

金针菇多糖研制功能性酸奶的研究

李静 李凤林*, 刘磊 刘岩 王盛运 (吉林农业科技学院生物工程学院, 吉林吉林 132101)

摘要 [目的] 探讨生产新型金针菇多糖功能性酸奶的方法。[方法] 在前期研究的基础上, 以所提取的水溶性金针菇粗多糖为功能性辅料, 以鲜奶为主要原料, 研制金针菇多糖酸乳, 通过各项试验, 确定复合稳定剂的最优配方以及酸奶最优生产工艺参数。[结果] 结果表明, 复合稳定剂的最优配方为0.03%黄原胶、0.01%明胶和0.01%羧甲基纤维素钠。酸奶最优生产工艺参数为金针菇粗多糖加入量0.8%、白砂糖加入量5.0%、发酵时间为6 h, 获得酸奶感官评分为95分。[结论] 该研究为金针菇的深加工开辟一条新途径。

关键词 金针菇粗多糖; 复合稳定剂; 酸奶

中图分类号 TS252.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)03-01323-02

Study on the Processing Technology of Functional Yoghurt from Golden Mushroom Polysaccharide

Li Jing et al (College of Biological Engineering Science, Jilin Agricultural Science & Technology University, Jilin, Jilin 132101)

Abstract [Objective] The purpose of research was to discuss the method of processing technology of functional yoghurt from golden mushroom polysaccharide. [Method] The polysaccharide yoghurt was developed with secondary functional materials of water-soluble crude polysaccharide extracted from golden mushroom and the main raw materials of fresh milk based on preliminary studies. The optimal formula of compound stabilizers and the optimal technology parameter of producing yoghurt were confirmed through several experiments. [Result] The results indicated that the optimal formula of compound stabilizers were as follow: 0.03% xanthan gum, 0.01% gelatin and 0.01% sodium carboxymethyl cellulose. The sense scores of yogurt were 95 under the optimal technology parameters which were that the dosage of golden mushroom crude polysaccharide and sucrose were 0.8% and 5.0%, respectively, the time of ferment was 6 h. [Conclusion] This study will explore a new method for further processing of golden mushroom.

Key words Golden mushroom crude polysaccharide; Compound stabilizer; Yogurt

金针菇是一种食药两用的菌, 其所含多糖具有抑制肿瘤、抗癌和增强机体免疫力等作用而受到广泛重视^[1-3]。酸乳中的乳酸菌具有可以维持肠道菌群的生态平衡, 抑制病原菌与抗感染等多项保健功能。笔者在前期超声波法辅助提取金针菇多糖研究的基础上, 以所提取的水溶性金针菇粗多糖为功能性辅料, 以鲜奶为主要原料, 发酵接种乳酸菌, 研制一种营养丰富的新型金针菇多糖功能性酸奶, 为金针菇的深加工开辟一条新途径。

1 材料与设备

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂。新鲜金针菇、鲜牛奶、白砂糖、明胶、黄原胶、羧甲基纤维素钠、嗜热链球菌、保加利亚杆菌、乙醇、苯酚、浓硫酸、氯化钙、Sevage 试剂和葱酮等。

1.1.2 设备。JY92 超声波细胞粉碎机(宁波新芝生物科技股份有限公司)、试验型均质器(铁道部电化院四方电器设备厂)、循环水式多用真空泵、恒温水浴锅、电热恒温干燥箱(天津市泰斯特仪器有限公司)、UV-1600 紫外分光光度计、离心机、真空旋转蒸发仪、粉碎机、生化培养箱、手提式灭菌锅、超净工作台、电子天平和显微镜等。

