

糖和硫酸根含量是决定其理化指标的主要因素。通过水煮工艺提取和酶解法提取的SPS理化指标比较,可以看出虽然酶解法从海藻中提取的SPS产率比水煮工艺提取的产率高,但该法得到的SPS理化指标较差,“多糖+硫酸根”含量比水煮工艺提取得到的含量要低10%~16%左右,所以该法是不可取的。

3 结 论

本工作从生产实际的角度出发,通过对两种工艺流程和不同粒度(20、40、60、80目)藻粉水煮法与酶提取法分别进行了分析对比,得到了SPS产率最大化的提取工艺条件。结果如下:从产率和理化指标总体上看,采用60目的海藻粒度和水煮工艺按流程二提取SPS为最佳方案,产率可以达到3.10%,理化指标“多糖+硫酸根”为54.00%;用酶解法虽然可提高SPS的产率,但由于得到的SPS理化指标较差,再加上酶的价格较贵,所以在SPS研制新药和进行工业生产的过程中是不可取的。该工艺的确定为大规模工业化生产提供了依据。

参考文献:

- [1] 张惠芬,樊健,李宝才,等.硫酸—蒽酮分光光度法测定SPS的方法学研究[J].昆明理工大学学报,2002,27(3):74-78.
- [2] 张彦民,李宝才,朱利平,等.多糖化学及其生物活性研究进展[J].昆明理工大学学报,2003,28(3):140-145.
- [3] 吴祖芳,翁佩芳,杨兆林.海带提取工艺的优选研究[J].广州食品工业科技,1996,12(4):24-26.
- [4] 余冬生,纪卫章.酶法提取香菇多糖[J].江苏食品与发酵,2001,(4):10-11.
- [5] 刘轲,王琪琳,吕辉,等.海带硫酸多糖的提取、纯化及其理化分析[J].中国生化药物杂志,2002,23(3):114-116.
- [6] 王维香,王关林,方宏筠.复合酶法提取裙带菜硫酸多糖的研究[J].食品科学,1999,20(11):26-29.
- [7] 张惠芬,李宝才,范家恒,等.盐酸水解-硫酸钡重量法测定硫酸酯化多糖硫酸基含量方法考察[J].食品科学,2002,28(5):107-111.
- [8] 李嘉蓉,郭丽冰,刘锁兰,等.天然药物化学实验[M].北京:中国科学技术出版社,2001.3-125.

臭豆腐菌种分离鉴定与酿造工艺研究

郭 华, 廖兴华, 周建平, 罗海波

(湖南农业大学食品科技学院, 湖南 长沙 410128)

摘 要: 从臭豆腐的发酵浸泡液中分离菌种, 获得了2个主要菌株, 依形态不同分为球菌和杆菌两大类, 分离纯化、鉴定后, 初步确定为奈瑟氏菌属(球菌)和环状芽孢杆菌属(杆菌)。在传统的臭豆腐制作工艺基础上, 对菌种, 发酵时间, 接种量, 培养温度, 碳源等影响臭豆腐风味的因素进行了研究, 从而确定了最佳的发酵条件: 菌液中杆菌与球菌之比为1:2, 接种量为4%, 添加1%米粉、0.5% NaCl, 30℃培养4~5d。在此条件下发酵制得的臭豆腐的风味与质量比较好。

关键词: 臭豆腐; 菌种; 分离纯化; 鉴定

Separating and Identifying Bacterial Strains of Fermented Bean Curd of Strong Odour and Research on Ferment Technology

GUO Hua, LIAO Xing-hua, ZHOU Jian-ping, LUO Hai-bo

(College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: By separating bacteria from the steep juice of fermented bean curd of strong odour (FBCSO), two bacterial species have acquired. They were classified into Coccus and Bacillus according to the morphology, and tentatively determined as Neisseria and Bacillus circulans by means of separate, purification and identification. Based on the traditional craft process

收稿日期: 2003-07-03

作者简介: 郭华(1956-), 女, 副教授, 主要从事食品营养和食品分析的教学与研究工作。

technology of FBCSO, this paper has studied the factors that affect the flavor of FBCSO. These factors are bacterial species, fermented time, inoculating amount, cultivate temperature and carbon source. The optimum fermented parameters have then been acquired. Namely, the ratio of the *Bacillus circulans* to *Neisseria* in the steep liquid was 1:2, the inoculating amount 4%, the additive amount of rice flour and table salt 1% and 0.5%, respectively, the optimum temperature 30°C and the cultural time 4~5 days. Under these conditions the FBCSO has shown good flavor and quality.

