

# 传统发酵豆酱与商品豆酱养分及微生物多样性比较

高秀芝<sup>1,2</sup>, 王小芬<sup>1</sup>, 李献梅<sup>1</sup>, 王慧<sup>1</sup>, 易欣欣<sup>2</sup>, 崔宗均<sup>1,\*</sup>

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院, 中国农业大学生物质工程中心, 北京 100193;

2. 北京农学院食品科学系, 北京 102206)

**摘要:** 以两种传统发酵豆酱和两种商品豆酱作为对象, 进行了养分和微生物区系的比较研究。感官评定结果显示, 传统豆酱香味浓郁, 味道鲜美, 在香气和滋味上要优于商品豆酱; 养分分析结果显示, 4种豆酱均形成较丰富的养分和风味物质, 而传统豆酱中氨基酸含量、乳酸含量等重要风味物质显著高于商品豆酱; 商品豆酱可溶性糖含量约为总干物质的一半, 超过传统豆酱的2倍, 而且含盐量与含水量稳定; DGGE分析结果显示, 山东豆酱、延吉豆酱与天源酱园商品豆酱细菌条带较多并分布相近, 主要优势细菌为未培养细菌(uncultured bacteria, 99%)、乳酸乳球菌(*Lactococcus lactis*, 100%)、地衣芽孢杆菌(*Bacillus licheniformis*, 98%); 龙菲商品豆酱主要优势菌为乳酸乳球菌(*Lactococcus lactis*, 100%)和短小芽孢杆菌(*Bacillus pumilus*, 100%)。

**关键词:** 传统豆酱; 商品豆酱; 风味物质; 养分; 微生物多样性

## Comparison of Nutrients and Microbial Diversity between Traditional and Commercial Soybean Pastes

GAO Xiu-zhi<sup>1,2</sup>, WANG Xiao-fen<sup>1</sup>, LI Xian-mei<sup>1</sup>, WANG Hui<sup>1</sup>, YI Xin-xin<sup>2</sup>, CUI Zong-Jun<sup>1,\*</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, Center of Biomass Engineering, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Department of Food Science, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China)

**Abstract:** Nutrients and microbial diversity were analyzed and compared among samples of two traditional and two commercial soybean pastes. Results showed that traditional soybean pastes have richer fragrance and more delicious flavor than commercial soybean pastes by sensory evaluation. All of soybean pastes have abundant nutrients and flavor matters. The traditional soybean pastes have obviously higher concentration than commercial soybean pastes in the important flavor compounds such as lactic acid and amino-acid nitrogen. Content of water-soluble carbohydrate (WSC) in commercial soybean pastes is half of dry matter, which exceeds twice of WSC in traditional soybean pastes. Denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) analysis indicated that Shandong soybean paste, Yanji soybean paste and Tianyuan commercial soybean paste have similar profiles. Uncultured bacteria, *Lactococcus lactis* and *Bacillus licheniformis* are predominant species in these three soybean pastes, while *Lactococcus lactis* and *Bacillus pumilus* are predominant species in Longfei soybean paste.

**Key words:** traditional soybean paste; commercial soybean paste; flavor compound; nutrient; microbial diversity

中图分类号: Q93

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)03-0222-05

豆酱(soybean paste)是我国四大传统的发酵豆制品之一, 它是以大豆为主要原料制成的酱, 经自然发酵而成的半流动状态的发酵食品, 也称黄豆酱、黄酱或大豆酱<sup>[1]</sup>。豆酱之所以具有浓郁的香味、适宜的口感和色泽是因为发酵过程中大豆蛋白质在微生物分泌的酶的作用下, 通过一系列生化反应, 其中包括蛋白质水解、酒精发酵、有机酸发酵、脂类形成等<sup>[2]</sup>。

近年来, 随着科学技术的进步以及实验设备的改善, 商品豆酱生产周期缩短, 产品品质也比较稳定。但是酱香、风味和适口性远不及传统酿制的豆酱。我国作为世界上这种传统工艺的发源地, 地域宽广, 风俗习惯各异, 民间的传统工艺酿造的豆酱各具特色。目前对于传统豆酱与商品豆酱比较研究的比较少见, 传统发酵豆酱的制作工艺多零散地分布在农村, 由于各家各

