

无糖水溶性米糠纤维活性乳酸菌酸奶的研制

顾立众,焦宇知

(江苏食品职业技术学院,江苏淮安 223003)

摘要:研究了无糖水溶性米糠纤维活性乳酸菌酸奶的工艺。实验结果表明,最佳工艺条件为:纤维素酶最佳添加量为 50g/L,水溶性米糠纤维添加量为 10%,稳定剂添加量(PGA:CMC = 1:2)为 0.4%,发酵剂添加量(嗜菌:保菌:双歧 = 2:2:3)为 4%,甜味剂(低聚果糖:蜂蜜 = 2:1)添加量为 4%,于 42℃ 下发酵 5h,所得产品感官评分为 90.5 分,活菌数目达到 3.2×10^8 个/mL。

关键词:水溶性米糠纤维,酸奶,活性乳酸菌,无糖

Development of sugarless water-soluble rice bran fiber yoghurt with active lactobacillus

GU Li-zhong, JIAO Yu-zhi

(Jiangsu Food Science College, Huaian 223003, China)

Abstract: The technology for production of sugarless water-soluble rice bran fiber yoghurt with active lactobacillus was studied. The results showed the optimal production condition was as follow: amount of cellulase was 50g/L, amount of water-soluble rice bran fiber, stabilizer (PGA:CMC = 1:2), ferment (*Lac. bulgaricus* : *Str. thermophilus* : *bifidobacterium* = 2:2:3) and sweetening agent (glucosidase:honey = 2:1) were 10%, 0.4%, 4% and 4% respectively, the mixed system was fermented at 42℃ for 5h. The sensory score of product was 90.5, and the number of active lactobacillus in product was 3.2×10^8 /mL.

Key words: water-soluble rice bran fiber; yoghurt; active lactobacillus; sugarless

中图分类号:TS252.54

文献标识码:B

文章编号:1002-0306(2009)05-0264-03

米糠中含有丰富的膳食纤维,占米糠干基的 35%~50%,包含可溶性和不溶性膳食纤维。其中可溶性膳食纤维具有很高的生物功能,能降低血清胆固醇,影响食品胶凝性质和乳化性质。目前在美国市场上,以米糠为原料的营养保健食品已有多,如“Perfect Plus”、“RIBUS 米糠饮料”等,具有良好的市场前景^[1-4]。我国水稻产量高,但米糠并未得到深度开发和利用,因此,本研究试图采用酶法制备水溶性米糠纤维,并将其应用于活性乳酸菌酸奶工艺中,并用功能糖取代传统蔗糖,从而为米糠系列食品的开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

稳定剂及乳化剂 PGA(海藻酸丙二醇酯)、耐酸 CMC(羧甲基纤维素),市售;菌种 嗜热链球菌、保加利亚乳杆菌,双歧杆菌;米糠,纤维素酶(滤纸酶活 2200U/g),木瓜蛋白酶(9.12×10^5 U/g),原料乳,单甘酯,蔗糖酯。

胶体磨、高压均质机、打浆机、离心机、搅拌罐、冷热缸、受奶槽、高压灭菌锅、夹层锅、包装机 均为

上海伊本公司提供。

1.2 工艺流程

1.2.1 米糠水溶性膳食纤维制备工艺 原料→微波处理(800W,2500MHz,4min)→过 40 目筛→缓冲液混匀煮沸(pH5.5,1h)→纤维素酶水解(40~60g/L,2h,45℃)→加热灭酶(90℃,5min)→木瓜蛋白酶酶解(12g/L,60℃,1h)→冷却过滤→乙醇沉淀(75%乙醇)→产品

1.2.2 无糖活性乳酸菌米糠纤维酸奶制备工艺

稳定剂及乳化剂
原料乳→脱脂→过滤 } 调配→均质(90℃,20MPa)→
↑水溶性米糠膳食纤维和甜味剂
杀菌(90℃,保温6min)→迅速冷却(42℃)→接种发酵→
冷却(4℃后酵冷藏)→成品

