

凝固型豌豆蛋白酸奶的研制

李 颖,刘洪竹,李国强,迟明梅

(烟台南山学院 食品科学系,山东 烟台 265713)

摘要:以新鲜牛奶为原料,加入豌豆蛋白粉研制凝固型酸奶。以豌豆蛋白粉添加量、酸奶发酵时间、混合发酵菌种接种量为考察因素做单因素试验和正交试验,确定凝固型豌豆蛋白酸奶的优化工艺参数。结果表明:在豌豆蛋白粉的添加量为6%、发酵时间为3.5 h、发酵剂接种量为4%、发酵温度40 ℃、蔗糖添加量6%时,感官评分最高,成品酸度在79~90 °T之间,酸奶具有良好的品质特性,酸度适宜、细腻均匀、有极少量的乳清析出,具有豌豆蛋白粉和酸奶的混合香气。

关键词:豌豆蛋白粉;凝固型酸奶;发酵工艺;感官评定

中图分类号:TS 252.54 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)01-0061-03

Development of coagulative yogurt with pea protein

LI Ying, LIU Hong-zhu, LI Guo-qiang, CHI Ming-mei

(Department of Food Science, Yantai Nanshan University, Yantai Shandong 265713)

Abstract: A new type of coagulative yogurt was developed, using fresh milk as raw material and adding pea protein powder. The optimum fermentation conditions were determined by signal factor and orthogonal experiments. The results showed that the optimal parameters were: the addition amount of pea protein powder 6%, fermentation time 3.5 h, inoculum size of leaven 4%, fermentation temperature 40 ℃, and addition amount of sucrose 6%. Under these conditions, the yogurt has good quality and the highest sensory evaluation score, with acidity 79~90 °T, delicate tissue, a little whey separated and delicious flavor of pea protein powder and yogurt.

Key words: pea protein powder; coagulative yogurt; fermentation process; sensory evaluation

豌豆(*Pisum sativum* Linn)含有优良的淀粉、蛋白质、维生素、纤维、矿物质和其他活性化学物质,是一种营养性食品,含60%~65%碳水化合物、22%~25%蛋白质和少量脂肪^[1]。我国对豌豆中的淀粉资源能充分利用,如加工成粉丝、粉皮等,但对豌豆蛋白粉的利用仅限于饲用^[2]。这造成蛋白质资源的极大浪费。豌豆蛋白粉中赖氨酸含量较高,可用于赖氨酸提取。豌豆蛋白为优质植物蛋白,其生物价为48%~64%,功效比(PER)为0.6~1.2。豌豆蛋白的氨基酸组成比较平均,接近FAO/WHO推荐的标准模式,因而是一种较好的必需氨基酸来源^[3]。以豌豆蛋白粉与牛奶为原料,经乳酸菌发酵后制作酸凝乳,制品具有植物蛋白、动物蛋白及乳酸菌发酵特有的风味,有利于人体的消化吸收,提高机体免疫能力。

1 材料与方法

1.1 原料与试剂

新鲜散装牛奶、保加利亚乳杆菌(*Lactobacillus bulgaricus*, Lb)、嗜热链球菌(*Streptococcus thermophilus*, St)、蔗糖:市售;豌豆蛋白粉(蛋白≥60%,脂肪≤10%,水分≤10%):企业提供。

1.2 仪器与设备

HG303-3/4型恒温培养箱:南京实验仪器厂;SW-CJ-IC型超净工作台:苏州安泰空气技术有限公司;BCD-539WF型冰箱:青岛海尔有限公司;25 mL碱式滴定管:临沂正衡化玻仪器有限公司;电子分析天平:西安超杰仪器有限公司。

1.3 工艺流程及操作要点

原料乳→加热→加豌豆蛋白粉→加6%蔗糖溶解→均质→灭菌(100 ℃, 15 min)→冷却(40~45 ℃)→添加发酵剂→灌装→恒温发酵(40 ℃)→冷藏后熟(4~5 ℃, 12~24 h)。

