

无籽刺梨酸奶含片工艺研究

Processing technology of *rosa sterilis* yoghurt buccal tablets

严晓月^{1,2} 刘星² 李永福²

YAN Xiao-yue^{1,2} LIU Xing² LI Yong-fu²

陈琴芳² 钟耀广¹ 王正武²

CHEN Qin-fang² ZHONG Yao-guang¹ WANG Zheng-wu²

(1. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306; 2. 上海交通大学农业与生物学院食品科学与工程系, 上海 200240)

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Department of Food Science and Technology, Bor Luh Food Safety Center, School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

摘要:为丰富市面酸奶片的种类和提高其营养价值,以无籽刺梨、丝胶肽、脱脂乳为原料研究酸奶含片的原料配比与制备工艺条件。结果表明:当无籽刺梨与脱脂乳粉共发酵 4 h,且无籽刺梨粉末、木糖醇、脱脂乳粉的质量配比为 2:5:10,硬脂酸镁添加量为 2% 时,所得酸奶片富含酸奶香和无籽刺梨果香,营养丰富、酸甜适宜,且各项指标都能达到国标要求。

关键词:无籽刺梨;酸奶;含片;加工工艺

Abstract: *Rosa sterilis*, sericin peptides and skim milk were used as raw materials to produce yoghurt buccal tablets of the ratio of raw materials and preparation conditions, which could enrich yoghurt buccal tablets varieties in the market and improve their nutritional value. The results showed that the optimal co-fermentation time was 4 hours, the best ratio of *Rosa sterilis*, xylitol and dried skim milk 2:5:10 and the content of magnesium stearate 2%. The yoghurt buccal tablets were nutritive and suitable sour and sweet, rich in yogurt flavor and the fruit of *Rosa sterilis*, whose nutritional and hygienic indexes could meet the national standard requirements.

Keywords: *rosa sterilis*; yogurt; buccal tablets; processing technology

无籽刺梨(*rosa sterilis*)俗称搭钩刺梨^[1],属蔷薇科,贵州特有。因 V_c含量(>1 000 mg/100 g 鲜果^[2])奇高,又有金维果的美称。此外还富含糖分、胡萝卜素、矿物质等营养成分^[3],同时还含有超氧化物歧化酶(SOD)、β-谷甾醇、刺梨

酸、黄酮等功效成分,具有抗氧化、降血脂、抗肿瘤、镇痛、抗炎等作用。无籽刺梨果实成熟后,表面皮刺基本退化脱落,种子败育,更方便食用,口味脆而香甜,被誉为“新山珍”。但因其成熟果实糖分、酶类等含量高,不易贮藏,再加之地域原因等局限,加工后再食用比鲜食更符合大众的需求。

酸奶以其独特的香气而受到人们的喜欢。被认为是一种非常古老的发酵食物^[4]。经过发酵过程,牛乳中的乳糖、蛋白质等大分子被水解为小分子,更容易被人们消化吸收。而且乳酸菌可以抑制肠道腐败菌的繁殖,能够保护人体正常的生理机能和提高人体免疫力等^[5]。将酸奶制成酸奶片,不仅可以延长保质期,而且还有丰富的营养价值和功能作用,且便于携带方便食用^[6]。

丝胶蛋白是一种球蛋白,当蚕营茧对蚕丝时起着黏合作用,具有优异的吸湿性、放湿性、抗冻活性、抑制酪氨酸酶活性和抗氧化作用^[7],近年来逐渐被用作药物、医用生物材料、化妆品添加剂等^[8];且有研究^[9]表明,丝胶及其水解物具有抗癌、抗衰老、抗凝血等多种功能作用。丝胶肽的亲水性氨基酸含量非常高,如丝氨酸含量可达 33% 左右^[10],这使得丝胶肽具有很高的抗冻活性,通常可将其作为抗冻保护剂^[11]来保护细胞结构和组织成分,如加入菌群培养基或含活性菌的产品中,可减少益生菌的死亡。

