.65±0.22	0.848±0.004
外裹的芝麻	100	-	-

表 3 产工场各个车间暴露 15 min 后沉降菌落总数 cfu/m³

Table 3 Total microbial counts in the air of different workshop of the mochi plant determined by natural precipitation method performed for a 15-minute exposure

车间	过道	配料间	生成型间	熟成型间	冷却间 1	冷却间 2	包装间
菌落总数 1	130	400	350	410	1100	280	250
菌落总数 2	340	510	320	560	1300	550	510
平均	240	460	340	490	1200	420	380

从表 2 可以看出经过 0.12 MPa 的蒸汽蒸 30 min,产品中心大约 108 °C 以上,麻糬皮基本无菌,与此对应的,实际检测中三个稀释梯度均无菌落形成,所以按照 GB/T 4789.2-2010 要求报告<1×10 cfu/g 的结果。但在此后的产品却均有菌落检出。因此,可以推定在高温蒸练中可以杀死几乎所有微生物,达到无菌,并说明微生物来源于此后的操作工序。这样就可以否定了“在工艺高温蒸练中可能有活菌或芽孢残留”可能性。

从表 3 可以看出该工厂各车间的沉降菌落总数,除了冷却间 1 相对较大 ($p < 0.01$), 其余相差不大,但是根据 GB 15979-2002 要求, 装配与包装车间空气中细菌菌落总数应 $< 2500 \text{ cfu/m}^3$, 均满足这一要求。同时结合表 2, 冷却后表面麻糰皮检出微生物菌落, 可以认为在冷却过程中受到了车间空气中的微生物污染。冷却间 1 的沉降菌落总数偏大, 很可能表明冷却中物料水分蒸发车间空气偏湿温度偏高, 相对其他车间, 给微生物较好的生长环境。

表 2 裹的芝麻检出有菌落, 说明这个也应列为产品污染源, 这与生产一线工人判断一致; 在冷却之后的包馅、裹芝麻、包装等工序是机器、工人、传送带配合的流水线操作, 时间很短微生物增殖不快, 但发现包装后的带馅产品的微生物菌落明显增多, 说明包馅、裹芝麻、包装过程存在微生物污染。

因此, 可认为 2.1.1 中的原因 (2) ~ (5) 都得到了肯定。

实际生产上, 麻糰的馅含水量在 26% 左右, 水分活度在 0.78 到 0.79 之间, 所以表 2 中, 带馅的成品麻糰水分含量和活度都略有下降。注意到麻糰皮的水分活度在 0.90 左右, 如果没有其他栅栏因子限制 (如防腐剂、真空包装等), 不少细菌和大部分霉菌在此时都可以很好的快速繁殖, 所以产品在贮存一周后微生物就很快接近 GB7099-2003《糕点、面包卫生标准》规定中冷加工糕点菌落总数 10000 cfu/g 的上限了。

2.2 麻糰皮的水分活度控制

根据栅栏技术因子保鲜理论、食品加工保藏与微生物学常识, 通常认为水分活度低于 0.80 以下大多数霉菌停止生长, 水分活度低于 0.91 时大部分细菌停止生长^[1], 将水分活度列为首个栅栏技术因子。所以在不影响产品口感的条件下, 有意识地将麻糰皮的水分含量和水分活度下降, 当水分含量在 26%~27% 之间, 水分活度保持在 0.82~0.83 之间, 这时产品相对于原先水分活度 0.90 安全的多, 实验表明, 麻糰表面长霉出现时间大大延迟。若水分活度低于 0.82~0.8 麻糰皮口感较干硬, 风味变劣。

2.3 麻糰皮防腐配方正交试验统计学分析

2.3.1 防腐配方正交试验结果

加入必要的安全的防腐剂是产品第二项栅栏技术保鲜因子。正交试验具体设计处理见表 5, 不考虑交互因素。考虑到微生物的生长规律, 其菌落总数应该用几何平均数来统计^[12], 而 SPSS 单变量的多因素方差分析处理的平均数是算数平均数, 故将其转化成菌落总数的对数之后 (菌落总数 $< 1 \times 10^4$, 对数以“1”计算), 作为分析的变量^[13], 这样处理更科学、客观、