Key words: fermented bean curd of strong odour; bacterial strain; separate and purify; identification

中图分类号: Q93-334; TS201.57

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2004)04-0109-07

臭豆腐是我国著名的传统酿造食品,也是一种营养价值很高的食品,臭豆腐中蛋白质和氨基酸含量非常丰富,而且极易被人体所吸收,尤其是维生素 B_{12} 的含量居常见食品之冠,对老年痴呆症有良好的预防效果。油炸后的臭豆腐外焦里嫩,芳香四溢,受人喜爱。但目前市场上仍无大规模的工业化产品出售,而且传统产品生产周期较长,一般为15~20d。为了加速臭豆腐产品的工业化进程,必须筛选出合适的酿造臭豆腐的菌种,对其进行菌种鉴定,并且摸索出一套较好的臭豆腐生产工艺参数。为此,笔者做了一系列的试验,旨在为纯种发酵酿造臭豆腐和臭豆腐的工业化生产提供一定的依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料与仪器

1.1.1 原料 豆腐胚和大米,均购自湖南农业大学附近市场。

1.1.2 菌种来源

从市售臭豆腐的发酵浸泡液(俗称卤水)中分离出2个主要菌种,依其形态分别将杆菌编号为G,球菌编号为Q。用实验室提供的枯草芽孢杆菌K和从稻草中分离出的枯草芽孢杆菌 K_1 作对照试验。

1.1.3 试剂与培养基

牛肉膏蛋白胨培养基;结晶紫染色液;卢哥尔氏碘液;浓硫酸;95%乙醇;0.3%碘液;蕃红染色液;碱性复红染色液;石炭酸复红染色液;5%孔雀绿染色液;酒石酸钾钠;重铬酸钾;氢氧化钠;甲醛;硝酸银;百里酚酞指示剂;溴甲酚紫指示剂;酚红指示剂等。

1.1.4 仪器设备

生物显微镜;测微尺;722S分光光度计;培养皿;手提式灭菌锅;光照培养箱;恒温水箱;冰箱;超净工作台;酒精灯;药物天平;分析天平;滴定装置。

1.2 臭豆腐菌种分离与鉴定

1.2.1 菌种分离

用无菌操作方法吸取25ml臭豆腐的发酵浸泡液,放

入装有玻璃珠和225ml无菌生理盐水的锥形瓶中,振摇30min,使菌体充分分散,再用生理盐水依次稀释,从 10^{-1} 倍稀释至 10^{-10} 倍。然后用稀释平板涂布法和稀释平板划线法分离纯化菌种。

1.2.2 菌种形态特征观察^[1]

