

固载纳豆菌发酵鹰嘴豆产品的感官评价

金爽¹, 谭金燕¹, 白秀云², 吕晨¹, 夏欣欣³, 付玉杰³

(1. 黑龙江中医药大学 北药基础与应用研究省部共建重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150040;
2. 黑龙江省中医药科学院, 黑龙江 哈尔滨 150036; 3. 东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:以鹰嘴豆为原料,通过正交实验结合感官评价方法研究固载纳豆菌发酵鹰嘴豆的最佳制作工艺,并将固载纳豆菌发酵鹰嘴豆与固载发酵大豆进行感官评价对比。结果表明,固载纳豆菌发酵鹰嘴豆的最佳条件为:发酵时间 36 h、发酵温度 38 ℃、接菌量 0.6 g/g、料液比 1:10 g/mL。通过比较固载纳豆菌发酵鹰嘴豆和发酵大豆的感官评价得出:发酵鹰嘴豆质地、气味等方面均优于发酵大豆。为鹰嘴豆的开发利用提供了新途径。

关键词:鹰嘴豆;大豆;固载微生物技术;感官评价

中图分类号:TQ 920.6 文献标识码:A 文章编号:1007-7561(2016)04-0086-04

Sensory evaluation of chickpea fermented by immobilized *bacillus natto*

JIN Shuang¹, TAN Jin-yan¹, BAI Xiu-yun², LV Chen¹, XIA Xin-xin³, FU Yu-jie³

(1. Joint Key Laboratory of Basic Science and Application of North Traditional Chinese Medicine of Province and Ministry of Education, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang 150040;
2. Heilongjiang Academy of Chinese Medical Sciences, Harbin Heilongjiang 150036;
3. Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang 150040)

Abstract: Using the chickpeas as the raw material, the optimal processing technology of chickpeas fermented by immobilized *bacillus natto* (natto-chickpea) was studied by the orthogonal experiments combined with sensory evaluation. The sensory evaluation of natto-chickpea was compared to that of soybean fermented by immobilized *bacillus natto* (natto-soybean). The results showed that the optimal fermentation conditions for natto-chickpea were: fermentation time 36 h, fermentation temperature 38 ℃, inoculum concentration 0.6 g/g and ratio of solid to liquid 1:10 g/mL. According to the result of the sensory evaluation, the natto-chickpea had higher sensory scores than natto-soybean in texture and odor. It provided a new way for the development and utilization of the chickpea.

Key words: chickpea; soybean; immobilized microorganism technology; sensory evaluation

鹰嘴豆为豆科草本植物,民间也称为鸡豆、脑豆子、桃豆等,是印度和巴基斯坦的重要蔬菜之一,也是维吾尔医常用的中药材,在维吾尔族应用较为广泛。因其外形奇特,尖如鹰嘴,故称此名。其功效主

要为补中益气、温肾壮阳,并且经常食用还有润肺止咳、养颜、健胃等功效^[1-2]。鹰嘴豆是世界第二大消费豆类,产量居世界豆类第三,是目前世界上栽培面积较广的食用豆类作物之一。鹰嘴豆富含人体所需要的多种氨基酸、膳食纤维、多种矿物质和维生素,被誉为“营养之花,豆中之王”,因此,鹰嘴豆及其制品已成为一种新型粮谷营养健康食品^[3]。

纳豆是大豆经过纳豆芽孢杆菌发酵后制成,是

收稿日期:2015-10-23

基金项目:国家自然科学基金面上项目(31270618);黑龙江省博士后资助项目(LBH-Z15206);哈尔滨市科技局应用技术研究与开发项目(2015RQQXJ044);黑龙江中医药大学科研基金(2014bs07);中国博士后基金资助项(2016M591567)