1.2 方法

1.2.1 金针菇多糖功能性酸奶生产工艺流程。如图1所示。

原料乳 净化 混合 金针菇多糖、白砂糖、复合稳定剂

预热均质 杀菌 冷却 接种 灌装

发酵 后熟 成品

图1 金针菇多糖功能性酸奶生产工艺流程

Fig.1 Production process of functional yoghurt of Flammulina polysaccharide

1.2.2 水溶性金针菇粗多糖的提取工艺。

1.2.2.1 材料预处理。新鲜金针菇自然晒干1 d, 再用105℃使酶瞬间灭活, 放入60℃恒温箱中烘干, 粉碎机粉碎过40目筛备用。

1.2.2.2 超声波辅助提取。精确称取预处理过的金针菇粉末5.00 g 放入烧杯中, 加入一定体积的蒸馏水, 按一定的超声条件(超声功率100 W, 超声时间50 min, 固液比1:40)进行提取。

1.2.2.3 醇析、去蛋白、干燥。提取液经离心, 浓缩, 加3倍体积75%的乙醇于提取液中进行醇析过夜、离心、再醇洗2次, 用30 ml 蒸馏水溶解多糖, 采用Sevage 方法去蛋白, 然后离心、干燥, 得粗多糖, 得率为2.70%。

1.2.3 金针菇多糖功能性酸奶生产操作要点。

1.2.3.1 配料混合。将净化后的鲜乳与经过处理的稳定剂溶液与金针菇粗多糖液、白砂糖液混合后再加入0.03% CaCl₂ 溶液, 赋予产品一定的硬度。

1.2.3.2 均质、杀菌。在20 MPa 条件下, 采用实验型均质机进行均质。在95℃杀菌5 min 并快速冷却到43℃, 准备接种。

1.2.3.3 接种、发酵。将活化后的保加利亚杆菌与嗜热链球菌1:1 混合, 制备成生产发酵剂, 添加量为3%~5%, 灌装后在43℃的发酵间内培养4~6 h。

1.2.3.4 冷藏后熟。将发酵好的酸奶, 立即放入0~5℃冷库中冷藏24 h, 完成后熟过程。

1.3 测定 多糖含量测定: 苯酚-硫酸比色法; 多糖提取率计算: 多糖提取率 = 浓度(g/ml) × 稀释倍数 × 提取液体积(ml) / 原料质量 × 100%; 微生物检验: 镜检法; 持水力测定: 以离心管取待测样5 ml, 并测定样重 W₀ 后, 放入离心机, 以3 000 r/min 离心30 min 后, 取出离心管静置10 min, 除去上清液, 测残余物的重量 W, 酸奶持水力按下式计算: 持水力(%) = (W/W₀) × 100。

2 结果与分析

2.1 稳定剂的选择 稳定剂对酸奶组织状态尤为重要, 若

基金项目 吉林农业科技学院2008年度大学生科技创新项目。

作者简介 李静(1988-), 女, 吉林四平人, 本科生, 专业: 生物技术。

* 通讯作者。

收稿日期 2008-11-13

不加稳定剂,在乳干物质不足的情况下,产品储藏一段时间后在外观上易出现浑浊、絮状沉淀和分层等现象。为解决这一问题,在金针菇粗多糖添加0.5%、白砂糖添加5.0%、发酵温度43℃、发酵时间5 h,其他各项工艺不变的前提下,参考文献[4],选择明胶和黄原胶和羧甲基纤维素钠3种稳定剂组成复合稳定剂,以持水力为指标,通过正交试验确定复合稳定剂的最佳配方。正交试验设计见表1,结果见表2,方差分析见表3。

表1 稳定剂选择 $L_9(3^3)$ 正交试验因素及水平

Table 1 Factors and levels of $L_9(3^3)$ orthogonal test on stabilizer selection

水平 Level	黄原胶 % (A) Xanthan gum	明胶 % (B) Gelatin	羧甲基纤维素钠 % (C) CMC
1	0.01	0.01	0.01
2	0.02	0.02	0.02
3	0.03	0.03	0.03

