DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2019.12.029

怀山药大枣酸奶加工工艺研究

关随霞,李爱江,李道敏*
(河南科技大学 食品与生物工程学院 食品加工与安全国家级示范教学中心,河南 洛阳 471023)

摘 要:怀山药大枣酸奶是以鲜牛乳、怀山药、大枣为原料,以嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌(质量比1∶1)混合物为发酵剂,制成的一种新型乳制品。通过单因素试验、正交试验确定最优工艺参数为:5%发酵剂、15%怀山药浆、10%大枣汁、7%蔗糖(均为质量分数),于42℃发酵4 h~5 h。此条件下生产的酸奶,呈乳白色,质地均匀,口感光滑细腻,酸甜适中,有大枣和山药的独特风味,组织状态良好。理化和微生物指标均符合食品安全国家标准。该产品不仅具有酸奶的营养价值,还含有怀山药、大枣的营养成分,多种矿物质、黏质多糖、黄酮类化合物、皂角类物质及人体所需的多种氨基酸,是一种新型保健乳制品。

关键词:怀山药;大枣;酸奶;单因素试验;正交试验

Processing Technology of Huai Yam-Jujube Yogurt

GUAN Sui-xia, LI Ai-jiang, LI Dao-min*
(National Demonstration Center for Experimental Food Processing and Safety Education, College of Food and Bioengineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, Henan, China)

Abstract: A new type of yogurt was processed from fresh milk, Huai yam and jujube as raw materials. The compound yogurt was fermented by a mixture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* (mass ratio1∶1). The optimal process parameters were optimized by single-factor experiments and orthogonal test: 5 % strain, 15 % Huai yam syrup, 10 % jujube juice, 7 % sucrose (mass ratio), fermented in 42 ℃ for 4 h-5 h. The yogurt produced under this condition has good sensory quality with milky white color, uniform texture, smooth and delicate taste, moderate acidity and sweetness, and the unique flavor of jujube and Huai yam. Through physicochemical and microbiological indexes testing of Huai yam-jujube yogurt, they all meet national food safety standards. This product not only had the nutritional value of yoghurt, but also contained the nutrients of yam and jujube, various minerals, mucopolysaccharides, flavonoids, saponins and various amino acids

作者简介:关随霞(1974—),女(汉),实验师,硕士研究生,研究方向:食品加工与安全。
*通信作者:李道敏(1966—),女(汉),博士,研究方向:食品加工与安全。

trition, 2002, 56(1): 82-85
[10] Khairunnuur FA, Zulkhairi A, Hairuszah I, et al. Hypolipemic and weight reducing properties from *Tamarindus indica* L. pulp extract in diet-induced obese rats[J]. International Journal of Pharmacology, 2010, 6(3): 216-223
[11] Jadhav DY, Sahoo AK, Ghosh JS, et al. Phytochemical detection and in vitro evaluation of tamarind fruit pulp for potential antimicrobial activity[J]. International Journal of Tropical Medicine, 2010, 5(3): 68-72
[12] Maitir R, Jana D, Das UK, et al. Antidiabetic effect of aqueous extract of seed of *Tamarindus indica* in streptozotoc-ininduced diabetic rats[J]. Journal of Ethnopharmacology,2004,92(1): 85-91
[13] Shivshankar P, Syamala Devi CSS. Evaluation of co-stimulatory effects of *Tamarindus indica* L.on MNU- induced colonic cell proliferation[J]. Food and Chemical Toxicology,2004,42(8): 1237-1244
[14] Beikzadeh S, Peighambardoust SH, Homayouni-Rad A, et al. Effects of psyllium and marve seed mucilages on physical, sensory and staling properties of sponge cake[J]. Journal of Agricultural Science & Technology, 2017, 19(5): 1079-1089
[15] 曹淼,贾君,化志秀,等.猴头菇海绵蛋糕的研制[J].食品研究与开发,2017,38(1): 56-60
[16] 胡茂芩,徐向波,冯缘,等. 紫菜法式海绵蛋糕的研制[J].粮食与油脂,2018,31(1): 65-67

收稿日期:2018-09-16

required by the human body. It was a new type health dairy products.