本研究拟将无籽刺梨通过与脱脂乳粉复原后共发酵,并且在发酵乳冷冻干燥时加入丝胶肽,从而将无籽刺梨、益生菌、丝胶肽三者通过酸奶片载体有机地结合起来,制作出口感风味独特而又营养丰富、乳酸菌活性高的无籽刺梨酸奶含片,扩大了无籽刺梨的应用范围,填补了市场上果味酸奶片的空白,具有很好的开发前景和可观的商业价值。

基金项目:国家自然科学基金(编号:21276154,31171642)

作者简介:严晓月(1988—),女,上海海洋大学在读硕士研究生。

E-mail:yanxiaoyue_2007@163.com

通讯作者:钟耀广,王正武

收稿日期:2014-11-04

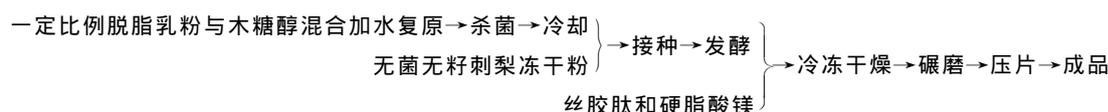
1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

无籽刺梨:贵州省兴仁县;
木糖醇、硬脂酸镁:上海吉天食品有限公司;
丝胶肽:平均分子量 500~10 000 Da,湖州新天丝生物技术有 限公司;
德氏乳杆菌保加利亚亚种 (*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* LB340):丹尼克斯(中国)有限公司;
脱脂奶粉:恒天然(中国)有限公司。

1.2 仪器与设备

冷冻干燥机:FD-1A-50 型,北京博医康实验仪器有限公司;
超净台:BJ-2CD 型,上海博讯实业有 限公司;



1.4 试验方法

1.4.1 无籽刺梨冻干粉制备 挑选形态完整、无破损、无霉变的成熟无籽刺梨,去梗去蒂,清水浸泡 1~2 h 左右,冲洗 2~3 次,去除果实表面泥沙及污物。再用偏重亚硫酸钾液(质量浓度 0.2%~0.3%)清洗后用净水洗净,自然阴干。将无籽刺梨切成小块后,于温度<-50℃、真空度<10 Pa 条件下真空冷冻干燥 12~24 h。将完全冻干的无籽刺梨粉碎,过 80 目筛,制成无籽刺梨冻干粉以备用。

1.4.2 无籽刺梨酸奶发酵 将净水灌入洁净锥形瓶中,50℃水浴溶解一定量的脱脂奶粉及木糖醇^[12],制成复原乳液。于 90℃灭菌 10 min,冷却至 40℃左右,备用。将无籽刺梨粉紫外灭菌 30 min,与灭菌乳混合均匀,接入 1%(占脱脂奶粉的质量)的德氏乳杆菌保加利亚亚种,然后置于培养箱中,42℃发酵一定时间得酸奶。

1.4.3 酸奶粉制备 将发酵好的无籽刺梨酸奶与经过 30 min紫外灭菌的一定量硬脂酸镁和丝胶肽粉混合均匀,分装 在无菌培养皿中,厚度在 0.5 cm 左右。分装好的发酵无籽 刺梨酸奶经过-20℃预冻 12 h 后,在温度低于-50℃、真 空度小于 10 Pa 的条件下干燥 16~24 h。将冻干后的无籽 刺梨酸奶粉取出,分装在洁净的塑封袋中。因为糖度较高略 有粘连,故隔袋研磨,确保细粉状态。

手提式压力蒸汽灭菌器:YX-18LM 型,江阴滨江医疗设 备有限公司;

质构仪:TA.XT, plus Texture Analyser 型,英国 Stable Micro Systems 公司;

单冲压片机:TDP.5 型,上海天凡药机制造厂;

高速万能粉碎机:FW100 型,上海安锐自动化仪表有 限公司;

全自动氨基酸分析仪:L-8900 型,日本 Hitachi 公司;

火焰-石墨炉原子吸收分光光度计:Z 2000 型,日本 Hitachi 公司;