1.3 乳酸菌发酵工艺条件优化

乳酸菌发酵工艺条件优化的正交实验因素水平表如表 1 所示。

表 1 发酵工艺正交实验因素水平表

水平	因素			
	A 膳食纤维添加量 (%)	B 接种量 (%)	C 稳定剂添加量 (%)	D 甜味剂添加量 (%)
1	8	3	0.2	4
2	10	4	0.3	5
3	12	5	0.4	6

收稿日期:2008-12-23

作者简介:顾立众(1962-),男,副教授,高级工程师,主要从事发酵食品及保健食品的开发研究。

表3 不同混菌比例发酵后产品感官性质

菌株比例 (嗜菌:保菌:双歧)	发酵6h后产酸 (°T)	组织状态	口感	气味	色泽	综合评价
1:1:1	68.2	18	16	11	13	58
1:1:2	78.4	21	23	13	14	71
2:2:3	73.6	25	25	17	14	81

1.4 测定方法

1.4.1 感官评分标准 如表2所示。

表2 无糖水溶性米糠膳食纤维活性乳酸菌酸奶的感官评定标准

项目	标准	满分
组织状态	组织细腻、质地均匀,无乳清析出	30
口感	酸甜适中,无异味	30
气味	具有发酵酸奶的特殊风味	20
色泽	乳白色或浅黄色,色泽均匀	20

1.4.2 纤维素酶活力测定^[5] 滤纸酶活的测定采用DNS(3,5-二硝基水杨酸)法。

1.4.3 水溶性膳食纤维测定^[5] 采用1.2.1中工艺,产品得率即为水溶性膳食纤维的含量,原料处理方法的不同将会影响到实验结果。

2 结果与讨论

2.1 米糠基本成分的分析结果

经测定,米糠中蛋白质、脂肪、总纤维素和可溶性纤维素的含量分别为13.36%、15.68%、45.25%和8.83%。米糠中的总纤维素含量接近米糠的50%,但水溶性膳食纤维含量相对很低。

2.2 纤维素酶添加量的确定

本研究采用纤维素酶水解浑浊的米糠缓冲液体系(pH5.5),后采用木瓜蛋白酶将蛋白质水解成小肽,从而防止后续乙醇沉淀纤维素时将蛋白质一并沉淀,本实验考察了不同浓度的纤维素酶对水溶性纤维素得率的影响,实验结果如图1所示。

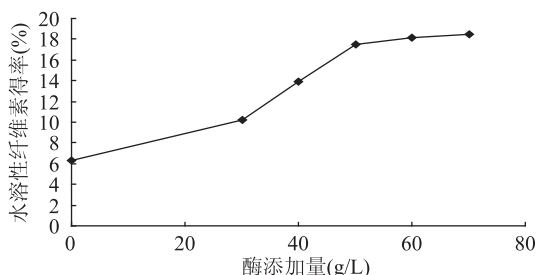


图1 水溶性膳食纤维得率随纤维素酶添加量的变化

从图1可以看出,随着纤维素酶的添加,水溶性纤维素得率不断增加;但是当纤维素酶的添加量超过50g/L后,得率增加不明显,因此,选择纤维素酶的最佳添加量为50g/L。纤维素酶可水解不溶性纤维素,增加水溶性纤维素的比,从而提高其得率。

2.3 酸奶制备工艺参数的优化

2.3.1 发酵剂的选择 本研究对混合菌种的比例进行了筛选,在接种量4%、复合甜味剂(低聚果糖:蜂蜜=2:1)添加量为5%、水溶性膳食纤维添加量为10%、复合稳定剂添加量为0.3%、发酵温度为42℃的条件下,发酵5h后,置于冷箱中贮存24h,进行感官评定,实验结果如表3所示。

