

2种工艺处理对乳扇贮藏品质的影响研究

肖梦林, 魏光强, 廖紫玉, 黄艾祥*

(云南农业大学食品科学技术学院, 昆明 650201)

摘要: **目的** 探究巴氏杀菌和涂抹保鲜剂2种工艺处理对乳扇贮藏品质的影响。**方法** 以茶多酚、壳聚糖天然保鲜剂为材料, 分别采用巴氏杀菌、涂抹保鲜剂2种方式搭配真空包装保鲜乳扇, 并从感官、理化、微生物等3个方面比较2种工艺处理对乳扇贮藏品质的影响。**结果** 真空包装组(对照组)保鲜期达60 d时, 乳扇颜色偏黄, 过酸, 剪切费力, 酸价测定结果为3.76 mg/g, 显著高于实验组($P<0.05$); 巴氏杀菌组和涂抹保鲜剂组保鲜期达105 d, 此时乳扇的色泽和风味正常, 酸价分别为3.99、3.78 mg/g, 过氧化值分别为1.90、1.87 mmol/kg, 菌落总数小于4500 CFU/g, 大肠菌群阴性, 霉菌和酵母菌检测结果符合国家标准规定。**结论** 综合感官与理化指标评判, 2种工艺处理与真空包装处理相比, 能将乳扇的保鲜期从60 d延长至105 d, 保鲜效果显著。研究可为乳扇的天然保鲜提供一定的理论依据, 促进云南民族乳制品发展。

关键词: 乳扇; 天然保鲜剂; 巴氏杀菌; 保鲜工艺

Effects of 2 process treatments on the storage quality of dairy fan

XIAO Meng-Lin, WEI Guang-Qiang, LIAO Zi-Yu, HUANG Ai-Xiang*

(College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201 China)

ABSTRACT: Objective To study the effects of pasteurization and application of preservative on the storage quality of dairy fan. **Methods** Tea polyphenols and chitosan natural preservatives were used as materials. Pasteurization and application of preservative were used to fresh-keep dairy fan, matching with vacuum packaged. The 2 processes were compared from the 3 aspects of sensory, physical and chemical, and microorganisms. **Results** When the preservation period of the vacuum packaging group (control group) reached 60 d, the color of the dairy fan was yellowish, too acidic, and the shearing was laborious. The acid value measurement result was 3.76 mg/g, which was significantly higher than that of the experimental group ($P<0.05$). The pasteurization group and the antistaling agent group got a 105-day preservation period. The color and flavor were normal, the acid values were 3.99 and 3.78 mg/g, and the peroxide values were 1.90 and 1.87 mmol/kg, respectively. The total number of colonies was less than 4500 CFU/g, the coliforms were negative, and the mold and yeast test results met the national standards. **Conclusion** The comprehensive evaluation of sensory and physical and chemical indicators, the 2 process treatments can extend the fresh-keeping period of dairy fans from 60 d to 105 d compared with vacuum packaging treatment, and the fresh-keeping effect is significant. The research can provide a certain theoretical basis for the natural preservation of dairy fans and promote the development of ethnic dairy products in Yunnan.

基金项目: “十三五”-国家重点研发计划(2018YFD0400102)

Fund: Supported by Thirteenth Five-Year Plan-National Key Research and Development Plan (2018YFD0400102)

*通信作者: 黄艾祥, 教授, 主要研究方向为食物新资源开发与乳品科学。E-mail: aixianghuang@126.com

*Corresponding author: HUANG Ai-Xiang, Professor, College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China. E-mail: aixianghuang@126.com

KEY WORDS: dairy fan; natural preservative; pasteurization; preservation technology

0 引言

乳扇属于工艺独特的酸凝拉伸型干酪,是将酸木瓜熬制的酸浆或经发酵后的酸乳清加热后,倒入牛奶使酪蛋白酸凝拉伸成型^[1],最后上架缠绕晾晒而成。其营养价值丰富,风味独特,受到了很多人的喜爱,但目前无标准化的生产体系,生产基本以传统手工作坊式为主^[2],污染环节多,易氧化变质、发酸、变哈以及发生霉变,贮藏期一般不超过3个月^[3]。