自动凯氏定氮仪:Kjeltec 8200 型,丹麦 FOSS 公司。

1.3 工艺流程

1.4.4 压片成粒 压片前用 75%酒精对压片机进料口及冲 头进行消毒,若有粘连需要及时清洗。然后在 20 kN 的压力 下将酸奶粉压片成粒。

1.4.5 酸奶片的感官评定、营养成分测定和微生物指标

(1) 酸奶片的感官评定:参照文献[13]制定的感官评分 表见表 1。

(2) V_C:按 GB/T 5009.86—2003 执行。

(3) 蛋白质:按 GB 5009.5—2010 执行。

(4) 氨基酸:按 GB/T 5009.124—2003 执行。

(5) 膳食纤维:按 GB/T 5009.88—2008 执行。

(6) 矿物质:按 GB/T 5009—2003 执行。

(7) 硬度值:质构仪硬度穿刺测定法。

(8) 微生物:按 GB 19302—2010 执行。

2 结果与分析

2.1 发酵时间的确定

乳酸菌发酵时间对酸奶的状态、气味、滋味、色泽有很 大的影响。由表 2 可知,发酵时间从 2 h 到 4 h 时 pH 下降很 快,说明乳酸菌含量增加得很快^[14],酸奶香也逐渐浓郁;而

表 1 无籽刺梨酸奶含片感官评分表

Table 1 Sensory evaluation standards of *Rosa sterilis* yoghourt buccal tablets

| 评分/分 | 风味 | 口感 | 组织状态 |
|------|-----------------------|----------------|-------------|
| 10 | 具有浓郁的无籽刺梨香味及酸奶香气,酸甜适宜 | 硬度适宜,入口柔顺细腻 | 形态完整,表面光滑 |
| 8 | 具有无籽刺梨香气及酸奶香,酸甜较适宜 | 硬度较适宜,入口柔顺 | 形态完整,表面不很光滑 |
| 6 | 无籽刺梨风味较寡淡,但口味正常 | 硬度尚可,入口略微粗糙 | 形态完整,表面不光滑 |
| 4 | 几乎没有无籽刺梨风味,有异味 | 质地较为松散,入口粗糙 | 形态不完整,有碎裂 |
| 2 | 完全没有无籽刺梨风味,有异味 | 质地松散,入口粗糙,有大颗粒 | 形态不完整,碎裂严重 |

表 2 发酵时间对酸奶感官品质及 pH 的影响

Table 2 Effects of fermentation time on yogurt sensory quality and pH

| 发酵时间/h | 状态 | 香味 | 滋味 | 色泽 | pH |
|--------|------------|---------|------|----|-----|
| 3 | 开始凝乳,凝乳不完全 | 香气较淡 | 略有滋味 | 白 | 4.7 |
| 4 | 表面有少量水痕 | 有酸奶特有香气 | 酸度适宜 | 乳白 | 4.3 |
| 5 | 乳清析出 | 有酸奶特有香气 | 偏酸 | 微黄 | 4.0 |

随着时间的延长,pH 值下降较缓,菌株生长进入较稳定的阶段。pH 值随时间的变化过程与时间对酸奶的品质的影响相一致。当发酵时间为 3 h 时,凝乳不完全,酸奶香气较淡且颜色为白色,说明乳发酵不完全;4 h 时,表面有发酵过程中产生的少量水痕,酸奶香气浓郁且呈现乳白色,说明发酵已经完全;当继续发酵时则出现了乳清,且色泽逐渐变为微黄,以上结果表明:灭菌乳发酵的最佳时间为 4 h 左右。乳清在酸奶发酵过程中会析出,对酸奶色泽产生影响。

2.2 无籽刺梨粉添加顺序的确定

为考察无籽刺梨粉加入顺序的影响,将无籽刺梨粉、木糖醇、脱脂乳以 1:3:10 的量子于 42 °C^[15] 发酵 4 h,然后对所得酸奶进行感官评价,结果见表 3。