从表3可以看出,当嗜菌:保菌:双歧=2:2:3时,所得发酵乳基料的各项指标较好,嗜热链球菌与保加利亚乳杆菌以及双歧杆菌之间存在协同发酵作用,因而其比例对产品的香味、口感和组织状态影响较大,但对产品的色泽影响不大,综上所述,选择嗜菌:保菌:双歧=2:2:3。

2.3.2 稳定剂及其添加量的确定 本研究对常用的稳定剂PGA和耐酸CMC进行了复配实验,将稳定剂与5%的复合甜味剂混合,选择各种稳定剂浓度均为0.3%,另加入0.1%的单甘酯和蔗糖酯的等量混合物作为乳化剂,其他发酵条件同2.3.1,稳定性的检测采用静置沉淀法,按乳液的分层、沉淀状况和水析层高度比较进行评分。实验结果表明,当PGA:耐酸CMC=1:1时效果最好,比例为1:2时其稳定性也较好,考虑到PGA成本相对较高,本实验选择最佳PGA:耐酸CMC=1:2。

2.3.3 米糠膳食纤维添加量的确定 米糠水溶性膳食纤维添加量对产品的感官性质有较大影响,本实验考察了不同米糠水溶性膳食纤维添加量对产品感官指标的影响,其他条件如2.3.2最佳优化条件,实验结果如图2所示。

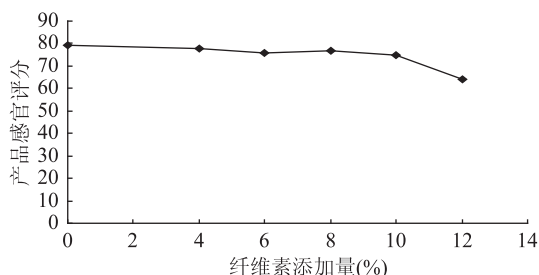


图2 产品感官评分随水溶性膳食纤维添加量的变化

从图2可以看出,纤维素添加量在10%以下时,对产品的感官性质几乎没有影响,可见,纤维素添加量在10%以下是可行的。本研究还考察了未经木瓜蛋白酶水解得到的水溶性纤维素对产品的影响,发现其对产品的组织状态还能起到一定的乳化作用,这可能是米糠蛋白乳化作用的结果,将在以后的实验中进一步研究。

2.3.4 酸奶发酵参数正交实验优化 本实验对复合甜味剂的添加量、发酵剂的添加量、复配稳定剂的用量、膳食纤维添加量进行了正交实验,其他实验条件为:发酵温度42℃,发酵时间5h,嗜菌:保菌:双歧=2:2:3,甜味剂比例为低聚果糖:蜂蜜=2:1,实验结果如表4所示。

由表4可以看出,影响无糖米糠纤维活性乳酸菌酸奶产品感官性质的各因素的主次关系为:米糠水溶性纤维添加量>稳定剂添加量>甜味剂添加量例>接种量,最佳组合应为A₂C₂B₃D₁,即水溶性米糠

表4 发酵工艺参数优化实验结果

实验号	A	B	C	D	感官评分
1	1	1	1	1	80.5
2	1	2	2	2	76.8
3	1	3	3	3	82.2
4	2	1	2	3	80.4
5	2	2	3	1	90.5
6	2	3	1	2	76.5
7	3	1	3	2	66.4
8	3	2	1	3	62.2
9	3	3	2	1	67.5
k ₁	79.83	75.77	73.07	79.50	
k ₂	82.47	76.50	74.90	73.23	
k ₃	65.37	75.40	79.70	74.93	
R	17.10	1.10	6.63	6.27	

纤维添加量为 10%，稳定剂最佳添加量为 0.4%，甜味剂添加量为 4%，发酵剂最佳添加量为 4%，即为 5 号实验结果。所得产品组织好，无乳清析出，具有酸奶的独特香味，口感较为细腻，为高纤维无糖活性乳酸菌保健酸奶。