菌种活化与培养:脱脂乳在121 ℃下,15 min灭

收稿日期:2016-07-24

作者简介:李颖,1955年出生,女,教授。

通讯作者:迟明梅,1976年出生,女,副教授。

菌,取 10 mL 于试管中,将粉状菌种溶解于灭菌乳中,42 °C 恒温培养待其凝固,使菌种酸度达到试验要求。

发酵剂混合培养:将已活化的 Lb 和 St 混合,接种于灭菌脱脂乳中,恒温培养。接种量:3%,培养温度:40 °C,发酵时间:3.5 ~ 4.0 h,制备成发酵剂,保存于冰箱中备用。

1.4 单因素试验

以新鲜牛奶为原料,确定蔗糖添加量 6%,发酵温度为 40 °C,设置单因素条件:1) 接种混和发酵剂的含量为 3%,发酵时间为 4 h 时,豌豆蛋白粉的添加量为 2%、4%、6%、8%、10%; 2) 接种混和发酵剂的含量为 3%,豌豆蛋白粉添加量为 6%,发酵时间分别为 3、3.5、4、4.5、5 h; 3) 豌豆蛋白粉添加量为 6%,发酵时间为 3.5 h,发酵剂接种量分别为 2%、3%、4%、5%、6%。

1.5 正交试验设计

根据单因素试验结果,选取三个水平进行 $L_9(3^3)$ 正交试验,从而得出凝固型豌豆蛋白酸奶的最优工艺参数。

1.6 酸度的测定

采用 0.1 mol/L NaOH 溶液滴定法进行酸度测定,取样品 10 mL 置于 150 mL 三角瓶中,加入 20 mL 蒸馏水,2 滴 0.5% 酚酞指示剂,摇匀,用 0.1 mol/L NaOH 溶液滴定至微红色,1 min 内不褪色。记录消耗 NaOH 溶液的体积(mL) × 10,即为酸奶的酸度—吉尔涅尔度(°T)^[4]。

1.7 感官评定

参照酸奶综合感官评定的评分标准^[5],由 30 人组成感官评分小组,对凝固型豌豆蛋白酸奶评分。色泽 15 分:呈均匀一致的乳淡黄色,有光泽;滋味与气味 50 分:具有酸奶特有的气味和豌豆蛋白粉特殊的香味,滋味纯正,酸度适宜;组织状态 35 分:组织细腻,质地均匀,有极少量的乳清析出。重复 3 次取平均,采用 excel 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 豌豆蛋白粉添加量对凝固型豌豆蛋白酸奶的影响

采用不同豌豆蛋白粉添加量进行试验,分析不同添加量对酸奶的影响,确定豌豆蛋白粉添加量的适宜范围。

由图 1 看出,当豌豆蛋白粉添加量为 2% 时,酸度为 82 °T,当添加量为 4% 时,酸度为 83 °T,当添加量为 8% 时,凝固型豌豆蛋白酸奶的酸度达到 84 °T,继续增加豌豆蛋白粉量,酸奶的酸度变化不

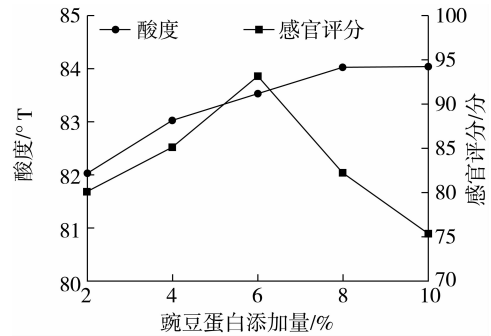


图 1 豌豆蛋白粉添加量对酸奶酸度及感官的影响

大。根据 GB 5413.34—2010,酸奶制品的酸度应在 70 ~ 110 °T 之间^[6]。凝固型豌豆蛋白酸奶的酸度符合国家标准。

豌豆蛋白粉的添加量在一定范围内,凝固型豌豆蛋白酸奶的感官品质较好,添加过多,阻碍蛋白质分子间的相互作用,破坏由酪蛋白胶束形成的胶体网状结构,其功能特性受到限制,使酸奶的质构特性及感官品质下降^[7]。当豌豆蛋白粉添加量为 6% 时,酸奶的感官评分最高;当添加量为 2% 时,酸奶的黏附性过低,影响酸奶的口感,感官评分偏低。因此,豌豆蛋白粉添加量为 4% ~ 8% 时较好。

