

文章编号: 1673-1689(2011)04-0623-04

葛根凝固型酸奶发酵工艺研究

李亚军¹, 朱建荣², 黄云华¹, 陈晓容², 翁庆北¹, 周国君²

(1. 贵州师范大学 生命科学学院, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵阳三联乳业有限公司, 贵州 贵阳 550018)

摘要: 以牛奶、葛根为主要原料, 利用正交设计法对葛根酸奶的发酵工艺进行了初步研究。结果表明, 保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合发酵剂(质量比为 1: 1)接种量为体积分数 3% 时, 采用葛根汁与牛奶体积比为 3: 7, 加入质量分数 6% 的蔗糖, 42 ℃ 发酵 5 h, 可制得品质风味优良的葛根酸奶。产品中葛根黄酮质量浓度为 0.11 mg/mL。

关键词: 葛根; 酸奶; 黄酮

中图分类号: TS 252.54

文献标识码: A

Study on Processing Technology of Kudzu Root Yoghurt

LI Ya-jun¹, ZHU Jian-rong², HUANG Yun-hua¹, CHEN Xiao-rong²,
WENG Qing-bei¹, ZHOU Guo-jun²

(1. School of Life and Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China; 2. Guiyang Sanlian Dairy Inc., Guiyang 550018, China)

Abstract: With milk and kudzu root as main materials, the processing technology of kudzu root yogurt was studied by orthogonal experimental design. The results showed that excellent quality kudzu root yogurt could be produced under the conditions of 3% fermentation agent (1: 1 mixture of *L. bulgaricus* and *St. thermophilus*), mixture of kudzu root juice and milk based on the proportion 3: 7, 6% sucrose and 5 hours fermentation at 42 ℃. The flavonoid of the product was 0.11 mg/mL.

Key words: kudzu root, yogurt, flavonoid

葛根为豆科植物野葛 *Pueraria lobata* (Wild.) Ohwi 的干燥根^[1], 为常用中药, 有“亚洲人参”的美称。我国葛根资源极为丰富, 除新疆、西藏、青海外, 各省均有分布^[2]。葛根中含铁、钙、锌、铜、磷、钾等十多种人体必需的矿物质和微量元素, 还含有多种氨基酸和维生素。葛根味甘性凉, 对头痛发

热、口舌生疮、咽喉疼痛、脾虚泻痢、祛风发散、醉酒等均有较好的食疗效果。

现代药理研究表明, 葛根中含有大量的异黄酮类药用和保健成分, 如葛根素、葛根素木糖甙、金雀异黄素、和大豆甙等, 具有降血脂、降血糖、降血醇、抗衰老、抗癌、抗疲劳、解酒、增强机体免疫力等多

收稿日期: 2010-03-24

基金项目: 贵州省科技创新人才团队建设项目(黔科合人才团队[2009]4007号); 贵阳市重大农业科技攻关项目(筑科农合同字[2009]2-017号)。

作者简介: 李亚军(1963-), 女, 辽宁抚顺人, 副教授, 主要从事生物学研究。Email: liyajun@163.com

种生理功能,尤以维护心脑血管健康的作用最为显著^[3-6]。因而葛根广泛应用于功能食品和生物医药,利用葛根及其葛根黄酮、葛根黄甙等类黄酮物质提取物,加工出一系列功能性食品,以满足特殊人群的需要。

酸奶是牛乳经微生物发酵而制成的具有特殊风味的一种乳制品,是一种集营养与保健为一体的乳制品,具有促进消化,预防疾病,维护健康的功效。作者以葛根和鲜牛乳为主要原料,经乳酸菌发酵,确定适宜的发酵工艺条件制备葛根酸奶。该产品兼有葛根和酸奶的双重营养保健作用,其研制将为消费者提供功能性乳制品的更多选择空间,具有良好的开发前景。

1 材料与 方法

1.1 主要实验材料

葛根:市售优质干葛根;鲜牛奶:贵阳三联乳业有限公司奶牛场提供,符合 GB 19301-2010《生乳》要求,理化指标和微生物指标合格,无抗生素;菌种:保加利亚乳酸菌和嗜热乳酸链球菌(1:1)混合直投菌种:购于丹尼斯克(中国)有限公司;葛根素标准品:购于中国药品生物制品检定所;维生素 C、黄原胶、耐酸羧甲基纤维素钠、明胶、卡拉胶等为食用级,其余试剂为分析纯。