所得产品的蛋白质含量为 2.6%，脂肪含量为 2.5%，固形物含量为 12%，活菌总数达到 3.2×10^8 个/mL，大肠杆菌数为每 100mL 小于 100 个，未检测出其他致病菌^[5]。

3 结论

纤维素酶最佳添加量为 50g/L；无糖米糠纤维活性乳酸菌酸奶最佳工艺条件为：水溶性米糠纤维添加量为 10%，稳定剂添加量为 0.4%，甜味剂（低聚果糖：蜂蜜 = 比例 2:1）添加量为 4%，发酵剂添加量为 4%。

（上接第 263 页）

酶可能以腥臭物质为底物转化为无腥臭物质，从而达到脱腥臭的效果。

2.3 活性炭与酵母粉联合脱腥苦的结果

考虑到酵母粉作用后，水解液的颜色较深，而活性炭同时具有脱腥苦和脱色的效果，因此考虑先用酵母粉作用，然后再用活性炭作用。采用前面确定的两者最佳条件，即取定量的水解液，用酵母粉脱腥苦条件为：温度 35℃、酵母粉添加量 1%、时间 0.5h；然后活性炭采用 1.5% 的添加量，在 pH4.5 的条件下作用 0.5h，最后水解液的蛋白质回收率为 84.48%，感官指标评分可以达到 1。

3 结论

通过实验比较了 2 种常用脱腥剂对鲤鱼蛋白水解液脱腥苦的效果。结果表明，活性炭有明显的脱色效果，但是造成较大的蛋白质损失。酵母粉可以很好地去除蛋白水解液的腥苦味，活性损失小，但脱色效果不明显。最终确定了酵母粉与活性炭联合脱腥苦的实验方法，即酵母粉先作用，再用活性炭作

参考文献：

- [1] Jariwalla R. J. Rice - Bran products: phytonutrients with potential applications in preventive and clinical medicine [J]. *Drugs under Experimental and Clinical Research*, 2001, 27 (1): 17~26.
- [2] 王永斌. 米糠中功能性成分的研究现状与发展趋势[J]. *中国食物与营养*, 2006(5): 17~20.
- [3] Tatsunori Y, Takuma T, et al. Potent natural immunomodulator, rice water - soluble polysaccharide fractions with anticomplementary activity [J]. *Cereal Chemistry*, 2003, 80 (1): 5~8.
- [4] Saunders RM. The properties of rice bran as food stuff [J]. *Cereal Foods World*, 1990, 35: 632~636.
- [5] 戴军. 食品分析与检测技术(第一版)[M]. 化学工业出版社, 2004, 4.

用。酵母粉脱腥苦条件为：温度 35℃、酵母粉添加量 1%、时间 0.5h；然后活性炭采用 1.5% 的添加量，在 pH4.5 的条件下作用 0.5h，最后水解液的蛋白质回收率为 84.48%，感官指标评分可以达到 1。

参考文献：

- [1] Hoyle H T, Merritt J H. Quality of fish protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*) [J]. *Food Sci*, 1994, 59: 70~76.
- [2] 许永红. 蛋白酶法水解物苦味的控制[J]. *食品工业科技*, 1997(3): 1~4.
- [3] 杨兰, 白勇. 蛋白质酶解产物苦味的形成及脱除的研究进展[J]. *广州食品工业科技*, 2002(2): 22~25.
- [4] 杨兰, 刘通讯. 酶法水解鸡肉蛋白及其水解液脱苦方法的研究[J]. *广州食品工业科技*, 1999(1): 3~7.
- [5] 冯红霞, 陆兆新, 尤华. 苦味肽的形成及脱苦方法的研究[J]. *食品科学*, 2002(5): 151~154.
- [6] 郑桂福, 徐振相. 鲑鱼蛋白水解液脱色效果的研究[J]. *食品工业科技*, 2002(9): 25~27.