作者简介:金爽,1984年出生,女,博士。

日本的传统保健食品。大量研究表明,纳豆具有多种药理保健功能,经常食用可起到强身健体、预防疾病的作用^[4]。然而纳豆表面覆有一层粘性物质,挑起时有拉丝现象,并且纳豆具有一种特殊的臭味,大多数人在初食时都难以接受。目前市场上急需一种既能保持纳豆原有保健特点,又能摆脱纳豆拉丝及臭味感官不适等问题的产品。经前期研究发现鹰嘴豆经纳豆枯草杆菌发酵后,具有比传统纳豆氨味低、拉丝现象少、口感好、纳豆激酶活性高等优点^[5]。

固载微生物技术是将特选的微生物固定在选证的载体上,使其高度密集并保持生物活性,在适宜条件下能够快速、大量增殖的生物技术^[6]。目前,固载微生物技术已在医药、食品、环保等多个领域得到了广泛应用。由于鹰嘴豆的营养及功效都显著优于大豆,本实验在纳豆菌发酵大豆的基础上,选用鹰嘴豆为原材料进行发酵,并将固载微生物技术应用于发酵过程中,对鹰嘴豆发酵得到的纳豆产品进行了全方位的感官评价,并与以大豆为原料生产的纳豆进行比较,为发酵鹰嘴豆的进一步开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料与仪器

鹰嘴豆购自甘肃;纳豆菌购自中国微生物菌种保藏中心(CICC 21927);其他试剂均为市售分析纯。

BPH-9162 精密恒温培养箱,上海一恒科学仪器有限公司;HZQ-C 空气浴振荡器,哈尔滨市东联电子技术开发有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 菌液的制备

向纳豆菌斜面试管中注入 20 mL 无菌水,用接种环将菌种轻轻刮下,混合均匀以备用。

1.2.2 固载菌球的制备

在室温下将均匀的纳豆菌液与 7% (w/v) 固载基质海藻酸钠混合后滴入到 2.5% (w/v) 氯化钙溶液中,边滴边迅速搅拌,制成直径为 5 mm 的菌球,形成完好的菌球后静置 2 h,用无菌水冲洗 3 次得到固载菌球。

1.2.3 固载纳豆菌发酵鹰嘴豆工艺流程

鹰嘴豆→筛选、清洗→浸泡→分装入三角瓶→高温高压灭菌蒸煮→冷却→接固载纳豆菌→摇床恒温培养→后熟→发酵鹰嘴豆。

1.2.4 单因素实验

1.2.4.1 发酵时间对发酵鹰嘴豆品质的影响

设置鹰嘴豆的发酵时间分别为 12、24、36、48、60、72 h,进行单因素实验。

1.2.4.2 发酵温度对发酵鹰嘴豆品质的影响

设置鹰嘴豆的发酵温度分别为 30、32、34、36、38、40、42 °C,进行单因素实验。

1.2.4.3 接菌量对发酵鹰嘴豆品质的影响

设置鹰嘴豆发酵时的接菌量分别为 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 g/g,进行单因素实验。

1.2.4.4 料液比对发酵鹰嘴豆品质的影响

设置鹰嘴豆发酵过程中料液比分别为 1:5、1:8、1:10、1:15、1:20、1:25 g/mL,进行单因素实验。

1.2.5 正交实验

在单因素实验基础上,优选出最适宜的发酵条件范围,以发酵时间(A)、发酵温度(B)、接菌量(C)和料液比(D)作为自变量,进行 4 因素 3 水平的正交实验,确定固载纳豆菌发酵鹰嘴豆的最佳条件。

1.2.6 感官评价

1.2.6.1 鹰嘴豆不同发酵条件下产品的感官评价

感官评价小组由 15 人组成(8 位男性,7 位女性),年龄均在 22 岁至 55 岁之间。发酵鹰嘴豆制备后的第二天开始进行评价工作,评价小组在安静宽阔、阳光充足、通风良好的环境中进行感官评价。样品统一盛装容器,随机编码,随机取样。要求评价小组成员评价前 12 h 内不得饮酒,不得食用刺激性食物,评定过程中禁止相互讨论,以 10 min 为时间间隔,评定完每份样品后以清水漱口。评价特征描述见表 1。