1.2.2.1 个体形态观察

用革兰氏染色法,取对数生长期的菌体制片,在 10×100 倍的显微镜(油镜)下观察,用测微尺随机测量20个菌体的大小,求出平均值。结果见表1。

1.2.2.2 液体培养特征

用试管($\phi 2\times 18$ cm)装15ml牛肉膏蛋白胨培养基,灭菌后分别接种所分离的G、Q两种菌,30°C培养2d后观察,结果见表1。

1.2.2.3 菌落特征观察

将G、Q两种菌分别接种在牛肉膏蛋白胨平板上,30°C培养24h,观察,结果见表2。

1.2.2.4 立柱穿刺生长特征

将G、Q分别穿刺接种在牛肉膏蛋白胨立柱上,30°C培养24h,观察,结果见表2。

1.2.3 菌种鉴定实验

1.2.3.1 按照文献^[2,3]所述方法对上述两种菌种进行鉴定,并以枯草芽孢杆菌K作对照,做生理生化试验如下:革兰氏染色、芽孢染色、伴孢晶体染色、鞭毛染色、过氧化氢酶、需氧性试验、乙酰甲基甲醇试验、碳水化合物产酸试验(包括从葡萄糖产气)、酪素水解、明胶液化、淀粉水解、酪氨酸水解、柠檬酸盐和丙二酸盐利用、苯丙氨酸脱氨试验、吲哚试验、Sabouraud葡萄糖培养基中生长情况观察试验、生长温度的测定、耐渗透压试验、芽孢形成试验、卵磷脂酶的测定、尿素酶试验、硝酸盐还原、从甘油产生二羟基丙酮试验、甘露醇产酸试验等,结果见表3。

1.2.4 毒理性试验

1.2.4.1 按照文献^[2,3]所述方法,取对数生长期的G、Q、K及蜡样芽孢杆菌、溶血性链球菌(采用枯草芽孢杆菌K和实验室提供的蜡状芽孢杆菌L、溶血性链球菌R

作对照)进行卵磷脂酶试验、硫化氢试验、尿素酶试验、硝酸盐还原试验、从甘油产生二羟基丙酮试验、甘露醇产酸试验和血琼脂平板试验。结果见表4。

1.3 臭豆腐酿造工艺条件研究

1.3.1 臭豆腐生产工艺流程

优质黄豆→豆腐胚→入缸→配卤水→接种(发酵)→油炸→配料→成品

1.3.1.1 豆腐胚制作 市售压干水的豆腐胚。

1.3.1.2 发酵液 无菌水、食盐、大米粉或淘米水。

1.3.1.3 接种发酵 接种后置恒温箱中发酵,观察并记录发酵结果。

1.3.1.4 油炸 将发酵好的臭豆腐胚置155℃左右的植物油中炸至外焦里嫩。

1.3.1.5 配料 用蒜汁,辣椒,香油,味精,食盐等做成佐料,浇在臭豆腐干上,拌匀后即得成品。

1.3.2 臭豆腐酿造工艺参数的选择

1.3.2.1 菌种、发酵温度、碳源与时间对臭豆腐品质的影响 根据前期试验和菌种的分离鉴定试验的结果,选用实验室提供的枯草芽孢杆菌(K),稻草中分离的枯草芽孢杆菌(K₁)以及从臭豆腐中分离出的杆菌与球菌(G+Q)为菌种,固定接种量为豆腐胚重的4%,发酵温度选用20、30、37、42℃,碳源选用米粉、淘米水,葡萄糖等进行臭豆腐发酵,并每天记录豆腐胚的发酵现象与风味,发酵结果见表5。

1.3.2.2 菌种配比与食盐添加量对臭豆腐品质的影响 采用杆菌与球菌(Q:G)之比为(1:2)、(1:1)、(2:1)的菌种配比,食盐浓度为0.5%、1%、2%的发酵液对豆腐胚接种发酵,观察其结果,发酵结果见表6。

1.3.3 臭豆腐半成品的质量检测

1.3.3.1 臭豆腐中水分含量的测定 按照常压烘箱干燥法^[9]测定。

1.3.3.2 臭豆腐中食盐含量的测定 按照硝酸银滴定^[9]法测定。

1.3.3.3 臭豆腐中氨态氮含量的测定 按照双指示剂甲醛^[9]滴定法测定。

1.3.3.4 臭豆腐中总酸含量的测定 按照酸碱中和滴定法^[9]测定。

1.3.3.5 臭豆腐中总糖含量的测定 按照铁氰化钾法^[9]测定。

1.3.3.6 臭豆腐中亚硝酸盐的测定 按照亚硝酸盐比色法^[9]测定。

以上实验结果见表7。

1.3.4 成品的质量检测

参照文献^[6]所述方法进行油炸臭豆腐成品的感官评价,评价结果见表8。

2 结果及分析

2.1 臭豆腐发酵浸泡液中菌种的分离纯化

2.1.1 臭豆腐菌种分离纯化结果 通过试验共分离出2个菌种,依形态不同分为球菌和杆菌,由于杆菌有极强的扩展性,故混在球菌中极难纯化。它们的特性分别为:

杆菌G产蛋白酶能力较弱,不能耐高糖渗透压,但能在较低温度(如10℃)下生长,且耐盐性较强,在7%食盐浓度下生长良好。

球菌Q产蛋白酶的能力极强,能在较低温度下生长,能在含60%蔗糖的豆芽汁琼脂培养基上生长,但耐盐性较弱,5%食盐浓度使大部分球菌的生长受到抑制。

2.1.2 液体培养特征结果

G培养基(液体)表面长有白膜,培养液呈混浊状态,呈培养基原有颜色,瓶底有沉淀物,无气泡产生。

Q培养基(液体)表面不长白膜,培养液呈混浊状态,呈培养基原有颜色,瓶底有沉淀物,无气泡产生。

2.2 菌体形态观察结果

表1 球菌和杆菌的个体形态

观测项目	杆菌 G	球菌 Q
菌体宽(μm)	0.5~0.8	0.4~0.6
菌体长(μm)	2~5	0.4~0.6
革兰氏反应	+	—
有无鞭毛	+	无
芽孢形状	椭圆形	无
芽孢在孢囊中位置	端生或中生	无
孢囊膨大与否	+	无
有无伴孢晶体	—	无

注: + 为阳性或有; — 为阴性或无。

2.3 菌落特征观察结果

表2 球菌和杆菌的菌落特征

观测项目	杆菌 G	球菌 Q
形状	根状扩散	圆形
表面特征	光滑	光滑
边缘	缺刻状	整齐
光学特性	不透明	不透明
颜色	浅黄色	白色
侧面菌落隆起程度	扩展	低凸状
质地	膜状	油脂状

2.4 菌种鉴定实验结果

表3 菌种鉴定实验结果表

生化反应与鉴定项目名称	菌种名称		
	K(B.subtilis)	杆菌 G	球菌 Q
菌体宽度>1.0 μm	—	—	—
芽孢圆形	—	—	无
孢囊膨大	—	+	无
伴孢晶体	—	—	无
过氧化氢酶	+	+	+
厌氧生长	—	—	—
V-P 反应	+	—	+
V-P 肉汤 pH<6	D	—	+
V-P 肉汤 pH>7	—	+	—
D- 葡萄糖产酸	+	+	+
L- 阿拉伯糖产酸	+	/	/
D- 木糖产酸	+	+	—
D- 甘露醇产酸	+	—	—
葡萄糖产气	—	+	+
酪素水解	+	+	+
明胶液化	+	—	—
淀粉水解	+	+	—
柠檬酸盐利用	—	+	—
丙二酸盐利用	—	—	—
酪氨酸分解	—	—	+
卵磷脂酶反应	—	—	—
硝酸盐还原	+	+	+
吲哚形成反应	—	—	—
二羟丙酮形成	—	+	—
苯丙氨酸脱氨	—	—	—
KCl 或 NaCl 需要	—	—	—
尿素或尿酸需要	—	—	—
耐渗透压 2% NaCl	+	+	+
耐渗透压 5% NaCl	+	+	+
耐渗透压 7% NaCl	+	+	—
耐渗透压 10% NaCl	+	—	—
耐渗透压 0.5% 蔗糖	+	+	+
耐渗透压 10% 蔗糖	+	+	+
耐渗透压 30% 蔗糖	+	—	+
耐渗透压 60% 蔗糖	—	—	+
pH6.8 肉汤	+	+	+
pH5.7 肉汤	+	+	+
生长温度 5℃	—	—	—
生长温度 10℃	D	+	+
生长温度 15℃	+	+	+
生长温度 30℃	+	+	+
生长温度 40℃	+	+	+
生长温度 50℃	D	—	—
生长温度 55℃	—	—	—
生长温度 65℃	—	—	—

