

# 豆渣酱制曲工艺条件优化\*

刘晓庆<sup>1</sup>,殷丽君<sup>1</sup>,鲁 绯<sup>2</sup>,王夫杰<sup>2</sup>,张 建<sup>2</sup>,许了一<sup>1</sup>,李里特<sup>1</sup>,程永强<sup>1</sup>

1(中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京,100083) 2(北京市食品酿造研究所,北京,100050)

**摘 要** 在制酱工艺中,利用豆渣代替黄豆和豆粕生产酱产品,并通过单因素实验和正交实验确定了优化的制曲条件:湿豆渣和干面粉质量比7:4,高压蒸煮30 min,接种酱油曲精0.05%,制曲室中培养36 h。按照此条件制得的豆渣酱与传统豆酱风味和口感相差不大。实验结果表明,采用豆酱工艺生产豆渣酱为豆渣的有效利用开辟了新的途径。

**关键词** 豆渣,豆酱,蛋白酶,淀粉酶

豆酱是我国的传统发酵大豆制品之一,传统老醋酱是以大豆、面粉为原料,制成酱曲,加入盐水在室外大缸中发酵,日晒夜露,经过一年发酵制成黄酱<sup>[1]</sup>。

随着科学技术的发展,人们认为大豆内的油脂对酿造豆酱作用不大,为了合理利用粮油资源,节约油脂,目前我国大部分酿造厂已普遍采用提取豆油后的大豆饼粕作为主要的蛋白质原料。董丽<sup>[2]</sup>利用豆饼生产大酱,其产品氨基酸含量能达到1.3~1.4g/100 mL,口味鲜美,酱香浓郁,外观呈酱黄色,有光泽。

豆渣是豆制品生产中的副产品,约占全豆的15%~20%<sup>[3]</sup>,富含膳食纤维、异黄酮、B族维生素以及钙、铁、锌、钾、镁等多种微量维生素,是典型的低热能高植物蛋白的食品资源,更是一种很重要的天然膳食纤维资源。

据鲁绯等研究发现,豆渣在微生物的作用下口感变细腻,豆腥味消除,食用性能得到改善<sup>[4]</sup>。因大豆在经机械磨浆过程中其外皮纤维及大豆颗粒结构被破坏,豆渣可能比较适合于生产酱产品。基于上述情况,本文尝试利用豆渣制取豆渣酱,并对其生产过程中的制曲工艺进行了优化。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 主要实验材料及试剂

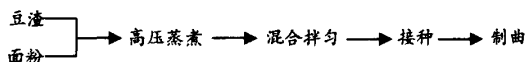
豆渣:由王致和食品集团有限公司王致和腐乳厂提供。面粉:市售标准粉。菌种:酱油曲精,由北京市食品酿造研究所菌种站提供。食盐:市售优质原料。试剂:均为分析级。

### 1.2 实验仪器与设备

SR8001 电子天平,UVmini-1240 紫外可见分光光度计, LTI-601SD 恒温恒湿培养箱, YMQ. L31. 400 高压灭菌锅、HH. SY21-Ni4C 恒温水浴锅。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 制曲流程及其操作说明



豆渣和面粉经121℃高压灭菌,放置制曲室内混合拌匀,冷却至40℃左右接种酱油曲精,平铺在各曲盘中1~2 cm厚,进行发酵。制曲整个过程在制曲室内完成,室温保持在30℃,相对湿度维持在88%左右,及时翻曲,以调节温度和湿度,控制品温不超过36℃。

#### 1.3.2 单因素实验

通过观察以及检测发酵过程中蛋白酶活力和淀粉酶活力,研究湿豆渣与干面粉质量比、高压蒸煮时间、接种量、培养时间等因素对曲精生长和豆渣曲品质的影响。

#### 1.3.3 正交实验

通过以上单因素实验,确定影响制曲发酵的4个因素及相应水平,以蛋白酶活力、 $\alpha$ -淀粉酶活力为指标,设计正交试验来确定制曲发酵的最优条件。试验设计见表1。

第一作者:硕士研究生(程永强副教授为通讯作者)。

\* 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD27B09)

收稿日期:2008-01-28

表 1 正交实验因素水平表

水 平	(A) 湿豆渣与干 面粉质量比	(B) 高压蒸煮时间 /min	(C) 接种量 /%	(D) 发酵时间 /h
1	6:4	15	0.03	24
2	7:4	20	0.04	30
3	8:4	30	0.05	36