1.2 主要仪器设备

高速组织捣碎机 DS-1:上海标本模型厂产品;SH P6-60 高压均质机,上海科学技术大学机电厂产品;TDL-60 台式离心机:上海安亭科学仪器厂产品;HH-S4 型电热恒温水浴锅:北京科伟永兴仪器有限公司制造;SW-CJ-1B 超净工作台:苏州安泰空气技术有限公司制造;HZG-F160 恒温培养箱:太仓市实验设备厂产品;UV-754 分光光度计:上海精密科学仪器有限公司分析仪器总厂产品,电子天平:瑞士 METTLER 公司产品。

1.3 加工工艺

1.3.1 工艺流程 葛根酸奶生产工艺流程见图 1。

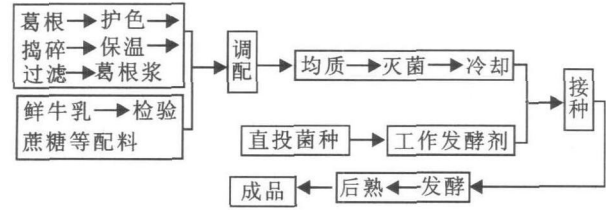


图 1 葛根酸奶生产工艺流程

Fig.1 The process of kudzu root yogurt

1.3.2 操作要点

1) 葛根浆的制备 干葛根加入 6 倍体积的水

以及质量分数 0.05%~0.2% 维生素 C 护色,30℃ 浸泡软化 1 h,捣碎,过 20 目尼龙筛网以去掉梗络,滤液于 95℃ 下保温 20~30 min,直至乳白色的浆液变为均匀透明的稀糊体即制得葛根浆。

2) 工作发酵剂的制备 将新鲜脱脂牛乳装入灭菌后的三角瓶中,1 kg/cm² 蒸汽灭菌 20 min 后,冷却,按产品说明,以 0.045 g/kg 的接种量接入直投菌种,混匀,42℃ 恒温培养至发酵终点,使乳酸菌保持较强的发酵活力,得到工作发酵剂。

3) 葛根酸奶的制备 将葛根浆与鲜牛乳、蔗糖等混合、调配,混合液预热至 55~60℃,在 10~15 MPa 压力下均质。混合液加热至 90~95℃,维持 5~10 min 后,无菌分装到酸奶瓶中,封口。待冷却到 45℃ 时,无菌操作接入工作发酵剂,封口,恒温培养 42℃ 发酵 4~6 h,待酸度达到标准后终止培养。发酵完毕的凝乳置 4℃ 冰箱保藏 12~24 h,得成品。

1.4 检测方法

1.4.1 理化指标、微生物分析方法 蛋白质分析方法按照 GB 5009.5-2010 执行,脂肪按照 GB 5413.3-2010 执行,酸度的测定按照 GB 5413.34-2010,非脂乳固体按照 GB 5413.39-2010 执行,乳酸菌数按照 GB4789.35-2010 执行,大肠菌群按照 GB 4789.3-2010 执行;致病菌按照 GB4789.4-2010,GB4789.10-2010,GB4789.30-2010,GB4789.40-2010 测定。

1.4.2 葛根黄酮的测定 参照文献[11]测定。用等体积的正丁醇萃取样品 3 次,合并萃取液,浓缩至干,萃取物用体积分数 95% 乙醇溶解、定容,在 250 nm 波长下测定吸光度。根据葛根素标准样品制备得到的标准曲线,计算葛根黄酮含量。

1.4.3 产品感官评定 根据葛根酸奶的乳清析出情况、组织状态、口感、风味等进行综合评分,请 10 位有经验的老师和技术人员,分别打分,取其平均分为总感官评分(百分制),结果见表 1。

表 1 葛根酸奶感官评分标准

Tab.1 Standard of sensory evaluation for kudzu root yogurt

乳清析出情况 (满分 25)	口感 (满分 35)	风味 (满分 40)
无 25 分	细腻,柔和 35 分	酸甜可口,酸奶风味浓郁,兼有葛根的清香(40 分)
较少 20 分	细腻,但不柔和 30 分	酸甜可口,具典型的酸奶风味,葛根风味不明显(30 分)
较多 15 分	粗糙 20 分	酸甜不适调,过甜或过酸(20 分)

2 结果与分析

2.1 葛根浆护色剂的选用

葛根中含有多酚氧化酶, 为了抑制其酶促褐变, 保持葛根浆洁白的色泽, 在制备葛根浆时进行了护色处理。维生素 C 是一种还原剂, 可抑制酶促褐变, 且还可提高酸奶的营养价值。将干葛根分别加入质量分数 0.05%、0.1% 和 0.2% 维生素 C 溶液浸泡, 捣碎后制备葛根浆。以质量分数 0.05% 维生素 C 为护色剂制备的葛根浆色泽洁白, 但葛根酸奶成品颜色微黄, 推测维生素 C 浓度偏低时, 葛根中的多酚氧化酶不能完全抑制, 特别是当时间增加后, 不达到良好的护色效果。增加维生素 C 的质量分数为 0.1% ~ 0.2% 可改变这种状况。因而确定选用质量分数 0.1% 维生素 C 作护色处理制备葛根浆。