表2 稳定剂选择 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

Table 2 Result of $L_9(3^3)$ orthogonal test on stabilizer selection

编号 Code	A	B	C	持水力 % Retention ability
1	1	1	1	30.4
2	1	2	2	27.6
3	1	3	3	23.3
4	2	1	2	28.1
5	2	2	3	24.7
6	2	3	1	27.1
7	3	1	3	26.2
8	3	2	1	28.8
9	3	3	2	26.5
X_1	27.100	28.233	28.767	
X_2	26.633	27.033	27.400	
X_3	27.167	25.633	24.733	
R	0.534	2.600	4.034	

表3 稳定剂选择 $L_9(3^3)$ 正交试验方差分析

Table 3 Variance analysis of $L_9(3^3)$ orthogonal test on stabilizer selection

因素 Factor	偏差平方和 Square of deviance	自由度 Degree of freedom	F 比 F ratio	$F_{0.05}$ $F_{0.05}$	显著性 Significance
A	0.507	2	1.550	19.000	
B	10.160	2	31.070	19.000	*
C	25.247	2	77.208	19.000	*
误差 Error	0.330	2			

注: * 表示差异显著。

Nte: * stands for significant differences.

由表2可知,影响酸奶持水力的主次因素排序为羧甲基纤维素钠>明胶>黄原胶;由表3可知,羧甲基纤维素钠和明胶的用量对酸奶持水力具有明显的显著性,而黄原胶的用量对酸奶持水力不具有显著性,这与文献的报道是一致的^[4]。复合稳定剂的最优配方为 $A_3B_1C_1$ (0.03%黄原胶+0.01%明胶+0.01%羧甲基纤维素钠)。

2.2 功能性酸奶生产最优工艺参数的确定 选金针菇粗多糖添加量、白砂糖添加量、发酵时间等因素,在其他各项工艺条件都不变的情况下,以感官评价为指标(以100分计),进

行正交实验,确定酸奶的最优工艺参数。感官评分标准见表4,正交实验设计见表5,结果见表6,因素指标分析见图1。

表4 产品感官评分标准

Table 4 Sensory evaluation standard of products

项目 Item	评分标准 Evaluation standard	分值 Score
色泽风味	颜色均匀,有酸乳特有香味,无酒精发酵味等异味	30
组织状态	组织细腻、均匀,无分层现象,无杂质,无气泡	20
凝乳状态	粘稠度适中,无乳清析出或有微量析出	20
口感	爽口、酸甜适中,细腻滑润,无砂质感	30

表5 最优工艺参数确定 $L_9(3^3)$ 正交试验因素及水平

Table 5 Factors and levels of $L_9(3^3)$ orthogonal test on the optimum process parameters

水平 Level	金针菇粗多糖 % (A) Hamuli na polysaccharide	白砂糖 % (B) Sugar	发酵时间 h (C) Fermentation time
1	0.2	4.0	4
2	0.5	5.0	5
3	0.8	6.0	6

表6 最优工艺参数确定 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

Table 6 Result of $L_9(3^3)$ orthogonal test on the optimum process parameters

编号 Code	A	B	C	感官评分 Sensory score
1	1	1	1	84
2	1	2	2	91
3	1	3	3	87
4	2	1	2	84
5	2	2	3	93
6	2	3	1	85
7	3	1	3	88
8	3	2	1	89
9	3	3	2	86
X_1	87.333	85.333	86.000	
X_2	87.333	91.000	87.000	
X_3	87.667	86.000	89.333	
R	0.334	5.667	3.333	

由表6和图1、2、3可知,影响酸奶感官评分的主次因素排序为白砂糖加入量>发酵时间>金针菇粗多糖加入量,最优工艺参数为 $A_3B_2C_3$,即金针菇粗多糖加入量为0.8%,白砂糖的加入量为5.0%、发酵时间为6 h。但正交表中没有此项组合,故按此组合重新进行试验,获得酸奶感官评分为95分,高于表中出现的感官评分。故采用此条件为最优工艺参数。