有效。

表 4 防腐剂配方的正交试验结果

Table 4 Results of orthogonal test for the preservatives formula optimization

试验号	A	B	C	菌落总数 /(cfu/g)	对数菌落总数 /(lg cfu/g)
1	1	1	1	5600	3.75
2	1	2	2	4800	3.68
3	1	3	3	3800	3.58
4	2	1	2	780	2.89
5	2	2	3	640	2.81
6	2	3	1	410	2.61
7	3	1	3	100	2.00
8	3	2	1	30	1.48
9	3	3	2	$< 1 \times 10^4$	< 1

表 5 正交试验的主体效应方差分析表

Table 5 Variance analysis of the orthogonal test results

变异来源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
模型	70.571a	7	10.082	220.801	0.005
山梨酸钾	7.183	2	3.592	78.659	0.013
脱氢乙酸钠	0.350	2	0.175	3.831	0.207
双乙酸钠	0.115	2	0.057	1.254	0.444
误差	0.091	2	0.046		
总计	70.663	9			

注: $R^2=0.999$ (调整 $R^2=0.994$)。

2.3.2 防腐配方正交试验方差分析与结果优选

从表 5 中可以看出, 影响麻糰皮防腐效应 (即菌落总数增长) 的因素依次是山梨酸钾 $>$ 脱氢乙酸钠 $>$ 双乙酸钠。其中山梨酸钾的浓度对麻糰皮的菌落总数增长有显著的抑制作用 ($p < 0.05$), 而脱氢乙酸钠浓度和双乙酸钠浓度的效应均不明显 ($p > 0.05$), 甚至双乙酸钠的均方接近于误差的均方, 说明它对菌落总数的抑制作用贡献最小。而实际上, 双乙酸钠在糕点的最大使用量为 4.0 mg/kg , 使用中会产生一股醋酸味, 从而影响产品的感官。

结合表 4 和表 5, 从统计学的角度选择 $A_3B_3C_2$ 为最佳防腐配方组合, 它几乎没有菌落生长。但从生产成本和保质期角度来考虑, 组合 $A_3B_2C_1$ 的菌落总数在 30 cfu/g , 可以满足产品质量要求, 而且不添加双乙酸钠产品的没有醋酸味, 感官上更易于接受。通过验证试验, 按山梨酸钾 0.6 mg/kg 、脱氢乙酸钠 0.2 mg/kg 、不加双乙酸钠的菌落总数均在 30 cfu/g 左右, 所以最后产品选择这一防腐配方组合。

2.4 外裹芝麻的烘烤处理结果

芝麻烘烤的无菌化处理是麻糰防腐保鲜的第三项

栅栏技术因子。通过设计,对比各个处理的菌落总数、感官情况和综合成本,见表6。综合比较选择处理3,即白芝麻0.02 MPa水蒸气蒸30 min、后用150℃烘烤45 min,产品效果较好。这样就放弃原先直接烘烤45 min的处理。

表6 外裹芝麻的烘烤(150℃)处理情况

Table 6 Effect of roast treatment at 150℃ on the total microbial counts, sensory quality and cost of the products

序号	处理条件(同表2)	菌落总数/(cfu/g)	感官情况	综合成本
1	直接烘	1800	香味良好、颗粒一般、色泽白中带黄	低
	烤45min			
2	直接烘	110	香味偏淡、颗粒发干、色泽黄中带焦	中
	烤90min			
3	先蒸30min	<1×10	香味良好、颗粒饱满、色泽发白	中
	后烤45min			
4	先沸水煮15min	<1×10	香味较淡、颗粒干瘪、色泽发黄	高
	后烤90min			
5	2%脱氢乙酸钠溶液煮沸15min,后烤45min	80	香味良好、颗粒饱满、色泽发白	中