表 3 无籽刺梨粉添加顺序对产品质量的影响

Table 3 Effects of *Rosa sterilis* powder add different time on yogurt quality

| 感官指标 | 共发酵 | 后添加 |
|------|------|------|
| 色泽 | 偏橙黄 | 偏乳白 |
| 风味 | 浓 | 较淡 |
| 口感 | 硬度适宜 | 硬度适宜 |
| 组织状态 | 形态完整 | 形态完整 |
| 总体评分 | 优 | 良 |

由表 3 可知:无籽刺梨与灭菌乳共发酵和发酵后添加所得的发酵乳风味是有差别的。共发酵的无籽刺梨酸奶片含有浓郁的无籽刺梨香气,且果实本身的色泽特征也比较明显,而灭菌乳发酵后添加无籽刺梨粉再进行冻干所制得的酸奶片,无籽刺梨香气较寡淡且偏酸,影响人们对酸奶片的食用欲望,所以将无籽刺梨与灭菌乳进行共发酵为最佳顺序。

2.3 润滑剂及丝胶肽添加量的确定

在片剂加工中,最常用的润滑剂为硬脂酸镁和黏合剂羧甲基纤维素钠(CMC-Na)。这两种物质的合理添加可以使片剂口感细腻,外观更为致密。将无籽刺梨粉、木糖醇、脱脂乳以 1:3:10 的量子于 42 °C 发酵 4 h 后,添加不同比例的硬脂酸镁(0.5%,1.0%,2.0%,以脱脂乳粉质量为基准)和 CMC-Na(0.1%,2%,以脱脂乳粉质量为基准),并对所得酸奶片进行穿刺硬度测试,结果见表 4。由于成品粘合性较好,故有 CMC-Na 不添加的对比;而不添加硬脂酸镁会使片剂表面光洁性较差,故硬脂酸镁未做零添加比较。

表 4 CMC-Na 及硬脂酸镁添加硬度测试

Table 4 Addition hardness testing of CMC-Na and magnesium stearate

| CMC-Na/% | 硬脂酸镁/% | 脆硬度均值/N |
|----------|--------|---------|
| 0 | 0.5 | 34.17 |
| 0 | 1.0 | 33.54 |
| 0 | 2.0 | 32.61 |
| 1 | 1.0 | 36.75 |
| 1 | 2.0 | 34.23 |
| 1 | 0.5 | 38.55 |
| 2 | 2.0 | 35.57 |
| 2 | 0.5 | 38.28 |
| 2 | 1.0 | 37.16 |

表 3 中硬度值经 IBM SPSS19.0 做 Duncan 比较,不同辅料添加量在硬脆度上并无统计学上显著差异,且硬度值都大于 30 N(20 片),符合片剂的相关规定,也说明 CMC-Na 对酸奶片的硬度影响不大,因此在后续的工艺过程中取消对 CMC-Na 的添加,只保留硬脂酸镁作为润滑辅料。

丝胶肽作为抗冻剂,直接添加过多会使产品带有生粉气息,这是产品所不希望的。根据文献[16],丝胶肽添加量在 1%左右时,既可以满足在冷冻干燥过程中对乳酸菌活性的保留,又不至于对风味造成太大的影响。

2.4 无籽刺梨与木糖醇、硬脂酸镁添加量的确定

以脱脂乳粉作为质量基准(10),木糖醇加入量为 4,5,6 份,无籽刺梨为 1,2,3 份,硬脂酸镁添加量取 0.5%,1.0%,2.0%,来进行 L₉(3⁴)的正交试验。所得无籽刺梨酸奶产品的感官评分标准见表 1,因素水平见表 5,结果见表 6。

由表 6 极差分析结果可知,各因素对酸奶片感官品质影响的大小顺序为:B>C>A,即木糖醇对产品口感的影响大

表 5 因素水平表

Table 5 Test the level of form factors

| 水平 | A 无籽刺梨(份数) | B 木糖醇(份数) | C 硬脂酸镁/% |
|----|------------|-----------|----------|
| 1 | 1 | 4 | 0.5 |
| 2 | 2 | 5 | 1.0 |
| 3 | 3 | 6 | 2.0 |