注：— 菌株为阴性反应；+ 菌株为阳性反应；D 11%~89%的菌株是阳性反应；/ 未做。

从表3可以看出，G、Q两种菌都为好氧菌，能在低酸性环境下生长，且G、Q两种菌都能发酵葡萄糖产酸产气，能在较低的温度下生长，且都能耐较高的渗透压(Q能在60%的蔗糖豆芽汁培养基上生长，G在7%NaCl豆芽汁培养基上生长良好)。按照文献^{[2][7,8]}提供的鉴定依据和上述生理生化试验以及形态特征分析结果，可初步确定Q为奈瑟氏球菌属，G为环状芽孢杆菌属。

2.5 毒理性实验结果

表4 毒理性实验结果

毒理试验项目	K	G	Q	L	R
卵磷脂酶试验*	—	—	—	+	/
硫化氢试验	—	—	+	/	/
尿素酶试验*	—	—	—	/	/
硝酸盐还原试验*	+	+	+	/	/
利用甘油产生二羟丙酮试验*	—	+	—	/	/
D-甘露醇试验*	+	—	—	/	/
血琼脂平板试验	+	—	—	+	+

注：— 菌株为阴性；+ 菌株为阳性；/ 未做；* 既是毒理实验也是鉴定实验。

从表4的结果可以看出，用G、Q两种菌发酵生产臭豆腐基本上是安全的，虽然G、Q两种菌都有一定的将硝酸盐还原成亚硝酸盐的能力，Q还具有产硫化氢的能力，G具有利用甘油产生二羟丙酮的能力，但在一般情况下，豆腐胚中硝酸盐含量极微(见表7)，而硫化氢气体在臭豆腐油炸过程中已挥发掉了，再加上利用纯种发酵，大大缩短了发酵周期，极大地降低了这些有害物质的积累，因此G、Q两种菌用于臭豆腐生产是可行的。

2.6 菌种、发酵温度、碳源和时间对臭豆腐风味的影响

从上表可以看出，采用发酵温度为30℃、从臭豆腐发酵浸泡液中分离出的菌种、1%米粉为碳源、接种量为4%、发酵4~5d的条件所制得的臭豆腐风味较好。

2.7 碳源、菌种配比与食盐添加量对臭豆腐品质的影响

从上表可以看出，采用G与Q之比为1:2的配比、0.5% NaCl及1%米粉发酵所得臭豆腐质量较好，其风味较佳。

2.8 臭豆腐理化检测结果 见表7。

2.9 成品感官评价

根据表5和表6所确定的最佳发酵条件进行臭豆腐发酵，然后进行油炸臭豆腐产品的感官评定，并采用十分制评分。从上表可以看出，所得的臭豆腐成品除不具有传统的色泽外，其余各项结果都比较令人满意。

表5 菌种、发酵温度、碳源和时间对臭豆腐风味的影响

发酵温度(℃)	菌种名称	碳源名称	发酵时间(d)					
			1	2	3	4	5	6
20	K	清水	—	—	—	—	+	+
20	K	1% 米粉	—	—	—	+	+	++
20	K	淘米水	—	—	—	—	+	+
20	K ₁	清水	—	—	—	—	—	+
20	K ₁	1% 米粉	—	—	—	—	+	++
20	K ₁	淘米水	—	—	—	—	+	+
20	G+Q	清水	—	—	—	—	+	+
20	G+Q	1% 米粉	—	—	—	+	+	++
20	G+Q	淘米水	—	—	—	—	+	+
30	K	清水	—	—	—	+	+	++
30	K	1% 米粉	—	+	+	+	+	++
30	K	淘米水	—	—	+	+	+	++
30	K ₁	清水	—	—	—	—	+	+
30	K ₁	1% 米粉	—	—	—	+	+	+
30	K ₁	淘米水	—	+	+	+	+	+
30	G+Q	清水	+	+	++	++	/	/
30	G+Q	1% 米粉	+	+	++	+++	+++	/
30	G+Q	淘米水	+	+	++	+++	++	/
37	K	清水	—	—	+	+	+	++
37	K	1% 米粉	—	—	+	++	++	++
37	K	淘米水	—	—	+	++	++	++
37	K ₁	清水	—	—	—	—	+	+
37	K ₁	1% 米粉	—	—	—	—	+	+
37	K ₁	淘米水	—	—	—	—	+	+
37	G+Q	清水	+	+	++	++	+	+
37	G+Q	1% 米粉	+	+	++	+++	++	+
37	G+Q	淘米水	+	+	++	+++	++	+
42	K	清水	—	—	—	—	+	+
42	K	1% 米粉	—	—	—	+	++	++
42	K	淘米水	—	—	—	+	++	++
42	K ₁	清水	—	—	—	—	+	+
42	K ₁	1% 米粉	—	—	—	+	+	++
42	K ₁	淘米水	—	—	—	—	+	+
42	G+Q	清水	+	+	+	++	++	+
42	G+Q	1% 米粉	+	+	++	+++	++	+
42	G+Q	淘米水	+	+	++	+++	++	+
30	G+Q	4% 葡萄糖	—	—	—	—	+	+
30	K	4% 葡萄糖	—	—	—	—	—	—
37	K ₁	4% 葡萄糖	—	—	—	—	—	—
42	G+Q	4% 葡萄糖	+	+	++	++	/	/