### 1.3.4 蛋白酶活力测定

分光光度法<sup>[5]</sup>。

$\alpha$ -淀粉酶活力测定:斐林试剂法<sup>[6,7]</sup>。

氨基酸态氮含量:GB/T5009.39-2003。

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 湿豆渣与干面粉质量比对豆渣曲品质的影响

豆渣和面粉的质量比是影响制曲的一个重要因素,它们在曲精中多种微生物共同作用下,被分解形成豆渣酱中所含的营养成分。实验中,采用不同的豆渣和面粉配比,在制曲室中发酵 36 h,分别检测其蛋白酶活力和淀粉酶活力,结果如图 1 和图 2 所示。

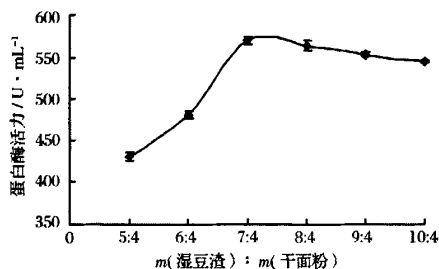


图 1 湿豆渣和干面粉质量比对蛋白酶活力的影响

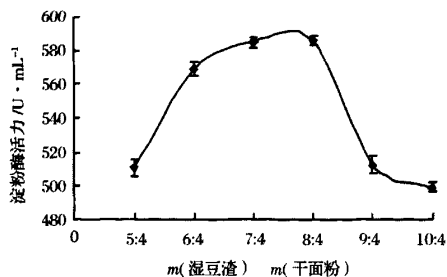


图 2 湿豆渣和干面粉质量比对淀粉酶活力的影响

豆渣中蛋白质依靠微生物蛋白酶的催化作用水解生成氨基酸,这是豆渣酯鲜味的主要来源及部分色素的生成基础。面粉在米曲霉分泌的淀粉的作用下转化为糖类,面粉的多少决定生成糖分的多少。糖分的一部分在豆渣酱中保持了风味,另一部分被酵母菌用来进行酒精发酵,还有一部分由各种细菌发酵为有机酸,作为豆渣酱中色、香、味的基础。所生成的酒

精,一部分被氧化成有机酸类,另一部分挥发散失,还有一部分与氨基酸及有机酸等合成酯,有微量残留在酱酯,给豆渣酱增添了特有的香气,适量的有机酸存在于豆渣酱中,是增加其风味的有效成分。若面粉过多,最终生成的有机酸含量就会过多,这样会使豆渣酱酸败,从而影响蛋白酶和淀粉的分解作用,使产品质量降低。

由图 1 和图 2 可以看出,当湿豆渣和干面粉质量比为 7:4 时,蛋白酶活力最高;8:4 时,淀粉酶活力最高。

### 2.2 高压蒸煮时间对豆渣曲品质的影响

豆渣蒸煮程度要适当,在含水量一定的条件下,蒸料时间需确定为一个科学值。如果蒸料时间短,豆渣未熟,有未变性蛋白质存在。反之,蒸料时间过长,豆渣中蛋白质过度变性。未变性和过度变性的蛋白质都不能被蛋白酶所分解,导致出品率降低,也使豆酱的质量低劣。实验中采取不同的高压蒸煮时间蒸煮湿豆渣,然后与干面粉配成比为 7:4 的混合物料,接种 0.05% 的曲精,在制曲室中培养 36 h,然后分别检测蛋白酶活力,其结果如图 3 所示。

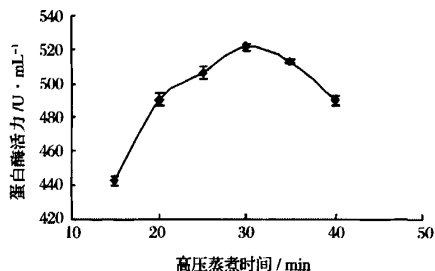


图 3 高压蒸煮时间对蛋白酶活力的影响

从图 3 看出,随着蒸煮时间的延长,豆渣中蛋白含量增大,相应的蛋白酶活力增强,蒸煮 30 min 时蛋白酶活力显著高于其他蒸煮时间,当蒸煮时间超过 30 min,由于蛋白过度变性,蛋白酶活力有所下降。另外考虑到实际生产中的能耗和效率问题,故高压蒸煮 30 min 是实验比较理想的选择。

### 2.3 接种量对豆渣曲品质的影响

豆酱的生产是利用微生物分泌的各种酶的生理作用,在适宜的条件下,使原料中的成分进行一系列的生物化学变化,其中包括大分子物质的分解和新物质的生成<sup>[8]</sup>。而影响豆渣酱中蛋白质的主要因素是曲精中蛋白酶的活力,尤其是碱性蛋白酶<sup>[9]</sup>。本实验所用的曲精中含有米曲霉、酱油曲霉等多种微生物,一般用量为物料质量的 0.02%~0.05%,随着接种