鉴于乳扇保藏期短的问题,国内学者为改善乳扇的保鲜效果进行了相关的研究。闻从新^[4]以0.5%安息香的食用保鲜剂浸泡结合真空包装处理,可使乳扇保鲜期延长至6个月。肖蓉等^[3,5]采用食用酸替代酸乳清作凝固剂,并在加工中添加0.1%的山梨酸钾作防腐剂,真空包装低温贮存,可把保存期有效延迟到1年。苏科巧等^[6]研究表明辐照和保鲜液贮藏能明显延长乳扇保质期,保质期可分别达到90 d和75 d,真空包装可有效抑制霉菌的生长。上述保藏方法均以物理杀菌和添加防腐剂为主,能有限延长乳扇的贮藏期,但随着天然活性物质的兴起,保鲜包装的潮流开始偏向于安全卫生。常见的天然活性物质有抗氧化剂茶多酚,抑菌剂壳聚糖。研究表明,茶多酚因具有良好的杀菌防腐能力和抗氧化能力,经常被应用于食品保鲜中。壳聚糖作为一种活性保鲜剂,因其能有效阻隔被包装的食物和空气中的气体交换,防止食品水分和养分的损失,也被广泛应用于水果^[7-8]、蔬菜^[9-10]、肉类^[11-12]的包装。除此之外,壳聚糖还是一种阳离子多糖,具有生物相容性、成膜性、可降解性以及无毒无害等优点^[13],具有广谱的抗菌性能^[14],对真菌、细菌和病毒都有一定的作用^[15-16]。

本研究采用真空包装、真空包装+巴氏杀菌、涂抹保鲜剂(茶多酚、壳聚糖)+真空包装3种方式保鲜乳扇,旨在探索2种工艺处理对乳扇贮藏品质的影响,以期开发一种天然的乳扇保鲜剂,延长贮藏期,促进远距离销售,进而促进云南特色乳制品的发展。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

1.1.1 实验材料

乳扇(水分含量为18.61%),购自云南省大理州;茶多酚、壳聚糖、食用油、真空包装袋市售。

1.1.2 主要试剂

氢氧化钾、乙醚、异丙醇、石油醚、无水硫酸钠、三氯甲烷、冰乙酸(分析纯,天津市北方天医化学试剂厂);碘化钾、可溶性淀粉、硫代硫酸钠、氯化钠(分析纯,天津市

津北精细化工有限公司);平板计数培养基、马铃薯葡萄糖琼脂、孟加拉红琼脂、月桂基硫酸胰蛋白胨(干粉培养基)(山东海博生物有限公司)。

1.2 仪器与设备

YMX-958-6L真空包装机(泉州市亿闽信贸有限公司);BS1.6G3保鲜柜(富伟吉祥厨房设备有限公司);AR224CN电子天平(深圳市德优平科技有限公司);RE201D旋转蒸发器(普瑞科技有限公司);HPX-9272ME恒温培养箱(无锡锡瑞特科技有限公司);NAI-JZQ均质器(上海那艾精密仪器有限公司);GMSX-280压力蒸汽灭菌器(山东鸿德实业有限公司);SW-CJ-IF单人双面超净无菌操作台(上海书培实验设备有限公司);KQ3200E超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);CR-400/410色彩色差仪(北京京海正通科技有限公司);HD-3A水分活度测定仪(成都市宜邦科析仪器有限公司);WK2102电磁炉(美的公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 样品处理

在无菌操作室里将乳扇剪成每片半径为8 cm,质量为5 g的扇形,混合并分为3个组(对照组、实验组1、实验组2),每组20小袋,每袋16片约80 g。

1.3.2 保鲜处理

对照组:真空包装(乳扇→剪切→真空包装→4℃贮藏)。

实验组1:真空包装+巴氏杀菌(乳扇→剪切→真空包装→巴氏杀菌→吹干、冷却→4℃贮藏)。

乳扇在真空度为0.075 MPa条件下进行真空包装后,放入85℃的热水中持续加热15 min,取出用超净台冷风吹干包装袋表面水分,并使乳扇冷却至室温。

实验组2:涂抹保鲜剂+真空包装(乳扇→剪切→配制保鲜液→涂抹保鲜→真空包装→4℃贮藏)。

配制保鲜液50 mL(50 mL食用油、0.02%茶多酚、0.6%壳聚糖),将到茶多酚-壳聚糖的保鲜液倒入乳扇中并均匀涂抹,保证所有乳扇表面都涂有保鲜液,接着在真空度为0.075 MPa条件下进行包装。