表 6 无籽刺梨酸奶片感官评定正交试验
Table 6 Orthogonal experiment for *Rosa sterilis* yoghourt buccal tablets

| 编号 | A | B | C | D(空列) | 感官评分 |
|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 21.8 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 22.8 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 22.6 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 22.4 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 23.3 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 22.3 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 22.4 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 22.8 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 22.6 |
| k_1 | 22.400 | 22.200 | 22.300 | 22.567 | |
| k_2 | 22.667 | 22.967 | 22.600 | 22.500 | |
| k_3 | 22.600 | 22.500 | 22.767 | 22.600 | |
| R | 0.267 | 0.767 | 0.467 | 0.100 | |

于硬脂酸镁和无籽刺梨,可能是因为无籽刺梨本身蕴含浓郁的香气,即使较少的量也能使产品富含该风味,当它与合适的木糖醇量相配伍即可得到酸甜可口且富含无籽刺梨香气的酸奶片。硬脂酸镁的添加量对口感及外观的影响比较大,适当的添加量可以使得酸奶片润滑光泽,口感上也会更为细腻。由指标均值(k)可得,最佳配方为 $A_2B_2C_3$ 。本试验最优结果与成品受众实际偏爱相吻合, $A_2B_2C_3$ 产品最受喜爱。

2.5 成品营养成分的测定

按最佳工艺所得的无籽刺梨酸奶片为浅黄色片剂,平均每片质量在 1 g 左右,表面光滑整齐。无粉渣脱落,入口时酸奶香和无籽刺梨果香浓郁,酸甜适宜。其所含的营养成分根据相应的国标方法测定结果见表 7、8。

由表 7 可知,无籽刺梨酸奶片中蛋白质含量为 24.21%,远高于 GB 19302—2010《食品安全国家标准 发酵乳》中风味发酵乳的蛋白质应不少于 2.3% 的要求,丝胶肽和无籽刺梨也起到了增加蛋白含量的作用。虽然酸奶片中氨基酸主要来源于脱脂乳粉,但是从表 8 可以看出无籽刺梨也对酸奶片的氨基酸有所贡献。由表 8 还可以看出无籽刺梨酸奶片中

表 7 无籽刺梨酸奶片的营养成分

Table 7 The nutrient content in *Rosa sterilis* yoghourt buccal tablets

| 成分 | 蛋白质/ % | 膳食 纤维/% | $V_C/(10^{-2}$ $mg \cdot g^{-1})$ | $K/(10^{-2}$ $mg \cdot g^{-1})$ | $Na/(10^{-2}$ $mg \cdot g^{-1})$ | $Ca/(10^{-2}$ $mg \cdot g^{-1})$ | $Mg/(10^{-2}$ $mg \cdot g^{-1})$ | $Fe/(10^{-2}$ $mg \cdot g^{-1})$ | $Zn/(10^{-2}$ $mg \cdot g^{-1})$ |
|----|-----------|------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 含量 | 24.21 | 3.66 | 342.19 | 1 064.00 | 234.60 | 629.10 | 120.40 | 1.81 | 2.85 |

必需氨基酸组成齐全,特别是一般谷物中所缺少的赖氨酸含量较高,因此可以作为一般人日常饮食赖氨酸的补充来源。

表 8 无籽刺梨(干)和无籽刺梨酸奶片中必需氨基酸含量[†]

Table 8 Essential amino acids content in *Rosa sterilis* (dry) and its yoghourt buccal tablets
($10^{-2} mg \cdot g^{-1}$)

| 必需氨基酸 | 无籽刺梨 | 无籽刺梨酸奶片 |
|-------|-------|---------|
| Lys | 250.7 | 2 277.1 |
| Met | 38.2 | 496.3 |
| Phe | 159.1 | 1 154.0 |
| Leu | 232.2 | 2 309.6 |
| Thr | 149.6 | 1 580.9 |
| Val | 190.6 | 1 644.7 |
| Trp | — | — |
| Ile | 157.7 | 1 256.3 |
| His | 100.2 | 652.2 |