2.2 接种量的确定

将工作发酵剂分别以体积分数 2%、3%、4% 的接种量接入鲜牛乳, 42℃ 发酵至终点, 综合感官指标, 采用体积分数 3% 的接种量, 其组织状态最好, 乳清析出少, 风味和口感优于其它组。

2.3 葛根酸奶制备工艺筛选

根据单因素的实验结果, 选用葛根与鲜牛乳的配比、蔗糖和发酵时间作为影响产品质量的主要因素, 因素水平如表 2 所示。利用 $L9(3^3)$ 正交实验设计, 对各因素水平进行筛选, 确定葛根酸奶最佳工艺条件。发酵结束后, 对各处理的凝固情况、组织状态、酸甜度、口感等感官综合评分, 结果见表 3。

表 2 正交因素水平表

Tab.2 Factors and levels of orthogonal design			
水平	因素		
	葛根汁与牛奶 体积比 A	蔗糖质量 分数 B/%	发酵 时间 C/h
1	2: 8	6	4
2	3: 7	7	5
3	4: 6	8	6

对各因素的极差进行分析, 根据极差分析排出各因素的主次顺序为 $A > B > C$, 即在实验设计的范围内, 葛根浆与牛奶的配比对产品质量影响较大, 其次为蔗糖含量, 最后为发酵时间。方差分析表明(表 4), 因素 A、B 对产品品质作用显著, 而因素 C 作用不显著, 与极差分析结果一致。因此, 在生产过程中主要控制原料的配比, 即因素 A 葛根浆与牛奶的配比和因素 B 蔗糖质量分数。

表 3 $L9(3^3)$ 正交实验设计及结果
Tab.3 Result of orthogonal experimental design $L9(3^3)$

实验号	A	B	C	感官评分
1	1	1	1	85
2	1	2	2	75
3	1	3	3	76
4	2	1	2	91
5	2	2	3	77
6	2	3	1	76
7	3	1	3	75
8	3	2	1	62
9	3	3	2	67
K_1	236	251	223	
K_2	244	214	233	
K_3	204	219	228	
k_1	78.7	83.7	74.3	
k_2	81.3	71.3	77.7	
k_3	68.0	73.0	76.0	
R	13.3	12.4	3.4	

表 4 正交设计实验的因素方差分析

Tab.4 Analysis of variance of orthogonal experimental design

方差来源	S_j	f_j	S_j/f_j	F	Sig.
A	298.667	2	149.363	17.860	0.053
B	268.667	2	134.363	16.066	0.058
C	16.667	2	8.363	1.000	0.500

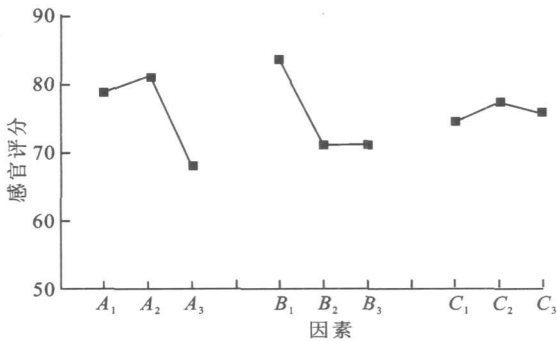


图 2 因素与指标的关系

Fig.2 Factors and their value

将各因素水平的关系用图直观表示, 以各因素水平作为横坐标, 相同水平的感官评分平均值为纵坐标, 结果如图 2 所示。从结果可知, 最佳工艺条件为 $A_2B_1C_2$ 。A 因素葛根汁与牛奶的配比, 随葛根浆的比例增加品质略有上升, 葛根浆与牛奶的配比以体积比 3:7 的比例添加最好, 但葛根浆含量过大影响了产品的凝固性、口感和组织状态, 当二者配比为 4:6 时, 品质显著下降(t 检验, $P <$

0.05)。B 因素蔗糖在质量分数 6% 时最好,随着添加量的增多品质显著下降(t 检验, $P < 0.01$), 但 7% 和 8% 差别不显著; C 因素发酵时间 4~ 6 h 对品质的影响均不显著(t 检验, $P > 0.05$), 5 h 为最佳。