每次分别取每组中2小袋进行感官、理化、微生物指标测量。

1.3.3 测定方法

(1)感官评定

由5名实验室人员,根据干酪国家标准^[17]中感官评定指标(稍作修改)进行评定,如表1。

(2)酸价、过氧化值、菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母的测定参照文献^[6]。

(3)水分活度(water activity, Aw)、色差测定的测定参照文献^[18]。

表 1 感官评定标准
Table 1 Sensory assessment criteria

分值	色泽	滋味、气味	组织状态
5	乳白色或淡黄色	具有乳扇固有的乳香味	有无相互粘连、不硬, 易分开
4	乳黄色	具有乳扇固有的乳香味, 有轻微酸香味	有无相互粘连、微硬, 较易剪切
3	乳黄色加深	具有乳扇固有风味, 酸味加重	有无相互粘连、硬, 易剪切
2	偏黄色	乳扇固有风味淡、酸味较浓	有无相互粘连、较硬, 难剪切
1	黄色	酸味掩盖乳扇固有的乳香味	有无相互粘连、非常坚硬, 剪切费力

2 结果与分析

2.1 保鲜效果研究

2.1.1 感官评定

乳扇贮藏期间的感官变化如图 1 所示。

由图 1 可知, 对照组的感官评分值到第 60 d 时为 2.4 分, 这时乳扇偏黄, 酸味加重, 硬度坚硬, 不可食用, 所以真空包装处理乳扇保鲜期可达到 60 d 左右; 实验组 1 和实验组 2 贮藏到 105 d 时感官评分值依旧在 3 分以上, 其后感官评分值急剧下降, 到 135 d 时感官评分值分别为 1.4 分和 1.3 分, 这时乳扇颜色过黄, 酸味盖过了乳香味, 非常坚硬, 不可食用。

巴氏杀菌杀灭了乳扇自身中的乳酸菌^[19], 延缓了酸味、腐败味以及酒味等不良气味的产生, 但长时间的贮藏也会导致脂肪的氧化以及产生干耗现象^[20], 导致乳扇的颜色偏黄以及质地变硬; 而保鲜涂层起到了较好的抑菌和抗氧化效果, 保证了乳扇的色泽以及风味, 同时也减缓了乳

扇的干耗, 但长时间贮藏添加的食用油会产生哈喇味^[21], 从而影响感官评分。

2.1.2 乳扇贮藏期间酸价、过氧化值的差异显著性分析

乳扇贮藏期间的酸价和过氧化值变化如表 2 所示。

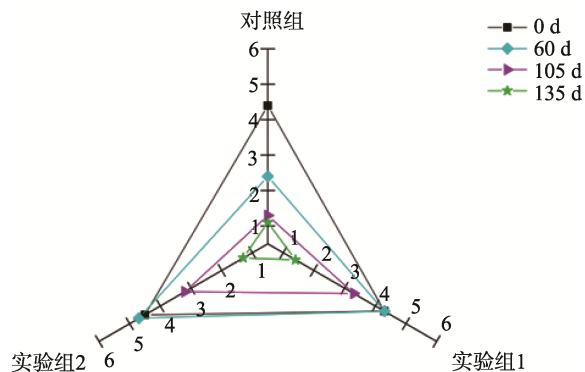


图 1 乳扇贮藏期间感官雷达图
Fig.1 Sensory radar of dairy fan during storage

表 2 乳扇贮藏期间酸价、过氧化值的变化
Table 2 Changes in acid value and peroxide value of dairy fan during storage

贮藏时间/d	酸价			过氧化值		
	对照组	实验组 1	实验组 2	对照组	实验组 1	实验组 2
0	3.029 ^a	3.001 ^a	3.001 ^a	1.51 ^a	1.50 ^a	1.48 ^a
15	3.086 ^a	3.114 ^a	3.057 ^a	1.55 ^a	1.57 ^a	1.52 ^a
30	3.226 ^a	3.170 ^a	3.171 ^a	1.59 ^{ab}	1.65 ^a	1.53 ^b
45	3.394 ^a	3.223 ^b	3.258 ^b	1.68 ^b	1.78 ^a	1.57 ^c
60	3.760 ^a	3.337 ^b	3.366 ^b	1.86 ^a	1.82 ^a	1.61 ^b
75	4.208 ^a	3.478 ^b	3.367 ^c	1.95 ^a	1.88 ^a	1.66 ^b
105	4.592 ^a	3.992 ^b	3.778 ^c	2.32 ^a	2.14 ^b	1.90 ^c
135	8.191 ^a	6.158 ^c	6.900 ^b	2.85 ^b	3.17 ^a	2.41 ^c