Key words: Huai yam; jujube; yogurt; single factor test; orthogonal test

引文格式：

关随霞，李爱江，李道敏.怀山药大枣酸奶加工工艺研究[J].食品研究与开发，2019，40(12)：169-173

GUAN Suixia, LI Aijiang, LI Daomin. Processing Technology of Huai Yam-Jujube Yogurt[J]. Food Research and Development, 2019, 40(12): 169-173

怀山药，产于河南武陟、温县等地，富含淀粉[1]、黏质多糖[2]、微量元素、蛋白质、维生素、黄酮类化合物[3]、脂肪酸[4]等多种营养物质。具有降低血管脆性、降血脂、降胆固醇、健脾胃、益肺肾、止泄痢、化痰涎、润皮毛的功效[5]。

大枣含有钾、磷、钙、锰等矿物元素[6]、膳食纤维、多糖[7]、核苷类、维生素、皂苷类[8]及人体必需的 18 种氨基酸，其中 V_C 含量高达 5 mg/g~8 mg/g。味甘，性温；归脾、胃、心经；可治疗脾虚食少，乏力便溏，妇人脏躁等症状[9]。具有增强人体免疫力、养血补气、降低一些药物毒性及刺激性的功效。

酸奶是以牛乳为原料，经发酵制成的一种乳制品，具有牛乳的全部营养成分，在发酵过程产生的乳酸及 B 族维生素，还可促进消化、提高人体免疫力。本研究在酸奶中添加怀山药和大枣，制成的怀山药大枣酸奶具有怀山药、大枣及酸奶的多重营养和保健功能。本产品不仅丰富了市场上乳制品的种类，为不同消费人群提供更多的选择空间，同时为怀山药、大枣的深加工开辟新途径。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

鲜牛奶：洛阳巨尔乳业有限公司；怀山药：河南温县的精品怀庆山药；大枣：新郑市远大食品有限公司；嗜热链球菌（hkdsp2-015）、保加利亚乳杆菌（hkdsp1-008）：河南科技大学食品学院生物工程实验中心保藏；氢氧化钠（分析纯）：天津市福禄化工厂；盐酸（分析纯）：南宁化工集团有限公司。

1.2 仪器与设备

培养箱（DHP-9272）：苏州江东精密仪器有限公司；胶体磨（JM50.85.130.210）：莱州市顺辉化工机械公司；均质机（FJ-200）：上海标本模型厂制造；离心机（TD3）：湖南相仪实验室仪器开发有限公司；鼓风干燥箱（DHG-9420A）：上海一恒科学仪器有限公司；凯氏定氮仪（K9840）：济南海能仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

蔗糖→鲜牛奶
↓
淮山药清洗→蒸煮→去皮→切块→磨浆→山药汁
大枣清洗→破碎→浸泡→打浆→过滤→枣汁
→调配→均质→杀菌
↓
成品←冷藏←冷却←接种发酵←冷却

1.3.2 操作方法

1.3.2.1 山药浆的制备

选取新鲜优质的怀山药，清洗干净；于蒸锅中蒸 15 min，冷却至室温、去皮，将山药切为 1 cm~2 cm、称重；按照山药、水质量比 1∶2 用胶体磨制成山药浆，重复 3 次，使怀山药浆液均匀细腻，细度达到 15 μm~40 μm。怀山药蒸煮以阻止山药褐变。

1.3.2.2 大枣汁的制备

选取肉质肥厚、大小均匀的优质大枣，洗净去核；按大枣、水（质量比）1∶8 置于 60 ℃水浴锅中浸泡 1 h；然后取出大枣打碎、加入浸泡用的全部水、过滤；制得的大枣汁密封备用。