收稿日期: 2008-02-25

作者简介: 高秀芝(1977-), 女, 讲师, 研究方向为食品微生物。E-mail: gxztj\_cn@hotmail.com.cn

\* 通讯作者: 崔宗均(1957-), 男, 教授, 博士, 研究方向为生物质工程。E-mail: acuizj@cau.edu.cn

户发酵豆酱的环境条件不同,以及制作方法和原料的差异,豆酱风味各具特色。传统豆酱虽没有严格的工艺控制,但是制作时期往往是在寒冷的季节,一般不会导致微生物的污染,所制作的豆酱储存时间长久,味道鲜美。

本研究以吉林省延吉市和山东梁山县农户传统发酵豆酱、北京龙菲食品有限公司和北京六必居食品有限公司生产商品豆酱作为对象,比较研究传统发酵豆酱与商品豆酱的养分及微生物组成多样性,以期揭示传统豆酱发酵与商品豆酱的区别和为进一步改善规模化豆酱生产工艺提高风味提供重要依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

两种传统发酵豆酱:吉林省延吉市自制的豆酱(以样品A表示)、山东省济宁市梁山县小安山镇鹅鸭厂村一户自制的豆酱(以样品B表示),两种豆酱的制作时期均为冬季至次年春季。

延吉豆酱制作工艺流程:原料大豆筛选→泡豆→煮豆→捣碎→制作酱块→悬挂发酵→捂酱→清洗晒干→下酱→成品酱;山东豆酱制作工艺流程:原料大豆和玉米筛选(比例为3:1)→焙炒→磨粉→制作酱块→捂酱→清洗晒干→下酱→打酱→成品酱。

两种商品豆酱:北京龙菲食品有限公司生产龙菲干黄酱,生产日期为2007年6月11日(以样品C表示)北京六必居食品有限公司;天源酱园生产干黄酱,生产日期为2007年6月27日(以样品D表示)。

### 1.2 仪器与设备

KDY-9810凯氏定氮仪 北京通润源机电技术有限责任公司; Cary-100紫外分光光度计 美国Cary公司; B-212便携式pH计 日本Horiba公司; TR-1A水浴锅 日本AS-ONE公司; QP-5050气质联用机(GC-MS) 日本Shimadzu公司; Spectre A A-55原子吸收分光光度计 美国Varian公司; PCR仪 美国Bio-Ra公司; JY 100有源电泳仪 北京六一仪器厂。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 感官品质评定

依据酱卫生标准的分析方法(GB/T 5009.40—2003)<sup>[3]</sup>对4种成品酱进行感官评定。

#### 1.3.2 营养成分及理化指标测定

均匀取各豆酱样品200g左右,80℃烘箱干燥至恒重,计算样品中水分含量。将干燥样品粉碎后过60目筛,备用。

取干燥样品2g溶于10ml蒸馏水,充分搅拌,用HORIBA微量pH值计测定样品溶液pH值。总酸与NaCl

含量按GB/T 5009.40—2003<sup>[3]</sup>测定。

可溶性糖(WSC)采用蒽酮比色法测定<sup>[4]</sup>;总碳采用重铬酸钾法<sup>[5]</sup>测定;粗蛋白(CP)采用凯氏定氮法<sup>[6]</sup>测定;氨基酸态氮含量和氨基酸含量按GB/T 5009.40—2003<sup>[3]</sup>测定。

豆酱中铅、砷含量按GB/T 5009.40—2003<sup>[3]</sup>测定,黄曲霉毒素B<sub>1</sub>采用北京百林康源生物技术有限责任公司生产黄曲霉毒素B<sub>1</sub>检测试剂盒(ELISA)检测。