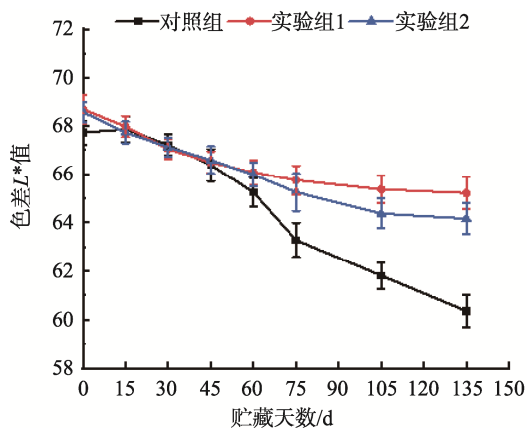
注: 同行上标不同字母者表示差异显著($P < 0.05$)。

由表 2 可知, 60 d 时对照组酸价为 3.76 mg/g, 与实验组相比, 酸价变化差异显著 ($P < 0.05$), 与感官评定结果一致; 105 d 时实验组 1 和实验组 2 相比, 酸价分别为 3.99、3.78 mg/g, 过氧化值分别为 1.90、1.87 mmol/kg, 酸价、过氧化值变化都差异显著 ($P < 0.05$), 之后随着贮藏时间的增加, 二者上升速率加快, 超过限值^[22], 综合感官评定结果, 判断二者贮藏期为 105 d。

实验组 1 在贮藏期 105 d 之内酸价、过氧化值变化不明显, 原因是巴氏杀菌能抑制乳扇中的绝大部分微生物的生长代谢, 减缓脂肪的酸败和降解。实验组 2 变化不明显是因为添加的茶多酚, 作为一种天然的抗氧化剂, 可通过本身的氧化还原反应来抑制氧化^[23], 较好地抑制了乳扇中脂肪的氧化, 延长乳扇保质期。

2.1.3 乳扇贮藏期间色差的变化

消费者购买乳扇时通常会根据色泽的不同进行选择, 颜色过白或者是过黄都会使消费者放弃购买。 L^* 和 b^* 常用来表示乳扇的色泽特征, 分别表示亮度差和偏黄度。乳扇贮藏期间的色差 L^* 值和 b^* 值变化如下图 2 所示。



由图 2 可以看出, 乳扇贮藏期间的 L^* 值都随着贮藏时间的延长呈逐渐下降的趋势, 与高鹏飞^[24]研究结果一致。原因是乳扇在贮藏过程中, 脂肪被水解为游离脂肪酸, 蛋白质在微生物和酶的相互作用下不断水解产生小分子肽段和氨基酸, 物质成分的变化直接影响对光的反射, 所以 L^* 值不断降低。乳扇贮藏期间的 b^* 值都随着贮藏时间的延长呈逐渐上升的趋势, 与田洋等^[25]研究结果一致。原因是随着贮藏期的延长, 乳扇中的蛋白质在微生物和内源酶的作用下降解, 导致蛋白质结果变得松软甚至坍塌, 而脂肪脂解形成游离脂肪酸, 松散的蛋白骨架无法锁住脂肪, 导致乳扇中的脂肪析出, b^* 值增加^[26]。

综上, 巴氏杀菌和保鲜涂层通过抑制乳扇中微生物的生长进而减缓蛋白质的水解以及油脂的析出, 最终减缓乳扇贮藏期间 L^* 值的下降 b^* 值的上升, 使乳扇保持一定的亮度值和黄度值。

2.1.4 微生物指标

(1) 菌落总数的变化

乳扇贮藏期间的菌落总数的变化如下表 3 所示。

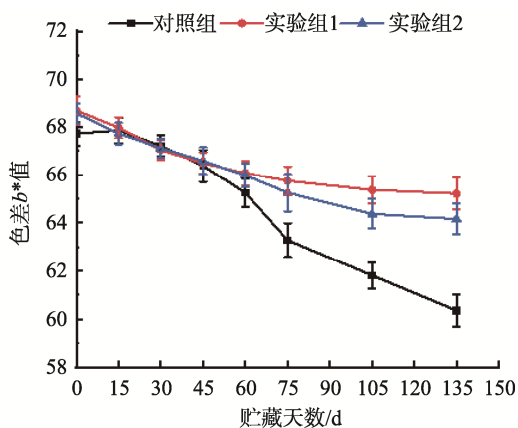


图 2 乳扇贮藏期间色差 L^* 和 b^* 值的变化 ($n=3$)