3 结论

- (1) 通过稳定剂选择试验得出,复合稳定剂的最优配方为0.03%黄原胶、0.01%明胶、0.01%羧甲基纤维素钠。
- (2) 通过酸奶最优工艺参数确定试验得出,最优工艺参数为金针菇粗多糖加入量为0.8%,白砂糖的加入量为5%、发酵时间为6 h。
- (3) 该产品各项品质指标均符合国家标准,其风味独特,

早籼米的风味最佳。

2.1.2 发酵温度的确定。不同发酵温度下的发酵效果见表3。

表3 发酵温度对发酵效果的影响

Table 3 Effects of temperature on fermentation

序号 Code	发酵温度 Fermentation temperature	发酵效果 Fermentation effect
1	15	能产生要求的发酵米香, 发酵时间需9~11 d Required for fermentation aroma, 9-11 d fermentation
2	20	能产生要求的发酵米香, 发酵时间约7~8 d Required for fermentation aroma, 7-8 d fermentation
3	25	能产生要求的发酵米香, 发酵时间约5~6 d Required for fermentation aroma, 5-6 d fermentation
4	30	发酵香味略淡 Light aroma of fermentation aroma

表4 正交试验结果

Table 4 Result of orthogonal test

试验号 Test code	A	B	C	D	感官评分 Sensory score
1	1	1	1	1	68
2	1	2	2	2	82
3	1	3	3	3	63
4	2	1	2	3	88
5	2	2	3	1	81
6	2	3	1	2	82
7	3	1	3	2	79
8	3	2	1	3	69
9	3	3	2	1	67
K ₁	71.0	78.3	73.0	72.0	
K ₂	83.7	77.3	79.0	81.0	
K ₃	71.7	70.7	74.3	73.3	
R	12.7	7.7	6.0	9.0	

由表3可知, 当发酵温度低于25℃时, 随着温度的上升, 发酵所需时间逐渐减少, 而当温度超过25℃时, 米香味受到影响。考虑到实际生产情况, 为提高工作效率, 选定25℃左

(上接第1324页)