#### 1.3.3 GC-MS 测定豆酱样品中挥发性成分

称取各豆酱样品5.0g放入3倍(W/V)的纯水中充分溶解,离心后去上清液过0.2μm微孔过滤器后,取1μl进PQ-2010型气质联机测定。测定条件为分析柱:CP-Chirasil-Dex CB型毛细管柱(25m×0.25mm);柱箱温度:50℃(1min)→100℃(8℃/min)→195℃(18℃/min),共17min;气化温度:190℃;监测器温度:200℃;监测器电压:1.5kV;载气:氦气(75kPa);流量:38.8ml/min;进样器:Splitte:1/22。对所得数据利用NIST数据库进行定性分析。配制相应标准样品的稀释液作为标准物进样,用于该物质的定量分析。

#### 1.3.4 DNA 提取

取各豆酱鲜样品2.0g,用氯苯法提取细菌总DNA,用RNA酶纯化<sup>[7]</sup>。

#### 1.3.5 PCR-DGGE测定

以总DNA为模板,细菌引物为357F-GC和517R<sup>[8]</sup>。PCR反应体系为(50μl):10×PCR Buffer 5μl、2mmol/L dNTP mix 4μl、45pmol 357F和517R各0.5μl、5U/μl Taq DNA聚合酶0.2μl、模板10ng/μl DNA 1μl。反应程序为95℃保持10min,93℃变性1min,48℃退火1min,72℃延伸1min,共30个循环,最后引物72℃延伸5min。产物以2%琼脂糖凝胶电泳检测。

以总DNA为模板,真菌引物为NL<sub>1</sub>-GC和LS<sub>2</sub><sup>[9-10]</sup>。PCR反应体系为(55μl):10×PCR Buffer 5μl、2mmol/L dNTP mix 4μl、45pmol NL<sub>1</sub>-GC和LS<sub>2</sub>各0.5μl、5U/μl Taq DNA聚合酶0.3μl、模板10ng/μl DNA 1μl。反应程序为95℃5min,95℃变性1min,56℃退火45s,72℃延伸1min,共35个循环,最后引物72℃延伸7min。扩增产物以2%琼脂糖凝胶电泳检测。

对PCR产物进行酒精沉淀浓缩后进行变性梯度凝胶电泳(DGGE)。仪器采用DCode突变检测系统(Bio-Rad, Laboratories, Hercules, Calif)。具体方法参照文献<sup>[11]</sup>的报道,胶回收的条带,进行一次无GC-夹子的PCR扩增。PCR产物委托上海生工生物工程技术有限公司进行测序。根据16S rDNA查询联网数据库进行检索,分析亲缘关系及相似性。

2 结果与分析

2.1 4种豆酱感官评价

如表1所示,从色泽上看B、C与D无明显差别,A颜色偏浅。制酱过程中原料中的多糖被酵母菌、细菌发酵后,其产物与氨基酸结合而赋予酱特有的颜色和滋味<sup>[12]</sup>,而A酱颜色相对浅,分析与原料为纯大豆,糖含量较其他豆酱低有关;香气和滋味方面看传统发酵豆酱(A与B)要比商品豆酱(C与D)好,味道鲜美,香气浓郁。传统豆酱制作工艺周期长,发酵过程基本不需特殊控制,制作豆酱风味浓郁,且能储存较长时间,而相应的工业化生产的豆酱生产周期短,香气和滋味都比传统豆酱要差一些。从原料来看,传统豆酱A的原料为纯优质东北大豆,B为大豆和玉米(比例为3:1),加入玉米粉的豆酱酱味甜于纯豆酱<sup>[13]</sup>,而商品豆酱的原料多为大豆和面粉,其大豆比例要较传统豆酱低;体态方面B水分含量偏高,较其他几种豆酱稀。总体看传统豆酱在香气和滋味上要胜于商品豆酱,在色泽和体态方面传统豆酱略显不足。

2.2 4种豆酱理化指标及营养成分

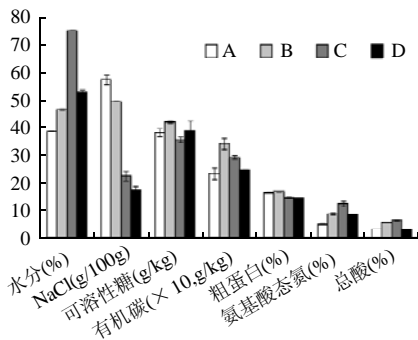


图1 4种豆酱营养成分及理化指标

Fig. 1 Nutrients and physical and chemical parameters of four different soybean pastes