1.3.2.3 调制、均质

鲜牛乳中加入白糖充分搅拌使溶解，按比例加入山药浆、大枣汁；于 55 ℃~60 ℃、10 MPa~15 MPa 条件下均质 1 次~2 次。

1.3.2.4 杀菌

把均质后的混合乳于 90 ℃~95 ℃杀菌 10 min[10]。

1.3.2.5　冷却、接种、发酵

把杀菌后的混合乳,冷却至 45 ℃左右,无菌条件下接种发酵剂,混合均匀,于 42 ℃培养 4 h~5 h。

1.3.2.6　冷藏、成品

待酸奶凝固后,放入 0 ℃~4 ℃冰箱中,后熟 12 h~24 h。

1.3.3　单因素试验

研究怀山药浆、大枣汁、发酵剂、蔗糖添加量对酸奶的组织状态、口感、气味、风味的影响,确定怀山药浆、大枣汁、发酵剂的最适添加量。

1.3.4　正交试验

以怀山药浆、大枣汁、发酵剂、蔗糖为因素,设计 $L_9(3^4)$正交试验,通过感官评定筛选出最优工艺参数。

1.3.5　产品检测

1.3.5.1　感官评定

选 20 名食品检验人员，对该酸奶进行感官评价，评价指标[11]如表 1 所示。

表 1　怀山药大枣酸奶感官评定指标

Table 1　Sensory evaluation index of Huai yam-jujube yogurt

项目	评分标准	分数
组织状态（30 分）	质地均匀,组织细腻,少量或无乳清析出	2~30
	质地较均匀,有少量乳清析出	11~20
	不稳定,大量乳清析出	0~10
口感（30 分）	光滑细腻,山药、大枣滋味协调、酸甜适中	21~30
	山药、大枣味较浓或较弱,酸味不足或过酸	11~20
	口感粗糙,无山药、大枣味,过酸或无酸味	0~10
色泽（20 分）	乳白色,颜色均匀一致,有光泽	16~20
	乳白色或微带黄色,颜色不均匀	11~15
	颜色灰暗,不均匀	0~10
气味（20 分）	有明显的山药、大枣味,气味协调	16~20
	山药、大枣味不协调	11~15
	没有山药、大枣味或山药、大枣味过浓	0~10

1.3.5.2　理化指标

蛋白质测定,按照 GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中凯氏定氮法;脂肪测定,按照 GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中碱水解法;非脂乳固体测定,按照 GB 5413.39-2010《食品安全国家标准 乳和乳制品中非脂乳固体的测定》;酸度测定,按照 GB 5009.239-2016《食品安全国家标准 食品酸度的测定》中酚酞指示剂法。

1.3.5.3　微生物测定

乳酸菌数测定,按照 GB 4789.35-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 乳酸菌检验》;大肠杆菌测定,按照 GB 4789.3-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》中平板计数法。致病菌测定，其中金黄色葡萄球菌检验，按照 GB 4789.10-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》;沙门氏菌检验,按照 GB 4789.4-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》;霉菌、酵母菌计数,按照 GB 4789.15-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数》。

2　结果与分析

2.1　单因素试验

2.1.1　怀山药浆添加量对酸奶感官品质的影响

在鲜牛奶中分别添加质量分数 10 %、12 %、14 %、16 %、18 %、20 %山药浆,8 %蔗糖,4 %发酵剂[12],按照 1.3.2 工艺流程制作酸奶,怀山药浆添加量对酸奶感官品质的影响见图 1。

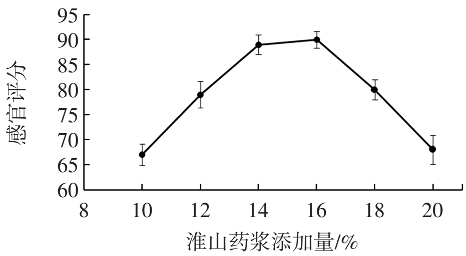

图 1　怀山药浆添加量对酸奶感官品质的影响

Fig.1　Effect of the yam syrup content on yogurt sensory quality

怀山药浆添加量在 10 %~16 %之间酸奶感官评分随添加量增加而逐渐升高,添加量为 10 %时怀山药味淡,凝乳状态良好,无乳清析出;随着怀山药浆添加量的增加山药味越来越浓，在 14 %~16 %时口感光滑细腻,酸甜适中,组织状态良好,无乳清析出,且 16 %感官评分最高;当怀山药浆添加量超过 16 %,感官评分随添加量增加而逐渐降低，随着山药浆添加量增加,感官评分明显下降,口感粗糙,酸度不足,偏甜,有乳清析出现象,有些出现裂纹。说明怀山药浆添加量对酸奶感官品质影响较为显著。怀山药浆添加量对酸奶感官品质的影响,可能与怀山药中含有较多黏质多糖和淀粉有关,加入少量怀山药时,酸奶光滑细腻、无乳清析出;超过 18 %酸奶的风味和组织状态明显下降。因此,怀山药浆最佳添加量为 16 %,与许树峰[13]的研究结论相近。

2.1.2　大枣汁添加量对酸奶感官品质的影响

在鲜牛奶中分别添加 5 %、7 %、9 %、11 %、13 %、15 %大枣汁,8 %蔗糖,4 %发酵剂，按照 1.3.2 工艺流程制作酸奶,大枣汁添加量对酸奶感官品质的影响见