Fig.2 Changes in the color difference L^* and b^* values of the dairy fan during storage ($n=3$)

表 3 乳扇贮藏过程中菌落总数变化 [$CFU/g(\times 10^4)$]
Table 3 Changes of total colony in dairy fan during storage [$CFU/g(\times 10^4)$]

贮藏时间/d	组别		
	对照组	实验组 1	实验组 2
0	15.3	0.26	8.77
15	39.1	0.27	8.36
30	19.7	0.18	7.59
45	12.6	0.09	5.5
60	10.4	0.04	3.1
75	8.59	0.04	0.52
105	6.38	0.07	0.45
135	2.90	0.04	0.04

由表 3 可以看出,随着贮藏时间的延长,对照组在前 45 d 内下降缓慢,之后下降加快,可能是由于乳扇中乳酸菌或酵母菌大量繁殖使 pH 值下降,不耐酸细菌大量死亡所致^[6]。实验组 1 乳扇贮藏期间菌落总数较少,说明巴氏杀菌能杀灭几乎所有的微生物。实验组 2 在 75 d 内菌落总数明显降低,表明茶多酚与壳聚糖之间可以发挥协同作用,壳聚糖通过阻止营养物质进入细菌体内或者是壳聚糖穿过细菌的表面进入细胞体内部,扰乱细胞正常的代谢活动,从而起到杀灭细菌的作用^[27-28]。

(2)大肠菌群、霉菌、酵母的变化

乳扇贮藏期间的大肠菌群、霉菌、酵母数量变化,结果分别如下表 4 所示。

由表 4 可以看出,各组处理组乳扇在贮藏期内大肠菌群数均 <0.30 CFU/g,在标准允许范围内(乳扇地方标准: ≤ 100 CFU/g)^[29],说明真空包装能够有效避免乳扇在贮藏期间受到污染。

由表 4 可知,乳扇贮藏到 135 d 时 3 个处理组乳扇的霉菌数量均未超标(干酪国家标准: ≤ 50 CFU/g)^[17],且随着贮

藏时间的延长,乳扇中的霉菌数量呈减少趋势,原因是随着贮藏时间的延长,乳扇的生长所需营养物质减少,不适合霉菌的生长。3 个处理组中对照组的霉菌和酵母菌数量高于实验组 2 和实验组 1,原因是巴氏杀菌组能杀灭乳扇中的霉菌和酵母菌,而保鲜涂层组中的壳聚糖具有广谱抗菌性,对霉菌和酵母菌有一定的抑制作用。经巴士杀菌后的乳扇酵母菌数量显著降低,保鲜液对真菌有一定的抑制作用。

3 结 论

本研究通过对 2 中不同保鲜包装处理乳扇贮藏期间感官、理化、微生物指标的测定,得出 2 种保鲜工艺的贮藏期与对照组相比,能从 60 d 延长至 105 d,有效的延长了乳扇的贮藏期。真空包装+巴氏杀菌处理组能显著降低乳扇贮藏期间微生物的数量,从而达到延长贮藏期的效果。保鲜涂层+真空包装处理组因添加茶多酚、壳聚糖,在抑制微生物繁殖的同时发挥抗氧化作用,减缓乳扇的酸败和哈变。研究可为乳扇天然保鲜剂开发提供一定的理论依据。

表 4 乳扇贮藏过程中大肠菌群 MPN 值、霉菌、酵母的变化
Table 4 Changes of coliform MPN value, mold and yeast during storage of dairy fan

贮藏时间/d	大肠菌群 MPN 值 CFU/g($\times 10^2$)			霉菌 CFU/g($\times 10$)			酵母菌 CFU/g($\times 10^4$)		
	对照组	实验组 1	实验组 2	对照组	实验组 1	实验组 2	对照组	实验组 1	实验组 2
0	<30	<30	<30	0.3	0	0.2	51	1.5	3.5
15	<30	<30	<30	0.2	0.2	0.1	68	1	3.8
30	<30	<30	<30	0.2	0	0	74	2.5	4
45	<30	<30	<30	0.3	0.1	0	87	0.5	3
60	<30	<30	<30	0	0	0	112	0	0
75	<30	<30	<30	0.1	0	0	71	1	3
105	<30	<30	<30	0.2	0	0.1	32	0	0
135	<30	<30	<30	0	0	0	1.8	0	1.7