酸甜可口, 营养丰富, 具有一定的保健抗肿瘤、抗癌等功效,

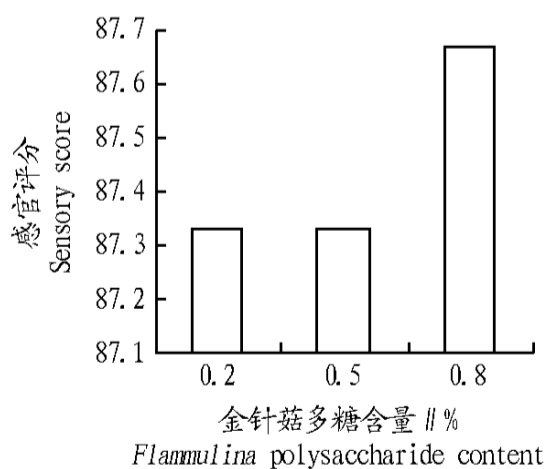


图1 金针菇多糖含量对酸奶的影响

Fig.1 Effects of Flammulina polysaccharide content on yogurt

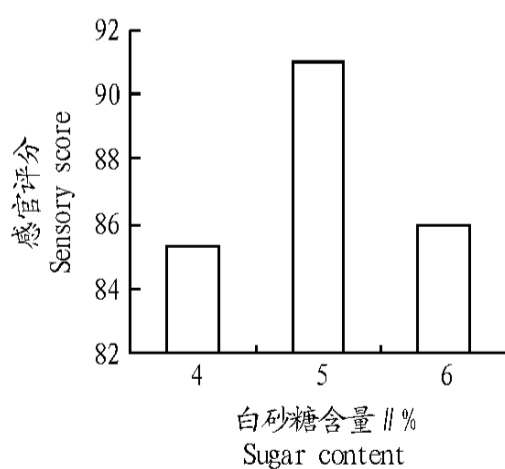


图2 白砂糖对酸奶的影响

Fig.2 Effects of sugar on yogurt

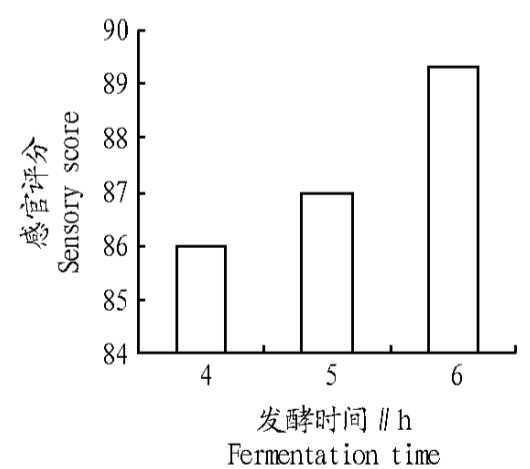


图3 发酵时间对酸奶的影响

Fig.3 Effects of fermentation time on yogurt

参考文献

- [1] LEUNG MY, FUNG KP, CHOY Y M. The isolation and characterization of an immunomodulatory and anti-tumor polysaccharide preparation from *Flammulina velutipes* [J]. *Immunopharmacology*, 1997, 35(3): 255-263.
- [2] KANG J, WANG H Q, CHEN R Y. Studies on the constituents of the mycelia produced from fermented culture of *Flammulina velutipes* (W. Curt.: Fr.) Singer

右为最佳发酵温度。

2.2 发酵条件的优化 由表4中的级差R可知, 影响扎粉成品质量的主要因素次序为: A > D > B > C, 即接种比例 (L15 Y22) > 发酵温度 > 发酵时间 > 接种量。发酵液乳酸菌与酵母菌的配比对扎粉产品的品质影响最大, 这是因为发酵米粉的主导香味是由乳酸菌和酵母菌发酵产生的乳酸与酒精合成了乳酸乙酯, 此外, 这2种菌也分别产生了其他的香味物质, 使扎粉的香味更加丰富。由表4可知, 纯种发酵早籼米生产新式扎粉的最佳发酵条件为: A₂B₁C₂D₃, 即L15 Y22 = 2.5:1, 发酵温度28℃, 发酵时间5 d, 接种量2%, 成品香味浓郁, 爽滑可口, 感官评分达88分。

3 结论与讨论

(1) 该试验说明, 选用从自然发酵的早籼米中分离出的酵母菌Y22和乳酸菌L15, 按合适的配比纯种发酵早籼米生产新式扎粉是可行的。该方法生产的新式扎粉具有发酵香味浓郁、营养更加丰富等优点。

(2) 影响新式扎粉品质的因素很多, 其中加工工艺已具有成熟的技术参数, 而发酵过程条件的优化是生产新式扎粉的关键。酵母菌和乳酸菌在发酵液中共生, 以合适的配比和适宜的发酵条件可产生较好的发酵效果。正交试验表明, 纯种发酵早籼米生产新式扎粉的最佳发酵条件为: 乳酸菌: 酵母菌为2.5:1, 发酵液接种量2%, 发酵温度28℃, 发酵时间5 d。

参考文献

- [1] 陈卫平, 董开发, 张凤英. 发酵法改良早籼谷品质的工艺研究[J]. *食品科学*, 2002, 23(7): 41-44.
- [2] 张凤英, 黄安全. 软罐头保鲜米粉生产工艺的研究[J]. *食品工业科技*, 2001, 22(5): 30-31.
- [3] 何新益. 保鲜方便米粉的发酵和杀菌工艺的研究[J]. *粮食与食品工业*, 2005, 12(5): 23-26.
- [4] 鲁战会, 彭荷花, 李里特, 等. 常德发酵米粉中的微生物分离纯化与鉴定[J]. *中国粮油学报*, 2006, 21(3): 23-26.

符合现代消费者的饮用需求, 具有很好的市场开发前景。