图 2。

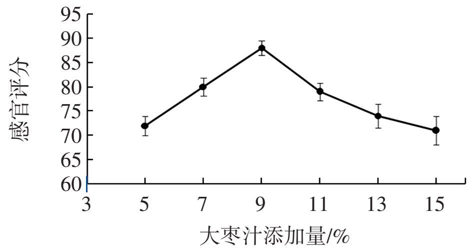

图 2 大枣汁添加量对酸奶感官品质的影响

Fig.2 Effect of jujube juice addition on sensory quality of yogurt

大枣汁添加量对酸奶感官品质有一定影响。添加量为 5 %时，大枣香味淡，乳凝状态较好，无乳清析出；随大枣汁添加量增加，大枣香味逐渐明显，当达到 9 %时，酸甜适中，组织均匀细腻，无乳清析出，感官评分最高；添加量大于 9 %时，随着添加量的增加，感官评分逐渐下降，口感粗糙，大枣味过浓，乳清析出量逐渐增加，说明大枣汁添加量影响酸奶的风味和组织状态。因此，大枣汁最佳添加量为 9 %。

2.1.3 蔗糖添加量对山药大枣酸奶感官品质的影响

在鲜牛奶中分别添加 5 %、6 %、7 %、8 %、9 %、10 %蔗糖，16 %山药浆，9 %大枣汁，4 %发酵剂，按照 1.3.2 工艺流程制作酸奶，蔗糖添加量对山药大枣酸奶感官品质的影响见图 3。

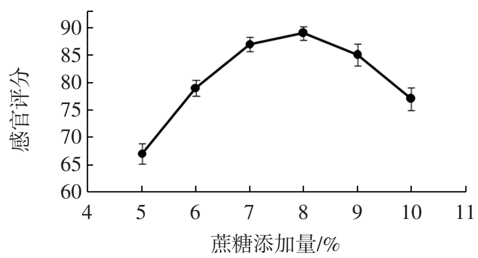

图 3 蔗糖添加量对怀山药大枣酸奶感官品质的影响

Fig.3 Effects of sucrose content on sensory quality of Huai yam-jujube yogurt

蔗糖添加量对怀山药大枣酸奶感官品质有影响。添加量为 5 %时，酸奶甜度不足，酸度过高，风味较差；随着蔗糖添加量增加，酸甜味逐渐调和，添加量为 8 %时，酸奶口感光滑细腻，酸甜适中，组织状态良好，无乳清析出，感官评分最高；随着蔗糖添加量的增加，酸奶甜度过高，酸味不足感官评分明显下降。因此，蔗糖最佳添加量为 8 %。

2.1.4 发酵剂接种量对山药大枣酸奶感官品质的影响

在鲜牛奶中添加 8 %蔗糖，16 %山药浆，9 %大枣汁，按照 1.3.2 工艺流程分别接种嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌（质量比 1∶1）混合液 3 %、4 %、5 %、6 %、7 %，进行发酵，发酵剂接种量对山药大枣酸奶感官品质的影响见图 4。

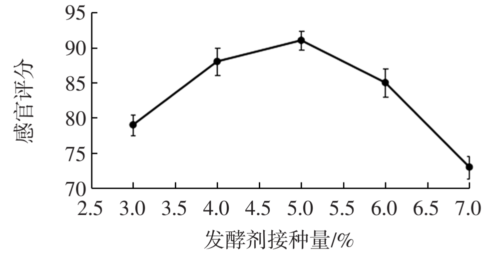

图 4 发酵剂接种量对酸奶感官品质的影响

Fig.4 Effect of ferment quantity on sensory quality of yogurt

发酵剂接种量对酸奶口感及组织状态有显著影响。接种量为 3 %时，酸奶不凝固；随着接种量增加，酸奶逐渐凝固；接种量 5 %时，口感光滑细腻，酸甜适中，凝乳状态良好，无乳清析出，感官评分最高；接种量超过 5 %，酸度过高，有乳清析出现象。因此，发酵剂最佳添加量为 5 %。

2.2 正交试验

根据单因素试验，确定怀山药浆、大枣汁、蔗糖、发酵剂的添加量，进行 $L_9(3^4)$正交试验，因素水平如表 2。

表 2 怀山药大枣酸奶配方因素及水平

Table 2 Formulation factors and levels of Huai yam-jujube yogurt

水平	A 怀山药浆添加量/%	B 大枣汁添加量/%	C 蔗糖添加量/%	D 发酵剂添加量/%
1	14	8	7	4
2	15	9	8	5
3	16	10	9	6

表 3 怀山药大枣酸奶正交试验

Table 3 Orthogonal test of Huai yam-jujube yogurt

试验号	因素 A	因素 B	因素 C	因素 D	感官评分
1	1	1	1	1	77
2	1	2	2	2	80
3	1	3	3	3	76
4	2	1	2	3	79
5	2	2	3	1	80
6	2	3	1	2	90
7	3	1	3	2	84
8	3	2	1	3	82
9	3	3	2	1	79
K_1	233	240	249	236	
K_2	249	242	238	254	
K_3	245	245	240	237	
R^2	16	5	11	18	