如图1所示,传统酿制的豆酱含水量要比商品豆酱高,其中豆酱B水分含量最高,为75.12%,D最低为38.69%,比较而言商品豆酱水分含量相对较稳定,而传统豆酱除了当地的习惯之外,调水具有一定的随机性;NaCl含量(鲜物质,FM)豆酱C和D略高于A和B,

不过均在15g/100g左右;可溶性糖D含量(干物质,DM)最高,为57.32g/kg,其次是C(49.91g/kg),传统豆酱的可溶性糖含量要比商品豆酱低,其中A含量最低仅为D的30%;有机碳含量(DM)C最高为419.12g/kg,A与D含量接近,B含量最低;粗蛋白含量(DM)C最高为34%,其次为B,A与D含量较接近;氨基酸态氮含量(DM)B最高为12.14%,C与A均为8%左右,D最低为4.92%;总酸含量(DM)B最高6.26%,其次为C,A与D含量接近。

总体看来,传统豆酱的一个特点是氨基酸态氮高,氨基酸态氮是豆酱的一个主要营养价值的评价指标,同时也是反应豆酱鲜味的重要指标,传统豆酱尤其B的氨基酸态氮含量远高于商品豆酱,豆酱B氨基酸态氮含量为豆酱D的2.5倍之多。这与感官评价结果中传统豆酱香味浓厚一致。商品豆酱中可溶性糖含量远高于传统豆酱,可能与产品最终品味调制有关。商品豆酱的另一特点是含盐量与含水量相对稳定。

氨基酸本身是重要的呈味物质,特别是游离氨基酸

表2 4种豆酱氨基酸含量(%,DM)

Table 2 Contents of amino acids in four different soybean pastes(%, DM)

样品	A	B	C	D
谷氨酸(Glu)	4.02	4.64	4.40	4.14
天门冬氨酸(Asp)	2.70	2.23	2.41	2.15
亮氨酸(Leu)	2.06	2.29	1.81	1.62
组氨酸(His)	1.39	1.74	1.30	1.18
赖氨酸(Lys)	1.32	1.34	0.97	0.78
丙氨酸(Ala)	1.28	2.00	1.06	0.85
苯丙氨酸(Phe)	1.28	1.36	1.08	0.98
缬氨酸(Val)	1.28	1.37	1.16	1.17
异亮氨酸(Ile)	1.23	1.34	1.13	1.02
脯氨酸(Pro)	1.22	1.75	1.40	1.41
丝氨酸(Ser)	1.16	1.38	1.02	0.99
甘氨酸(Gly)	1.10	1.24	0.91	0.81
苏氨酸(Thr)	0.94	1.10	0.79	0.73
酪氨酸(Tyr)	0.89	0.71	0.82	0.71
精氨酸(Arg)	0.66	0.88	0.84	1.19
胱氨酸(Cys)	0.55	0.66	0.29	0.33
蛋氨酸(Met)	0.30	0.30	0.24	0.23
色氨酸(Trp)	0.26	0.28	0.22	0.20
合计	23.64	26.61	21.85	20.49

表1 4种豆酱感官品质评价

Table 1 Sensory evaluation standards on four different soybean pastes

样品	pH	色泽	香气	滋味	体态	总评
A	5.5	黄褐色,鲜艳,有一定光泽	酱香,酯香浓郁,无不良气味	味道较鲜美,细腻,咸甜适宜,无异味	黏稠适度,无杂质	良好
B	4.2	红褐色,鲜艳,有光泽	酱香,酯香浓郁,无不良气味	味道鲜美,咸甜适宜,无异味	偏稀,无杂质	良好
C	4.5	红褐色,鲜艳,有光泽	酱香,酯香较浓郁,无不良气味	味道较鲜,咸甜适宜,无异味	黏稠适度,无杂质	中等
D	4.7	红褐色,鲜艳,有光泽	酱香,酯香较浓郁,无不良气味	味道较鲜,咸甜适宜,有略带焦味	黏稠适度,无杂质	略差