† “—”检测过程中被破坏,没有数据。

该酸奶片还含有较高的膳食纤维含量(3.66%),高于一般的精细谷物甚至是黍(3.5%)^[17],且甜味来源于木糖醇,也适合肠道疾病和“三高”人群食用。由于无籽刺梨含有丰富的 V_C ,无籽刺梨酸奶片也含有很高的 V_C (342.19 mg/100 g),一般酸奶片中较少,可以作为日常 V_C 的来源。无籽刺梨酸奶片还含有人体正常生理活动不可或缺的丰富钾、钠、钙、镁、铁和锌。与液态酸奶^[18]相比,固态酸奶片营养成分更为集中,且方便携带、货架期长,具有很大的优势。

2.6 成品微生物检测

由表 9 可知,乳酸菌总数为 1.4×10^8 CFU/g,满足了 GB 19302—2010《食品安全国家标准 发酵乳》中对乳酸菌数不应少于 1×10^6 CFU/g(液态)的规定;大肠菌群和致病菌未检出。

表 9 无籽刺梨酸奶片的微生物检测结果

Table 9 Test results of microorganism in *Rosa sterilis* yoghourt buccal tablets

| 微生物指标 | 检测结果/(CFU · g ⁻¹) |
|--------|-------------------------------|
| 乳酸菌总数 | 1.4×10^8 |
| 大肠菌群总数 | 未检出,MPN<0.3 |
| 致病菌 | 未检出 |

3 结论

(1) 无籽刺梨酸奶片工艺经优化得到的最佳配比是无籽刺梨粉末:木糖醇:脱脂乳粉为 2:5:10,硬脂酸镁含量为 2%。

(2) 甜味剂是影响酸奶片口味的重要因素。本试验考虑到一些特殊人群的需要,以功能性甜味剂—木糖醇代替了蔗糖添加到酸奶片中,不仅可以减少龋齿的发生,也是“三高”和糖尿病患者可以选择的食品。

(3) 无籽刺梨本身作为一种新兴的功能性水果,营养价值很高,但不易保存,且产地比较偏远,运输难度大,鲜食有很大的局限性,对其进行深加工不仅能提高水果本身的附加值,而且对其大范围推广极有裨益。

参考文献

- 1 韦景枫,陶文丞,张声涛,等. 无籽刺梨组培快繁技术研究[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2007(5):24~25.
- 2 刘松,赵德钢. 无籽刺梨研究进展[J]. 山地农业生物学报,2014,33(1):76~80.
- 3 郑元,辛培尧,高健,等. 无籽刺梨的研究与应用现状及展望[J]. 贵州林业科技,2013(2):62~64.
- 4 Desai N T, Shepard L, Drake M A. Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts[J]. Journal of Dairy Science, 2013, 96(2):7 454~7 466.
- 5 牛生洋,赵瑞香,田宜鑫,等. 益生菌活性酸奶片的研制[J]. 农业机械,2012(27):90~92.
- 6 郑泽华. 酸奶片的制作[J]. 农产品加工,2006(11):34~35.
- 7 周文林,张雨青,沈卫德. 天然丝胶蛋白的生物活性[J]. 江苏蚕

业,2003(1):1~3.