表 1 感官评价标准

指标	评价标准	等级
色泽	金黄色,有明显光泽	优
	黄色,有光泽	良
	暗黄色,光泽不明显	中
	暗褐色,无光泽	差

续表		
指标	评价标准	等级
气味	具有纳豆制品特有香味,略带氨味	优
	略带氨味	良
	带氨味,有异味	中
	强烈氨味	差
拉丝	细长黏丝	优
	较少黏细丝	良
	粗壮黏丝	中
	结块黏丝	差
口感	酥软、湿滑	优
	较酥、湿润	良
	较酥、较干	中
	不酥、较干	差

1.2.6.2 固载纳豆菌发酵鹰嘴豆与发酵大豆的感官评价比较

在正交实验优选出的最佳发酵条件下制备发酵鹰嘴豆,并在相同条件下以大豆为原料制备纳豆,用九点标度测试感官评价方法^[7](9 = 非常喜爱~1 = 非常厌恶)对固载纳豆菌发酵鹰嘴豆和大豆所得到的纳豆产品的外观、质地、气味等方面进行评价,评价结果以15位评价小组成员给出分数的均分形式表示。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果

发酵时间、发酵温度、接菌量和料液比4个单因素实验的感官评价结果见表2~表5。由结果可知,在发酵时间36~60 h、发酵温度36~40℃、接菌量0.4~0.8 g/g、料液比1:8~1:15 g/mL范围内发酵鹰嘴豆的品质评价较好,故选择此范围进行正交实验。

表2 发酵时间对鹰嘴豆发酵产品品质的影响

发酵时间/h	评价等级
12	中
24	中
36	良
48	优
60	良
72	差

表3 发酵温度对鹰嘴豆发酵产品品质的影响

发酵温度/℃	评价等级
30	差
32	中
34	中
36	良
38	优
40	良
42	中

表4 接菌量对鹰嘴豆发酵产品品质的影响

接菌量/(g/g)	评价等级
0.2	中
0.4	良
0.6	优
0.8	良
1.0	良
1.2	差

表5 料液比对鹰嘴豆发酵产品品质的影响

料液比/(g/mL)	评价等级
1:5	中
1:8	良
1:10	优
1:15	良
1:20	良
1:25	中

2.2 正交实验结果

根据单因素实验结果确定正交实验中各因素的适宜范围,进行正交实验设计,以发酵鹰嘴豆的感官评价等级作为评价指标,确定发酵的最佳条件。正交实验因素水平设计及结果如表6~表7所示。

由表7可知,在发酵时间36 h、发酵温度38℃、接菌量0.6 g/g、料液比1:10 g/mL的条件下,发酵鹰嘴豆具有最佳的感官评价结果,故选用此条件作为固载纳豆菌鹰嘴豆的最佳发酵条件。

表6 正交实验因素水平

水平	A 发酵时间/h	B 发酵温度/℃	C 接菌量/(g/g)	D 料液比/(g/mL)
-1	36	36	0.4	1:8
0	48	38	0.6	1:10
1	60	40	0.8	1:15

表7 正交实验及感官评价结果

实验号	A	B	C	D	评价等级
1	0	0	1	1	中
2	1	0	-1	1	良
3	1	-1	1	0	中
4	-1	-1	-1	-1	差
5	-1	1	1	1	中
6	1	1	0	-1	良
7	0	-1	0	1	中
8	0	1	-1	0	良
9	-1	0	0	0	优