注:参加评定人数10名。

与豆酱独特风味的形成密切相关。4种豆酱18种氨基酸含量及氨基酸总量如表2所示,结果表明传统豆酱的氨基酸总量均高于商品豆酱,其含量由高至低的顺序依次为B、A、C、D,其中豆酱B氨基酸总量是总量豆酱D的1.3倍,是C的1.2倍,这也是传统豆酱之所以味道鲜美的重要原因。氨基酸中谷氨酸和天门冬氨酸是重要的呈鲜味氨基酸<sup>[14]</sup>,这两种氨基酸之和在豆酱B中最高,为6.87%(DM),其次是C、A,D含量最低,为6.29%(DM);除谷氨酸和天门冬氨酸具有明显的鲜味之外,亮氨酸和异亮氨酸能赋予豆酱特有的苦味,而赖氨酸与豆酱的特殊滋味有关系<sup>[14]</sup>,豆酱A和B赖氨酸含量约为D的1.7倍,其他氨基酸含量也是传统豆酱(A与B)含量普遍高于商品豆酱(C与D)含量。

另外,4种豆酱中铅、砷均未检测到,黄曲霉毒素B<sub>1</sub>均小于5μg/kg,符合GB 2718—2003<sup>[15]</sup>要求。

### 2.3 4种豆酱主要挥发性成分

通过GC-MS测定豆酱中挥发性物质结果,4种豆酱中共检测到21种挥发性代谢产物,4种豆酱共有的类型为:乙醇、乙酸、乳酸、乙酸乙酯、丙酸、丁醇、甘露醇、甘油、戊酸、己酸、丁酸、2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)吡喃-4-酮等12种物质,另外4种豆酱又都有其特有的挥发性产物,其中豆酱A特有物质为庚酸己酯和己酸丙酯,B特有物质为苯乙酸己醇酯,C特有物质为乙酸癸酯和丁四醇,也都可以作为食用香料,D特有物质为三羟基丁酸乙酯,也有在两种豆酱中共同出现的物质,如A与B共有物质为戊酸甲酯,D与A共有物质为安息香酸。这些物质大多可以作为食用香料,其中乙酸、丙酸、戊酸、己酸、丁酸、丁醇、乙酸乙酯、庚酸己酯、苯丙酸己酯、己酸丙酯等作为酒的香气成分被检测到<sup>[16]</sup>,安息香酸是一种天然的防腐剂,可以延长食品的保质期<sup>[17]</sup>。有些物质虽然含量低甚至是痕量,但对食品的风味起着至关重要的作用。对主要产物乙醇、乙酸、乳酸及甘油作定量分析结果如表3所示。

表3 4种豆酱挥发性产物含量(g/kg, FM)  
Table 3 Contents of volatile matters in four different soybean pastes(g/kg, FM)

样品	乙醇	乙酸	乳酸	甘油
A	0.53	1.35	4.25	15.68
B	8.26	0.53	5.65	14.71
C	0.57	0.53	0.07	12.63
D	0.62	0.51	0.15	15.17