注：—代表风味差；+代表风味较好；++代表风味好；+++代表风味很好；/代表未做此试验。

表6 碳源、菌种配比与食盐添加量对臭豆腐品质的影响

碳源	食盐	菌种	24h	48h	72h	96h	120h	144h
葡萄糖	0.5%NaCl	K	—	—	—	—	+	+
	1%NaCl	K	—	—	—	—	—	+
	2%NaCl	K	—	—	—	—	—	—
	0.5%NaCl	1:2	—	—	—	—	+	++
	1%NaCl	1:2	—	—	—	—	+	+
	2%NaCl	1:2	—	—	—	—	—	+
	0.5%NaCl	1:1	—	—	—	—	+	+
	1%NaCl	1:1	—	—	—	—	—	+
	2%NaCl	1:1	—	—	—	—	—	—
	0.5%NaCl	2:1	—	—	—	—	+	+
	1%NaCl	2:1	—	—	—	—	—	+
	2%NaCl	2:1	—	—	—	—	—	—
1% 米粉	0.5%NaCl	K	—	—	+	+	+	++
	1%NaCl	K	—	—	—	+	+	+
	2%NaCl	K	—	—	—	—	+	+
	0.5%NaCl	1:2	—	+	++	+++	+++	+++
	1%NaCl	1:2	—	+	+	++	++	+++
	2%NaCl	1:2	—	—	+	+	++	+++
	0.5%NaCl	1:1	—	+	+	++	++	++
	1%NaCl	1:1	—	—	+	+	++	++
	2%NaCl	1:1	—	—	—	—	+	++
	0.5%NaCl	2:1	—	+	+	++	++	++
	1%NaCl	2:1	—	—	+	++	++	++
	2%NaCl	2:1	—	—	—	+	+	++
淘米水	0.5%NaCl	K	—	—	+	+	+	++
	1%NaCl	K	—	—	—	+	+	++
	2%NaCl	K	—	—	—	—	—	+
	0.5%NaCl	1:2	—	+	++	++	++	++
	1%NaCl	1:2	—	—	—	+	++	++
	2%NaCl	1:2	—	—	—	—	+	++
	0.5%NaCl	1:1	—	+	+	+	++	++
	1%NaCl	1:1	—	—	—	+	+	++
	2%NaCl	1:1	—	—	—	—	—	++
	0.5%NaCl	2:1	—	+	+	+	++	++
	1%NaCl	2:1	—	—	+	+	++	++
	2%NaCl	2:1	—	—	—	—	+	+

注：— 代表风味差；+ 代表风味较好；++ 代表风味好；+++ 代表风味很好；CK 枯草芽孢杆菌；表中比例为 Q 与 G 之比。（表中好与差是经过感官评价及品评所得综合结果）。

表8 油炸臭豆腐感官评价

项目	结果	A	B	C	D	E	平均
色泽	表面呈棕黄色，里面为白色	7.5	8	7	7.5	8	7.7
气味	具有臭豆腐特有的风味，无异味	8	8.5	9	8.5	9.5	8.7
外形	块形整齐，厚薄均匀	8	9	7.5	8.5	9	8.4
口感	口感细腻，滋味鲜美	9	8.5	9	8.5	8.5	8.7