参考文献

- [1] LEE DK, JANG S, MI JK, *et al.* Anti-proliferative effects of Bifidobacterium adolescentis SPM0212 extract on human colon cancer cell lines [J]. BMC Cancer, 2008, 8(1): 310-310.
- [2] 南庆贤,任发政,杨子彪,等. 云南乳扇形成工艺条件研究[J]. 中国畜牧杂志, 1992, (2): 26-28.
NAN QX, REN FZ, YANG ZB, *et al.* Research on the technological conditions of Yunnan dairy fan formation [J]. Chin J Anim Husb, 1992, (2): 26-28.
- [3] 肖蓉,田洋,史崇颖,等. 真空包装条件下不同水分含量乳扇的品质变化[J]. 中国乳品工业, 2007, 8(17): 23-26.
XIAO R, TIAN Y, SHI CY, *et al.* Quality change of vacuum-packaged dairy fan with different water content [J]. China Dairy Ind, 2007, 8(17): 23-26.
- [4] 闻从新. 保鲜乳扇或饵线的制作工艺, 中国: CN1366826[P]. 2002-09-04.
WEN CX. The production process of fresh-keeping milk fan or bait thread, China: CN1366826 [P]. 2002-09-04.
- [5] 肖蓉,徐昆龙. 云南传统乳扇加工与保鲜[J]. 农牧产品开发, 1996, (6): 14-16.
XIAO R, XU KL. Processing and preservation of traditional dairy fans in Yunnan [J]. Dev Agric Anim Husb Prod, 1996, (6): 14-16.
- [6] 苏科巧,陶亮,李木桂,等. 乳扇保鲜技术研究[J]. 中国乳品工业, 2014, 7(14): 21-13.
SU KQ, TAO L, LI MG, *et al.* Research on the fresh-keeping technology of dairy fan [J]. China Dairy Ind, 2014, 7(14): 21-13.
- [7] 熊亚波. 不同处理对桔、柚采后贮藏生理和品质的影响研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2014.
XIONG YB. Effects of different treatment on postharvest physiology and