通过试验,发现直接烘烤不能把微生物全部杀死,类似于干热灭菌温度和时间要比湿热灭菌苛刻,所以想到加湿再热化处理,而且加湿处理能有效保护芝麻过干,同时将时间控制在45 min,让芝麻散出香味又不至于色泽过黄或发焦。

2.5 紫外线处理

将紫外线处理作为二次杀菌手段,作为麻糰延长保质期的又一项关键的栅栏技术因子。经过包装将包装盒的产品暂不密封,放在专门装有紫外灯灭菌的车间内进行二次冷杀菌,产品四周和上方各有数盏30 W紫外灯照射麻糰表面,对比普通麻糰产品不照射、照射15 min、25 min、35 min、45 min残留的菌落总数,照射强度约4 W/m²,照射距离1.4 m之内(实际生产在0.2 m至1.4 m不等),处理见表7。

表7 紫外线二次灭菌效果

Table 7 Sterilization effect of twice-UV treatment on the products

处理	不照射	照射	照射	照射	照射
		15min	25min	35min	45min
菌落总数/(cfu/g)	300~600	120~220	50~80	20~40	10~20

从表7,大致可以推算出,在照射强度约4 W/m²下,麻糰表面微生物菌落大约每15 min衰减60%,照

射45 min衰减了约95%,菌落总数可以满足产品卫生要求;照射45 min,卫生程度虽优于照射35 min,但空间产生臭氧会影响麻糰风味,而且长时间紫外线照射可以反复诱变微生物,造成紫外线抗性。因此生产上,选择照射35 min。

3 结论

通过技术分析,找到麻糰长霉的主要来源于生产中空气的微生物沉降和外裹芝麻带入的微生物。采取一系列措施,降低麻糰皮的水分活度至0.83,用山梨酸钾0.6 mg/kg、脱氢乙酸钠0.2 mg/kg的组合防腐剂配方,芝麻用0.02 MPa水蒸气蒸30 min经150℃烘烤45 min以及经强度为过4 W/m²的紫外线照射35 min,发现麻糰产品经过2周室温保存完好,经过60 d未见长霉,有效延长了产品货架期,为生产厂家解决了产品质量问题。

参考文献

- [1] 宋臻善,周雪松,曾建新.变性淀粉对麻糰品质的影响[J].现代食品科技,2009,25:1210-1211,1223
- [2] 刘瑞卿.国内麻糰的生产现状及市场分析[J].食品添加剂市场,2008,8:34
- [3] 香芋麻糰[J].中外食品,2011,7:34
- [4] 赵志峰,雷鸣,卢晓黎,等.栅栏技术及其在食品加工中的应用[J].食品工业科技,2002,23:93-95
- [5] 关楠,马海乐.栅栏技术在食品保藏中的应用[J].食品研究与开发,2006,27:160-163
- [6] 宋欢,蔡君,晏家瑛,等.栅栏技术在果蔬保鲜中的应用[J].食品工业科技,2010,31:408-412
- [7] 董国庆,李莉,李喜宏,等.干豆腐的综合保鲜技术研究[J].粮油加工,2010,9:105-107
- [8] 林进,杨瑞金,张文斌,等.栅栏技术在即食南美白对虾食品制作中的应用[J].食品与发酵工业,2010,36:45-51
- [9] 康怀彬,徐幸莲,张敏,等.烧鸡综合保鲜技术研究[J].食品科学,2006,27:556-558
- [10] 王燕主编.食品检验技术[M].中国轻工业出版社,2008
- [11] 曾庆孝主编.食品加工与保藏原理(第二版)[M].北京:化学工业出版社,2007
- [12] 王钦德等主编.食品试验设计与统计分析[M].北京:中国农业大学出版社,2003
- [13] 洪楠.SPSS for Windows 统计分析教程[M].北京:电子工业出版社,2000