2.2 发酵时间对凝固型豌豆蛋白酸奶的影响

考察发酵时间对凝固型豌豆蛋白酸奶的影响,结果见图 2。由图 2 可以看出:凝固型豌豆蛋白酸奶在发酵时间不断延长的情况下,酸度不断增加。当发酵时间为 3 h,酸度为 71 °T,酸味不足,缺失酸奶的风味,感官评分较低;发酵时间在 3 ~ 4.5 h 区间时,随着时间的延长,凝固型豌豆蛋白酸奶的酸度呈平稳增长,发酵时间为 3.5 h 时,感官评分最高;当发酵时间为 4.5 h 时,酸度达到 86 °T,感官评分降低;发酵时间延长至 5 h 时,酸度达到 96 °T,感官效果不好。发酵时间过长会导致不良气味产生,导致口感不佳。因此,发酵时间选择 3.5 ~ 4 h 合适。

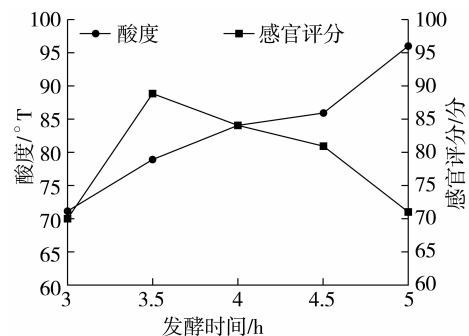


图 2 发酵时间对凝固型豌豆蛋白酸奶酸度及感官的影响

2.3 发酵剂接种量对凝固型豌豆蛋白酸奶的影响

发酵剂的接种量对凝固型豌豆蛋白酸奶的影响

见图3,由图可知:凝固型豌豆蛋白酸奶的酸度随着接种量的增加而增长。接种量为2%时,酸度为65 °T,未达到 GB 5413. 34—2010 规定;接种量为3%和4%时,酸奶的风味好,感官评分较高;接种量为5%时,酸度为96 °T,虽未超过国家标准,但是酸奶的口感有所下降;接种量大于5%后,产酸迅速,酸度过高影响口感,感官效果差,这是由于酸奶在凝结时,蛋白质的颗粒大小会随着 pH 的下降和酸度产生的速度变化而发生变化,并对酸奶的质构产生一定的影响^[8]。pH 下降慢,蛋白质颗粒变小,酸奶的组织结构就细腻;如酸奶发酵时产酸过于迅速,pH 会下降地比较快,容易形成过大的蛋白质颗粒;但 pH 下降过慢,会使酸奶凝块硬度和黏附性变小,导致酸奶组织状态不良,口感不佳^[8]。因此,发酵剂接种量为3%~5%合适。

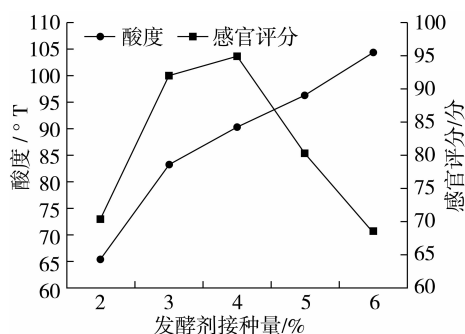


图3 发酵剂接种量对凝固型豌豆蛋白酸奶酸度及感官的影响

2.4 正交试验结果

以豌豆蛋白粉添加量(4%、6%、8%)、酸奶发酵时间(3.5、4.0、4.5 h)、混合发酵剂添加量(3%、4%、5%)为因素,进行L₉(3³)正交试验,以感官评分为考察指标,确定最优配方,因素水平设置见表1,结果见表2。