2.3 固载纳豆菌发酵鹰嘴豆与发酵大豆的感官评价比较

评价小组从颜色、味道等11个方面对发酵鹰嘴豆和发酵大豆进行了感官评价,实验结果见表8。由表8可知,发酵鹰嘴豆和发酵大豆在整体颜色均一性、黏附性、颜色强度和粒度4个方面存在极小差异;与发酵大豆相比,发酵鹰嘴豆在硬度、光泽度、气味和溶解性等方面占有明显优势,发酵鹰嘴豆在粘性和咀嚼性方面也有一定的优势。大豆中的高脂肪含量可能是引起这种现象的原因^[8]。豆制品的异味主要是由于不饱和脂肪酸的氧化酸败造成的。一些游离的脂肪酸,如大豆亚麻酸和亚油酸,是豆制品豆腥味的主要来源,并且也会影响豆制品的爽口性和咀嚼性。此外,脂肪的疏水性也会影响豆制品在水中的溶解性^[9]。鹰嘴豆中含有较少的脂肪和较多的淀粉,因此与大豆相比,鹰嘴豆更适合发酵并且感官评价分数更高。

根据以上实验结果发现,发酵鹰嘴豆拥有更高的感官评价分数,因此固载纳豆菌发酵鹰嘴豆对于纳豆产品的感官评价具有提升作用。

表8 发酵鹰嘴豆和发酵大豆感官评价分数

评价指标	感官评分	
	发酵鹰嘴豆	发酵大豆
整体颜色均一性	8.01	7.98
硬性	8.65	7.55
粘性	7.33	6.82
黏附性	7.41	7.22
光泽度	8.11	7.16
颜色强度	7.69	7.88
气味	8.87	7.45
粒度	6.49	6.68
溶解性	8.06	6.89
咀嚼性	7.14	6.81
刺激性气味	7.72	7.67

3 结论

本实验以感官评价等级为判定指标,通过单因素实验对固载纳豆菌发酵鹰嘴豆的发酵时间、发酵温度、接菌量和料液比等影响发酵结果的因素进行优化,得到发酵鹰嘴豆最佳的发酵条件为:发酵时间36 h、发酵温度38 ℃、接菌量0.6 g/g、料液比1:10 g/mL。对固载纳豆菌发酵鹰嘴豆和发酵大豆产品进行了感官评价比较,结果发现发酵鹰嘴豆产品在质地、气味等方面均一定程度地优于发酵大豆产品。该研究结果为发酵鹰嘴豆的进一步开发和利用提供了理论基础,为带动我国绿色农业和经济作物发展提供了技术支撑。

参考文献:

- [1] 杨建梅, 张慧, 余琛, 等. 鹰嘴豆的研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2010, 12(1): 89-90.
- [2] 李朋收, 刘洋洋, 徐敬海. 鹰嘴豆化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(11): 235-238.
- [3] 全智慧, 徐敬海. 鹰嘴豆的研究进展[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(12): 3111-3112.
- [4] 高瑞萍, 刘辉, 赵国华, 等. 纳豆的研究进展[J]. 食品与发酵科技, 2011, 47(1): 23-26.
- [5] 卫拯友, 吴富强, 訾静. 鹰嘴豆发酵生产纳豆初探[J]. 陕西农业科学, 2009, 6: 64-66.
- [6] 张桂芝, 廖强, 王永忠. 微生物固定化载体材料研究进展[J]. 材料导报, 2011, 17(3): 105-108.
- [7] KOMES D, BELSČAK - CVITANOVIC A, HORZIC D, et al. Bioactive and sensory properties of herbal spirit enriched with cocoa (*Theobroma cacao* L.) polyphenolics [J]. Food and Bioprocess Technology, 2012, 5(7): 2908-2920.
- [8] WOLF, W J. Lipoxygenase and flavor of soybean protein products [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 1975, 23(2): 136-141.
- [9] STEPHAN A, STEINHART H. Bitter taste of unsaturated free fatty acids in emulsions: contribution to the off-flavour of soybean lecithins [J]. European Food Research and Technology, 2000, 212(1): 17-25. 完