由表3可知,乙醇含量在豆酱B中最高,乙酸和甘油含量豆酱A最高。值得一提的是两种传统豆酱的乳酸含量远远高于商品豆酱,这也是传统豆酱风味浓厚的

依据之一。这些挥发性物质组成及含量不同对传统豆酱与商品豆酱风味上差异起着重要作用。这些挥发性物质对传统豆酱浓郁风味作用还有待进一步深入研究。

### 2.4 4种豆酱中微生物组成多样性

从4种豆酱中提取的DNA经过16S rDNA V3区的PCR扩增后进行DGGE分析。结果表明,豆酱A、B和D条带较多而且分布相近,而豆酱C条带较少而且分布也与前三者相差较大(图2)。在图2中,4种豆酱共有的条带为1、2和5,其中条带1的测序结果为魏斯氏菌的近缘种(100%),属于乳酸菌一属(表4),条带2为未培养杆菌近缘种(97%),条带5为乳酸乳球菌的近缘种(100%),该种菌在发酵食品中尤其乳制品中常分离到<sup>[18-19]</sup>,这些乳酸菌在生长代谢过程中能产生乳酸,和酵母菌代谢产物作用生成酯类物质,在豆酱风味形成中起到重要的作用,另外乳酸菌合成的肽聚糖对免疫系统具有调节作用<sup>[20]</sup>。在豆酱A、B和D共有的主要条带为条带4、5和7是三条,其中条带7是地衣芽孢杆菌的近缘种(98%),地衣芽孢杆菌在自然界有机物分解环境中常见的微生物,在传统食品中经常分离到<sup>[21-22]</sup>,该菌也属于豆酱中的重要种类,它对葡萄球菌、酵母菌等致病菌有拮抗作用,而对双歧杆菌、乳酸杆菌、消化链球菌有促进生长作用,从而可调整肠道菌群平衡;而豆酱C主要优势菌条带为5、6和8,其中条带8是短小芽孢杆菌(100%),该菌也是在有机物分解环境中常见的微生物。总之,DGGE条带显示的细菌多为已知有益微生物的近缘种,这些细菌对豆酱风味的形成将起着重要作用,各种微生物的重要作用有待于进一步深入研究。

26S rDNA(真菌)的PCR-DGGE结果显示,在4种豆酱中均没有检测出明显的条带,说明成品豆酱中主要存在的是细菌,真菌很少或不存在。在豆酱形成体系中真菌主要在豆酱发酵前期起到分解作用,后期由于食盐浓度的增加和缺氧,乳酸菌等细菌占据优势地位,真菌逐渐停止生长<sup>[18]</sup>。

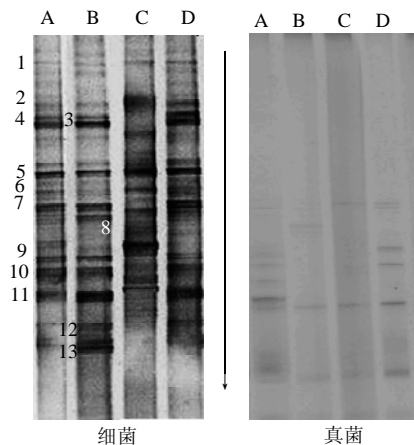


图2 4种豆酱中细菌和真菌的DGGE分析图谱  
Fig.2 DGGE profiles of PCR amplification products of DNA extracted from bacteria(left) and fungi (right) in different soybean pastes

表 4 图 2 中 DGGE 条带的近缘菌株

Table 4 Identities of bacteria represented by DGGE bands in Fig. 2

条带	登录号	近缘菌株名称		相似度(%)
		来源	登录号	
1	EU360131	魏斯氏菌属	EU121685	100
2	EU360134	难培养杆菌	EF703482	97
3	EU360135	乳明串珠菌	AB295117	98
4	EU360137	未培养细菌	AB233995	99
5	EU360140	乳酸乳球菌	AB244439	100
6	EU360141	未培养链球菌克隆	DQ016828	90
7	EU360142	地衣芽孢杆菌	EU071556	98
8	EU360144	短小芽孢杆菌	CP000813	100
9	EU360145	杆菌属 Ni36	AF539677	90
10	EU360146	弗氏柠檬酸菌	AY186052	99
11	EU360147	未培养细菌	DQ346926	86
12	EU360148	肠膜明串珠菌	X95978	84
13	EU360149	梭菌属 PML14	EF522948	90

### 3 结 论

3.1 感官品质评定结果显示, 总体上传统豆酱在香气和滋味上要胜于商品豆酱, 传统豆酱香味浓郁, 味道鲜美, 口感细腻, 咸淡适宜; 但在色泽和体态方面商品豆酱优于传统豆酱。

3.2 4 种豆酱均有丰富的营养成分和风味物质; 而传统豆酱中氨基酸含量、乳酸含量等重要风味物质显著高于商品豆酱; 商品豆酱可溶性糖含量高, 而且含盐量与含水量稳定, 这些是在大规模生产中严格控制的结果。