- storage quality of orange and pomelo [D]. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2014.
- [8] 孙传芝, 韦剑锋, 姜平, 等. 采前喷硼和采后壳聚糖涂膜对龙眼品质及耐贮性的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(12): 86-89.
SUN CZ, WEI JF, JIANG P, *et al.* Effects of boron spraying before harvest and chitosan coating after harvest on longan quality and torability [J]. Chin Agric Sci Bull, 2005, 21(12): 86-89.
- [9] 陈晓刚, 陈忻, 梁结玲. 优化壳聚糖保鲜液对非洲菊切花保鲜的影响[J]. 食品科学, 2007, (10): 545-548.
CHEN XG, CHEN X, LIANG JL. Optimizing the effect of chitosan preservative on the preservation of cut Gerbera flowers [J]. Food Sci, 2007, (10): 545-548.
- [10] 李喜宏, 郭训练, 李文秀, 等. 壳聚糖果蔬保鲜复合涂膜的制备与保鲜效果研究进展[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2018, 37(3): 1-10.
LI XH, GUO XL, LI WX, *et al.* Research progress on preparation and fresh-keeping effect of the composite coating film for the preservation of fresh-keeping vegetables and confectionery products [J]. J Xihua Univ Nat Sci Edit, 2018, 37(3): 1-10.
- [11] 盛东. 壳聚糖抗菌性能及在罗非鱼片保鲜中的应用研究[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2015.
HUANG SD. The antibacterial properties of chitosan and its application in the preservation of tilapia fillets [D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2015.
- [12] 李儒仁, 林世文, 荣良燕, 等. 壳聚糖协同生物源保鲜剂对冷鲜牛肉的保鲜效果[J]. 肉类研究, 2018, 32(3): 24-28.
LI RR, LIN SW, RONG LY, *et al.* The effect of chitosan synergistic bio-source antistaling agent on chilled beef [J]. Meat Res, 2018, 32(3): 24-28.
- [13] 田国鹏. 天然高分子絮凝剂壳聚糖的改性及其性能研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2008.
TIAN GP. Modification and performance of natural polymer flocculant chitosan [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2008.
- [14] KURITA K. Controlled functionalization of the polysaccharide chitin [J]. Prog Poly Sci, 2001, 26(9): 1921-1971.
- [15] RABEA EI, BADAWY ET, STEVENS CV, *et al.* Chitosan as antimicrobial agent: Applications and mode of action [J]. Biomacromolecules, 2003, 4(6):1457-1465.
- [16] RHOADES J, ROLLER S. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods [J]. Appl Environ Microbiol, 2000, 66(1): 80-86.
- [17] GB 5420—2010 食品安全国家标准 干酪[S].
GB 5420—2010 National food safety standard-Cheese [S].
- [18] 王强. 水牛 CSN1S1 多态性对泌乳品质及马苏里拉干酪品质的影响研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2015.
WANG Q. The effect of buffalo CSN1S1 polymorphism on lactation quality and mozzarella cheese quality [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2015.
- [19] 宋茜, 王春梅, 庞娥娟, 等. 甜面酱菌种分析及灭菌条件研究[J]. 时代报告, 2017, (18): 251.
SONG Q, WANG CM, PANG YJ, *et al.* Sweet noodle sauce strain analysis and sterilization conditions research [J]. Times Rep, 2017, (18): 251.
- [20] 贺殿媛. 贮藏期内干酪理化、流变学性质及微观结构变化的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.
HE YY. Study on changes of physicochemical, rheological properties and microstructure of cheese during storage [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2008.
- [21] 孙清康. 别让食用油产生哈喇味[J]. 家庭医学, 2007, (3): 46.
SUN QL. Don't let the cooking oil produce a hala taste [J]. Family Med, 2007, (3): 46.
- [22] 林杨斌, 胡晓静. 人造奶油酸价和过氧化值影响因素研究[J]. 广州化工, 2019, 47(12): 90-91, 126.
LIN YB, HU XJ. Research on the influencing factors of acid value and peroxide value of margarine [J]. Guangzhou Chem Ind, 2019, 47(12): 90-91, 126.
- [23] 蓝鸿雁. 茶多酚缓释抗氧化膜的制备及其缓释性能研究[D]. 南宁: 广西大学, 2017.
LAN HY. Preparation of tea polyphenol slow-release antioxidant film and its slow-release performance [D]. Nanning: Guangxi University, 2017.
- [24] 高鹏飞. 亚麻籽胶/壳聚糖自组装膜在奶豆腐包装中的应用[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017.
GAO PF. Application of flaxseed gum/chitosan self-assembled film in milk tofu packaging [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2017.
- [25] 田洋, 肖蓉, 史崇颖, 等. 真空包装条件下不同水分含量乳扇的品质变化[J]. 中国乳品工业, 2007, (1): 23-26.
TIAN Y, XIAO R, SHI CY, *et al.* Quality change of vacuum-packaged dairy fan with different water content [J]. China Dairy Ind, 2007, (1): 23-26.
- [26] 毛永江, 杨章平, 王杏龙, 等. 中国荷斯坦牛泌乳早期乳常规成分及乳蛋白组分变化规律的研究[J]. 中国乳品工业, 2004, (8): 3-6.
MAO YJ, YANG ZP, WANG XL, *et al.* Study on the regular composition and milk protein composition of Chinese Holstein milk early lactation [J]. China Dairy Ind, 2004, (8): 3-6.
- [27] 王乐, 宗学醒, 闫清泉, 等. 关键加工工艺对涂抹再制干酪品质的影响[J]. 中国乳品工业, 2016, 44(1): 62-64.
WANG L, ZONG XX, YAN QQ, *et al.* The influence of key processing technology on the quality of coated processed cheese [J]. China Dairy Ind, 2016, 44(1): 62-64.
- [28] HELANDER I, NURMIAHO LE, AHVENAINEN L, *et al.* Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria [J]. Int J Food Microbiol, 2001, 71(2): 235-244.
- [29] DBS 53/010—2016 食品安全地方标准 乳扇[S].
DBS 53/010—2016 Local food safety standard-Dairy fan [S].

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



肖梦林, 硕士, 主要研究方向为食品加工与安全。

E-mail: 1583151714@qq.com



黄艾祥, 教授, 主要研究方向为食物资源开发与乳品科学。

E-mail: aixianghuang@126.com