量的增多,分解豆渣产生蛋白酶活的能力越强,结果如图4所示。

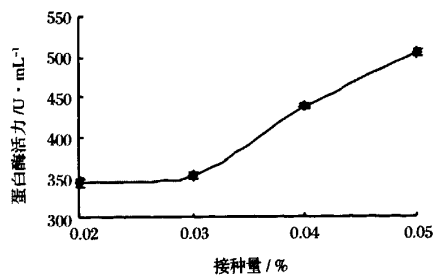


图4 接种量对蛋白酶活力的影响

2.4 培养时间对豆渣曲品质的影响

实验中测定了不同培养时间下豆渣曲的蛋白酶活力和淀粉酶活力,其结果见图5和图6。

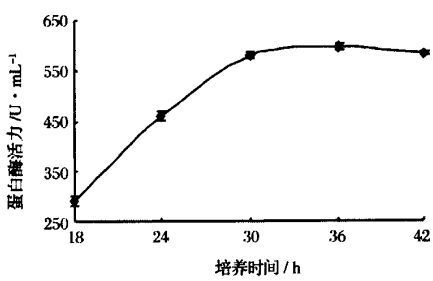


图5 培养时间对蛋白酶活力的影响

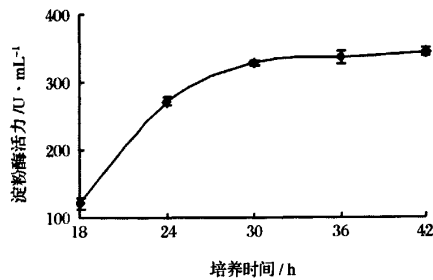


图6 高压蒸煮时间对蛋白酶活力的影响

当培养时间在30 h以内时,随着发酵时间的增长,豆渣曲产蛋白酶和淀粉酶的能力都呈现上升的趋势;超过30 h,淀粉酶活力增长缓慢,微生物作用物料分解蛋白能力下降,蛋白酶活力甚至在36 h开始呈现下降的趋势。

2.5 制曲条件的优化

在单因素实验基础上,以蛋白酶活力、α-淀粉酶活力为指标,通过正交试验确定制曲发酵的优化条件,结果见表2。

通过极差分析,得到各因素水平的优组合:对于蛋白酶活力来说为 C<sub>3</sub>D<sub>3</sub>A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>,对淀粉酶来说为

D<sub>3</sub>A<sub>1</sub>C<sub>3</sub>B<sub>3</sub>。这2个指标均以C<sub>3</sub>D<sub>3</sub>B<sub>3</sub>为最佳水平,而对于A因素,1水平和2水平的淀粉酶活力差别不大,而2水平中豆渣的利用量相比1水平要高,考虑到资源利用问题,故选择A<sub>2</sub>,依上述综合平衡分析的结果,得到最优制曲方案为:C<sub>3</sub>D<sub>3</sub>A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>,即接种量为物料总质量的0.05%,发酵时间为36 h,湿豆渣和干面粉的质量比为7:4,物料经高压蒸煮30 min。

表2 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交实验结果

实验号	A	B	C	D	蛋白酶活力 /U · mL <sup>-1</sup>		α-淀粉酶活力 /U · mL <sup>-1</sup>	
1	1	1	1	1	359.45		58.53	
2	1	2	2	2	441.05		205.37	
3	1	3	3	3	424.23		521.63	
4	2	1	2	3	465.55		583.39	
5	2	2	3	1	510.53		49.46	
6	2	3	1	2	511.25		184.02	
7	3	1	3	2	606.83		179.93	
8	3	2	1	3	578.60		512.50	
9	3	3	2	1	434.64		34.97	
K <sub>11</sub>					1379.10	1477.53	21304.62	
蛋 K <sub>12</sub>					1487.33	1375.81	1386.94	1513.43
白 K <sub>13</sub>					1465.70	1478.79	1695.96	1514.08
酶 X <sub>11</sub>					459.70	492.51	416.41	434.87
活 X <sub>12</sub>					495.78	458.60	462.31	504.48
X <sub>13</sub>					488.57	492.93	565.32	504.69
R <sub>1</sub>					36.08	34.33	148.91	69.82
K <sub>21</sub>					847.29	760.09	755.05	142.96
淀 K <sub>22</sub>					755.11	767.33	761.97	569.32
粉 K <sub>23</sub>					727.40	802.38	812.78	1617.52
酶 X <sub>21</sub>					282.43	253.36	251.68	47.65
活 X <sub>22</sub>					251.70	255.78	253.99	189.77
X <sub>23</sub>					242.47	267.46	270.93	539.17
R <sub>2</sub>					39.96	14.10	19.24	491.52