3.3 DGGE 分析结果显示, 豆酱 A、B 与 D 细菌种类接近, 主要优势细菌为未培养细菌(uncultured bacterium, 99%)、乳酸乳球菌(*Lactococcus lactis*, 100%)、地衣芽孢杆菌(*Bacillus licheniformis*, 98%), 豆酱 C 主要优势菌为乳酸乳球菌(*Lactococcus lactis*, 100%)和短小芽孢杆菌(*Bacillus pumilus*, 100%)。

#### 参考文献:

[1] 包启安. 酱及酱油的起源及其生产技术(一)[J]. 中国调味品, 1992(9): 1-4.  
 [2] 石彦国. 大豆制品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 152-153.

[3] GB/T 5009. 40 — 2003, 酱卫生标准的分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.  
 [4] ROE J H. The determination of sugar in blood and spinal fluid with anthrone reagent[J]. J Biol Chem, 1955, 21(2): 335-343.  
 [5] 杨树筠. 用重铬酸钾法简便快速测定土壤中有机质含量[J]. 现代农业, 1997(4): 23.  
 [6] AOAC. Official methods of analysis[S]. 15<sup>th</sup> ed. Washington D C: Association of Analytical Chemists, 1990.  
 [7] WANG X F, HARUTA S, WANG P, et al. Screen a steady lactic acid bacteria community A12 as alfalfa silage inoculant and its composition diversity [J]. FEMS Microbiology Ecology, 2006, 57(7): 106-115.  
 [8] MUYZER G, WAAL E C D. UITTERLINDEN A G. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA[J]. Appl Environ Microbiol, 1993, 59: 695-700.  
 [9] KURTAMAN C P, ROBNETT C J. Identification and phylogeny of ascomycetous yeasts from analysis of nuclear of nuclear large subunit (26S) ribosomal DNA partial sequence[J]. Antonie van Leeuwenhoek, 1998, 73: 331-371.  
 [10] COCOLIN L, BISSON L F, MILLS D A. Direct profiling of the dynamics in wine fermentation[J]. FEMS Microbiology Letters, 2000, 189: 81-87.  
 [11] 王小芬, 王伟东, 高丽娟, 等. 变性梯度凝胶电泳在环境微生物研究中的应用详解[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(5): 1-7.  
 [12] 陈华. 影响食品中美拉德反应的因素[J]. 四川食品与发酵, 1998(3): 21-23.  
 [13] 赵荣光. 中国酱的起源、品种、工艺与酱文化流变考述[J]. 饮食文化研究, 2004, 12(4): 62-71.  
 [14] 徐琳娜, 王璋, 许时婴. 豆瓣酱后熟过程中氨基酸和风味物质的变化[J]. 中国调味品, 2006(9): 21-25.  
 [15] GB 2718 — 2003. 酱卫生标准的分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.  
 [16] 李铁纯, 回瑞华, 侯冬岩. 固相萃取 GC/MS 法分析白酒中的香气成分[J]. 质谱学报, 2007, 28(2): 96-100.  
 [17] 栾金水. 葡萄酒的营养与人体健康[J]. 中国食物与营养, 2002(6): 46-47.  
 [18] 刘红霞, 徐杰, 云月英, 等. 蒙古戈壁地区自然发酵乳中乳酸菌的分离鉴定[J]. 微生物学杂志, 2007, 27(3): 42-46.  
 [19] 刘慧, 熊利霞, 易欣欣, 等. 藏灵菇中高产胞外多糖乳酸菌的筛选及其发酵性能的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(5): 211-215.  
 [20] 姚光国, 姚文, 陆扬, 等. 乳酸菌肽聚糖部分免疫增强作用的研究[J]. 微生物学通报, 2007, 34(1): 105-107.  
 [21] 王燕, 王开梅, 杨自文. 地衣芽孢杆菌 1801 的分离鉴定及其活性研究[J]. 湖北农业科学, 2007(3): 393-395.  
 [22] 牛天娇, 马莺. 中国传统发酵豆制品中微生物的发掘与利用[J]. 中国酿造, 2005(2): 1-5.