表7 臭豆腐理化检测结果

样品名称	水分 (%)	氨基酸 态氮(%)	总糖 (%)	食盐 (%)	总酸 (%)	NO ₂ ⁻ (×10 ⁻⁶)
豆腐胚	63.4	0.058	5.64	—	0.075	—
臭豆腐胚	67.9	0.91	3.43	0.27	0.69	—

注：—未检出。

3 小结与讨论

3.1 经过对 G、Q 两种菌株形态的观察和各种生理生化性能测试, 结果表明利用上述两个菌种酿制臭豆腐是可行的, 虽然 G、Q 两种菌都有一定的将硝酸盐还原成亚硝酸盐的能力, Q 还具有产硫化氢的能力, 但豆腐胚中硝酸盐含量极微, 而硫化氢气体在臭豆腐油炸过程中可挥发掉。

3.2 本工艺具有投资省, 工序简单易行, 酿造时间短等特点, 而且分离得到的菌种具有良好的性能, 其蛋白酶活力很高, 因此很有发展前途。

3.3 采用球菌与杆菌之比为 2:1 的菌液, 接种量为 4%, 加 1% 米粉, 0.5% NaCl, 30℃ 培养 4~5d 发酵制得的臭豆腐质量比较好。但最佳的发酵温度、发酵时间、碳源、菌种配比以及其他因素对臭豆腐质量的影响还有待进一步研究。

3.4 根据资料^[10]表明臭味的产生是由于豆腐胚在腌制过程中, 其蛋白质中的含硫氨基酸被微生物酶分解产生硫化氢所致, 而本实验的结果也表明 Q 菌种有产硫化氢的

能力。臭豆腐的颜色是由于微生物分解豆腐胚中的蛋白质产生的氨基酸与豆腐胚中的糖类及浸泡液中的苦浆水、盐水在微生物产生的酶的催化作用下发生一系列的生化反应的结果, 其反应机理非常复杂, 因此, 要制作风味和色泽具佳的臭豆腐, 尚需进一步研究其臭味和色泽产生的机理。

参考文献:

- [1] 无锡轻工业学院. 微生物学[M]. 北京: 轻工业出版社, 1990. 5.
- [2] 宋大新, 等. 微生物学实验教程[M]. 上海: 复旦大学出版社第一版, 1993. 12.
- [3] 苏世彦. 食品微生物检验手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998. 10.
- [4] 张水华, 等. 调味品生产工艺[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2000. 1.
- [5] 王淑淳. 食品卫生检验技术[M]. 北京: 化工出版社, 1988.
- [6] 国家标准局. 食品卫生检验方法[M]. 北京: 国家标准出版社, 1987. 7. GB4789. 1-4789. 28-84.
- [7] 周德庆. 微生物学教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993. 5.
- [8] Williams, Wilkins. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology[M]. Volume 1, USA, 1984.
- [9] 黄伟坤, 等. 食品检验与分析[M]. 北京: 轻工业出版社, 1989. 1.
- [10] 王福源. 现代食品发酵技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.

淀粉酶和糖化酶在冷冻食品中的应用研究

刘爱国, 陈庆森, 祁 兵, 林桂兰
(天津商学院食品工程系, 天津 300134)

摘 要: 本实验采用 α -淀粉酶对冷食品中的淀粉进行水解, 淀粉经 α -淀粉酶液化水解生成糊精和一些还原糖, 并用糖化酶糖化使其生成葡萄糖。由于葡萄糖的增加降低了浆料的冰点, 使冷食品组织状态更加完善。同时由于改变淀粉的分子结构, 可以防止淀粉老化返生, 消除淀粉味感; 增加淀粉的用量, 降低白砂糖, 奶粉, 奶油的用量, 从而降低产品的生产成本。

关键词: 冷食品; 淀粉; 糖化酶; 水解; DE 值

收稿日期: 2003-11-03

作者简介: 刘爱国(1964-), 男, 副教授, 研究方向为食品工程。