由表 3 可知,各因素影响顺序为 D>A>C>B,即发酵剂接种量影响最大,山药浆添加量次之,蔗糖、大枣汁添加量影响较小;产品最优组合是 $A_2B_3C_1D_2$,即怀山药红枣酸奶的最佳配方为:怀山药浆添加量 15 %,大枣汁添加量 10 %,蔗糖添加量 7 %,发酵剂接种量 5 %,制成的酸奶呈乳白色,质地均匀,无乳清析出,口感光滑细腻,酸甜适中,既有甘甜的红枣味又有醇厚的山药味。

2.3 产品质量

2.3.1 感官状况

产品呈乳白色,组织细腻、均匀,无乳清析出,口感光滑,酸甜适中,有酸奶的芳香味,并兼有红枣的甘甜味和香气,后味为醇厚的山药味,无异味。

2.3.2 理化指标

脂肪≥2.51 g/100 g;蛋白质≥2.43 g/100 g;非脂乳固体质量分数为 7.92 g/100 g~8.03 g/100 g; 酸度为 75.20 °T~80.53 °T。均符合 GB 19302-2010《食品安全国家标准 发酵乳》。

2.3.3 微生物指标

乳酸菌数为 1.49×10^7 CFU/mL;大肠杆菌≤1 CFU/mL;致病菌未检出。均符合 GB 19302-2010《食品安全国家标准 发酵乳》

3 结论

本研究通过单因素试验确定了怀山药浆、大枣汁、蔗糖、发酵剂最适添加范围;正交试验确定了怀山药大枣酸奶的最佳配方:怀山药浆 15 %,大枣汁 10 %,蔗糖 7 %,发酵剂 5 %。该产品呈乳白色,质地均匀,表面光滑无气泡,口感细腻,酸甜适中,有红枣特有的甘甜香气和醇厚的山药味。理化和微生物指标均符合国家标准。

怀山药大枣酸奶不仅具有酸奶的营养价值,还含有怀山药、大枣的营养成分,其中黄酮类物质能降低血管脆性,降血脂和胆固醇;皂苷类物质具有抗菌、解热、镇静等功效。因此,怀山药大枣酸奶是一种保健食品,符合当今消费需求。本研究对该产品开发具有重要的指导意义。

参考文献:

[1] 李昌文,刘延奇,李延涛. 怀山药淀粉性质研究[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(8): 23-26

[2] 张丽霞, 崔瑞峰. 怀山药中黏质多糖提取条件的优化[J]. 湖北农业科学, 2013,52(9): 2126-2128

[3] 冯卫生, 李方, 郭孟焕,等. 怀山药的化学成分研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2017(4): 658-662

[4] 王勇, 赵若夏, 白冰,等. 怀山药脂肪酸成分分析[J]. 新乡医学院学报, 2008, 25(2): 112-113

[5] 李时珍.本草纲目(下册)[M].北京:人民卫生出版社,1982: 1676-1679

[6] Li J W, Fan L P, Ding S D, et al. Nutritional composition of five cultivars of chinese jujube[J]. Food Chemistry, 2007, 103(2): 454-460

[7] 林勤保, 高大维. 大枣多糖的分离和纯化[J].食品工业科技,1998(4): 20-21

[8] 刘世军, 唐志书, 崔春利,等. 大枣化学成分的研究进展[J]. 云南中医学院学报, 2015(3): 96-100

[9] 国家药典委员会.中华人民共和国:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2015: 22-23

[10] 谢爱英, 党亚丽, 李芳芳,等. 不同巴氏杀菌条件对酸奶品质的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(9): 14-17

[11] 李飞, 王凤舞. 香菇核桃酸奶的研制[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2014(4): 302-306

[12] 王丽霞,孙康,魏可. 凝固型山药红枣酸奶的研制[J]. 农产品加工(学刊), 2009(3): 132-134

[13] 徐树峰. 怀山药酸奶[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2001, 7(3): 22-23

收稿日期:2018-10-20