2.4 稳定剂的选择

酸奶发酵后 pH 值低于酪蛋白等电点, 添加稳定剂可使酪蛋白胶粒与稳定剂结合成复合体, 从而降低凝聚沉淀的比例, 改善酸奶组织结构。选用生产中常用的几种稳定剂添加到原料中, 发酵、存放一定时间后, 观察产品的分层沉淀, 确定最佳的稳定剂。分别以质量分数 0.25% 黄原胶、0.2% 耐酸 CMC、0.15% 明胶和 0.2% 卡拉胶为稳定剂, 从使用效果来看(见表 5), 选用 0.2% 卡拉胶能保持产品有较好的乳化和稳定效果。

表 5 不同稳定剂的筛选

Tab. 5 Screening of stabilizer in yoghurt

稳定剂	组织状态	稳定状态	效果
质量分数 0.25% 黄原胶	粗糙, 乳清析出	存放 30 d 后分层	较差
质量分数 0.2% 耐酸 CMC	粗糙, 乳清析出	存放 20 d 后分层	较差
质量分数 0.15% 明胶	细腻, 无乳清析出	存放 30 d 后稍有分层	较好
质量分数 0.2% 卡拉胶	细腻, 无乳清析出	存放 35 d 后仍凝乳均匀	好

2.5 葛根酸奶中总黄酮质量浓度

按最佳工艺发酵后制备的葛根酸奶, 测定总黄酮质量浓度为 0.11 mg/mL, 以 200 mL/瓶计算, 即

每瓶中含葛根黄酮为 22 mg。至今对黄酮的摄入量尚未有统一的标准, 国外荷兰、丹麦、美国膳食黄酮物质摄入量与流行病学调查表明, 摄入量约为每人每天 20~ 23 mg^[7]。

3 产品质量指标

3.1 感官指标

色泽: 乳白色微黄、均匀一致, 有光泽。

滋味、气味: 酸甜适口, 口感细腻, 柔和, 具有浓郁的乳酸菌发酵酸奶风味, 并兼有葛根的清香, 无任何异味。

组织状态: 组织细腻, 质地均匀, 粘稠适中, 无气泡和分层及沉淀现象。

3.2 理化指标

葛根酸奶产品的理化指标符合相关的要求。

3.3 微生物指标

乳酸菌数 $\geq 10^6$ 个/mL, 大肠杆菌 ≤ 90 个/100 mL, 致病菌未检出。其它指标符合 GB 19302-2010 的要求。

4 结 语

葛根在我国资源极为丰富, 并具有较高的营养价值, 可应用于功能食品的开发。在牛乳中添加适量的葛根浆可以制作出感官、营养、保健性能均佳的发酵乳制品。葛根酸奶兼有葛根和酸奶两者的保健功能, 是一种集营养与保健一体的新型乳制品, 具有较高的推广价值。

参考文献(References):

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 I 部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.

[2] 顾志平, 陈碧珠, 冯瑞芝, 等. 中药葛根及其同属植物的资源利用评价[J]. 药学学报, 1996, 31(5): 387- 393.
GU Zhí ping, CHEN Bì zhu, FENG Ruì zhi, et al. The source utilization and evaluation of medical kudzu and roots from the genus plants *Pueraria* Dc. in China[J]. *Acta Pharmaceutica Sinica*, 1996, 31(5): 387- 393. (in Chinese)

[3] 张会香, 杨世军, 张静. 枳椇子总黄酮提取工艺及其解酒作用[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(3): 84- 87.
ZHANG Huì xiang, YANG Shì jun, ZHANG Jing. Extraction and determination of total flavon from the seeds of *hoenienia dulcis* thunb[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2006, 25(3): 84- 87. (in Chinese)

[4] 钟星明, 江丽霞, 肖海, 等. 葛根素抗衰老作用的研究[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(12): 2430- 2431.
ZHONG Xing-ming, JIANG Lì xia, XIAO Hai, et al. Experimental study on the anti-aging action of puerarin[J]. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*, 2006, 17(12): 2430- 2431. (in Chinese)

[5] 刘晓宇, 张俊杰, 王蕊霞. 葛根总黄酮的提取及抗氧化活性评价研究, 食品科学, 2007, 28(10): 232- 237.
LIU Xiao-yu, ZHANG Jun-jie, WANG Ruì-xia. Study on Extracting Process of Pueraria Flavone and Evaluation of Anti-oxidant Activity[J]. *Food Science*, 2007, 28(10): 232- 237. (in Chinese)

[6] 尤新. 食品抗氧化剂与人体健康[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(2): 1- 7.
YOU Xin. Food anti-oxidants and their influence to human health[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2006, 25(2): 1- 7. (in Chinese)