另外,经SAS统计分析验证,得到回归方程的系数R<sup>2</sup>=0.95,所以回归方程的显著性较高(P<0.05),实验结果具有显著性差异。

2.6 制曲过程中豆渣的感官变化

豆渣发酵过程中感官形态发生了显著变化,见表3。

表3 发酵前后豆渣感官变化

样品	颜色	口感	形态	气味
未发酵前	淡黄色	有渣滓感,	散状,有一定黏度	豆腥味
		有豆皮		
18 h	无变化	稍干,其余	物料水分减少,黏度降低	淡淡豆腥味
24 h	淡黄绿色	无变化	物料结块,有少数	淡淡的
30 h	黄绿色	渣滓感减轻	孢子	霉香味
		很轻的渣滓感	结满孢子,有弹性	霉香味

经曲精发酵后的豆渣曲,由原来的散落状态结合

成块状,富有弹性;物料表层布满黄绿色的孢子;口感变细腻;豆腥味去除,有霉香味;其中氨基酸态氮含量可以达到0.85%,高于国标0.6%。

### 3 结 论

通过单因素实验和正交实验,以蛋白酶活和淀粉酶活为指标,确定了制作豆渣酱最优的制曲条件:湿豆渣和干面粉重量比7:4,高压蒸煮30 min,接种酱油曲精0.05%,制曲室中培养36 h。将按照此条件制得的豆渣酱继续进行后酵,最终产品与传统豆酱风味和口感相差不大,实验结果表明生产豆渣酱为豆渣的有效利用开辟了新的途径。

### 参 考 文 献

1 李海梅,马 莺. 黄豆酱的生产现状及发展方向[J]. 中国

调味品,2004,(10):8~12

2 董 丽. 豆饼生产大酱[J]. 中国调味品,1997(8)

3 高金燕. 豆渣的营养与药用价值[J]. 营养保健,2003(11):49~50

4 鲁 绯,王夫杰,张 建,等. 毛霉固态发酵豆渣条件的研究[J]. 中国酿造,2007,(9):4~8

5 姜锡瑞,段 刚. 新编酶制剂实用技术手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,2002

6 赵亚华,高向阳. 生物化学实验技术教程[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002

7 Bernfeld, P. Meth Enzymol [M], New York: Academic Press Inc,1955(1). 149

8 贡汉坤,魏福华,徐大好. 豆酱曲霉及产酶特性[J]. 农产品加工,2007(9):21~23

9 福崎幸藏(宋刚等译). 中小型酱油厂实用技术[M]. 北京:轻工出版社,1990. 141~161

## Study on the Fermentation Conditions of Okara Sauce

Liu Xiaoqing<sup>1</sup>, Yin Lijun<sup>1</sup>, Lu Fei<sup>2</sup>, Wang Fujie<sup>2</sup>, Zhang Jian<sup>2</sup>, Xu Liaoyi<sup>1</sup>,

Li Lite<sup>1</sup>, Cheng Yongqiang<sup>1</sup>

1(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

2(Beijing Food Brewing Institute, Beijing 100050, China)

**ABSTRACT** The production method of soy sauce using okara instead of soybean and bean dregs was studied in this paper. Solid state fermentation conditions of okara and flour were investigated through single factor experiment and orthogonal experiments. The results indicated the optimal conditions were: the weight ratio between wet okara and dry flour was 7:4, braizing 30 min at high pressure, inoculated 0.05% microorganism and cultivated for 36 hours. Under this condition, the flavor of okara sauce showed less significant difference in flavor comparing with the traditional soy sauce. This technique could provide a new way for using okara.

**Key words** okara, soy sauce, proteinase, amylase

会  
讯

### 第五届中俄蒙科技展暨高新技术产品交易会将举行

第五届中俄蒙科技展暨高新技术产品交易会将于2008年9月25~28日在满洲里国际会展中心举行。

国家科技部、国家知识产权局及中科院与内蒙古自治区人民政府在2008年第五届中俄蒙高新技术交易会上首次开辟了“高校科研院所科技成果展示洽谈区”,为高校科研院所和企业之间搭建平台,以实现科技成果的迅速转化。为进一步落实“十一五”科学发展观,提高自主创新能力,巩固并扩大上届高校(院)所科技成果展示创新成果,加大科技成果的推广力度,更好地服务于参展企业、专业观众和高校科研院所。

第五届中俄蒙科技展暨高新技术产品交易会,将进一步加强和促进与会参展单位的项目对接,努力营造良好的合作环境,为中俄双方参展单位搭建务实有效的交流和合作平台。

报名咨询电话/传真:010-88477483;联系人:王超;E-mail:88477483@163.com。网站1:<http://www.gkjhz.com>(中俄蒙高科技展会网);网站2:<http://www.crcmzl.com>(中俄科技合作网);网站3:<http://www.ccie.org.cn>(中国企业创新服务网)。