表1 正交试验因素水平

水平	A 豌豆蛋白粉添加量/%	B 发酵时间/h	C 发酵剂接种量/%
1	4	3.5	3
2	6	4.0	4
3	8	4.5	5

由表2可看出:各因素对凝固型豌豆蛋白粉酸奶感官指标的影响主次顺序为:发酵剂接种量>发酵时间>豌豆蛋白粉添加量,豌豆蛋白粉的添加量和发酵时间的改变对感官影响较小。根据感官评分指标确定,凝固型豌豆蛋白酸奶的最适配方为A₂B₁C₂,即豌豆蛋白粉的添加量为6%,发酵时间3.5 h,发酵接种量4%,与单因素试验结果一致。

表2 L₉(3³)正交试验结果

试验号	A	B	C	感官评分/分
1	1	1	1	78
2	1	2	2	89
3	1	3	3	69
4	2	1	2	90
5	2	2	3	72
6	2	3	1	75
7	3	1	3	70
8	3	2	1	73
9	3	3	2	87
K ₁	236	238	226	
K ₂	237	234	266	
K ₃	230	231	211	
k ₁	78.67	79.33	75.33	
k ₂	79.00	78.00	88.67	
k ₃	76.70	77.00	70.33	
R	2.30	2.33	18.34	

2.5 产品质量分析

对最适配方得出的成品进行质量分析。感官指标:色泽呈均匀一致的乳淡黄色,有光泽;滋味纯正,酸度适宜;具有酸奶特有的气味和豌豆特殊的香味;组织细腻、质地均匀,有极少量的乳清析出。理化指标:酸奶制品的酸度应在70~110 °T^[6]。豌豆蛋白酸奶在79~90 °T之间时,凝固型豌豆蛋白酸奶具有良好的品质特性,且具有特殊的豌豆蛋白粉和酸奶的混合香气。酸奶在发酵过程中凝乳强度受许多因素的影响。不同的发酵时间和接种量会导致酸度不同,使凝乳时间发生变化,进而影响凝乳的强度。

3 结论

以牛奶为原料加入豌豆蛋白粉,经乳酸菌发酵后制作酸凝乳,在豌豆蛋白粉的添加量为6%、发酵时间为3.5 h、发酵剂接种量为4%、发酵温度40 °C、蔗糖添加量6%的条件下发酵,所得酸奶感官最佳,成品酸度在79~90 °T之间。每100 mL脱脂牛乳蛋白质含量为3%,所制得成品蛋白质含量为9%,蛋白质含量增加,产品具有植物蛋白、动物蛋白及乳酸菌发酵特有的风味,有利于人体的消化吸收,提高机体的免疫能力,是老少皆宜的食品。

参考文献:

- [1]刘妍妍,王英,张建强等. 豌豆蛋白粉-牛乳干酪凝乳强度的影响因素分析[J]. 中国食品学报, 2014, 14(8):142-148.
- [2]唐传核. 豌豆蛋白粉的功能特性研究[J]. 现代食品科技, 2012, 12(28):1640-1644.
- [3]杨静. 探究大豆酸奶加工工艺[J]. 中国新技术新产品, 2013(3):130-131.
- [4]何国庆,贾英民. 食品微生物[M]. 北京:中国农业出版社, 2009.
- [5]丁艺雪. 保健大豆酸奶的研究进展[D]. 杭州:浙江中医药大学, 2009:23-25.
- [6]GB2746-1999,酸牛乳[S].
- [7]李颖,郭晓冬. 花生蛋白酸奶的制作及品质特性研究[J]. 粮油食品科技, 2010, 18(3):21-23.
- [8]严奉伟,雷登奎,马静,等. 加工条件对凝固型酸奶质构的影响[J]. 食品科技, 2010, 35(12):75-79.