- 8 WU Jin-hong, Wang Zhang, Xu Shi-ying. Preparation and characterization of sericin powder extracted from silk industry wastewater[J]. Food Chemistry, 2007, 103(4):1 255~1 262.
- 9 Subhas C K, Biraja C D, Rupesh D, et al. Natural protective glue protein, sericin bioengineered by silkworms: Potential for biomedical and biotechnological applications[J]. Progress in Polymer Science, 2008, 33(10):998~1 012.
- 10 陈华,朱良均,闵思佳,等. 蚕丝胶蛋白的结构、性能及利用[J]. 功能高分子学报,2001(3):344~348.
- 11 Zhou Yan-fu, Wu jin-hong, Wang Shao-yun, et al. Rapid spectrophotometric determination of hypothermia protection activity of sericin peptides on Lactobacillus bulgaricus[J]. Advanced Materials Research, 2013(634~638):1 287~1 293.
- 12 孙芝杨. 南瓜、山药复合型无糖酸奶的研究[J]. 食品工业, 2013(1):92~95.
- 13 朱建荣,胡颖,朱秋劲. 蓝莓搅拌酸奶的研制[J]. 贵州畜牧兽医, 2012(5):57~59.
- 14 成晓霞. 搅拌型果酱、蔬菜汁复合酸奶加工工艺的研究[D]. 北京:中国农业大学,2006.
- 15 付红军. 木瓜酸奶的加工工艺[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(14): 2 927~2 929.
- 16 周焱富,汪少芸,王文龙,等. 丝胶肽对乳酸菌冷藏及冷冻干燥的保护作用[J]. 中国食品学报, 2014(7):150~154.
- 17 杨月欣,王光亚,潘兴昌. 中国食物成分表 2002[M]. 北京:北京大学医学出版社,2002:24~33.
- 18 马崑,金素钰,郑玉才,等. 酸奶中游离氨基酸含量及乳清蛋白组成分析[J]. 中国乳品工业, 2006, 34(6):20~22, 39.

(上接第 122 页)

酸价明显降低,但到后期(6~8 h)时其酸价变化不明显。而当 NaOH 的添加量增大到 0.30,0.35 g 时,亚麻油的酸价短时间内大幅降低后仍小幅度地持续降低。根据以上分析可知:在亚麻油中加入一定量的 NaOH,随着时间推移,亚麻油的酸价变化趋势愈来愈慢。分析其原因,是由于亚麻油中油脂在碱炼的同时,也伴随酸败的发生,一开始酸败程度较轻,原因是主要发生的反应是碱中和游离脂肪酸使得酸价降低。随着时间的推移,油脂酸败的程度逐渐升高,对酸价产生一定影响,使得碱炼效果不是很明显。

3 结论

本试验研究天然的氧化剂和人工合成的氧化剂在不同的配比比率下其氧化活性的差异。在烘箱加速试验环境下,分别加入不同配比的天然和人工抗氧化剂,对其加速氧化以后的酸价和过氧化值进行测定,发现:无论使用天然的还是人工合成的抗氧化剂,在氧化试验中都会不同程度改变亚麻油的酸价。当天然抗氧化剂复合配比不同时,抗氧化效果随着复合比例的增加而显著增强,试验数据得出 0.04% 迷迭香油+0.018% BHA+0.018% PG 为最佳组合。加速氧化试验同样得到如下结论:抗氧化剂对亚麻油酸价的影响程

度十分有限;而对亚麻油进行碱炼试验,碱炼的效果是由含碱量的高低所决定的,在一定时间范围内,碱炼时间越长,亚麻油酸败时间越缓慢,相反碱炼效果反而会有所降低。

参考文献

- 1 梁慧锋. 胡麻油的营养成分及其保健作用[J]. 企业导报, 2010(2):243~244.
- 2 武晓红. 亚麻油对肉仔鸡肉品质和脂肪代谢的影响及调控[D]. 西安:西北农林科技大学,2012.
- 3 杨宏志,毛志怀. 脱毒亚麻油和亚麻籽粉的制备[J]. 农业工程学报, 2003, 19(11):199~201.
- 4 薛宁,徐卡秋,赵俊. 亚麻油改性不饱和聚酯腻子的性能和工艺研究[J]. 四川化工, 2008, 25(3):162~165.
- 5 黄庆德,刘列刚,郭萍梅,等. 亚麻籽油降脂作用的实验研究[J]. 食品科学, 2004, 25(3):162~165.
- 6 王洪宇,王德宁. 脱脂腰果液酸改性聚氨酯/亚麻油复合涂料[J]. 林产化学与工业, 2005(9):942~943.
- 7 牛艳,王彩艳,左忠,等. 不同存放条件对胡麻油过氧化值的影响[J]. 食品科技, 2010(1):179~180, 185.
- 8 刘瑞江,张业旺,闻崇炜,等. 正交试验设计和分析方法研究[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(9):52~55.