

东北传统发酵豆酱品质分析

唐筱扬¹, 姜 静¹, 陶冬冰¹, 张 颖¹, 孙慧君^{1,2}, 岳媛媛¹, 乌日娜^{1,3,*}

(1. 沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 辽宁省农业经济学校现代农业技术系, 辽宁 锦州 121001;

3. 江南大学食品学院, 食品科学与技术国家重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘 要: 为了解东北地区自然发酵豆酱的品质, 以采自东北农家43份传统发酵豆酱样品为试材, 对其感官指标及理化指标进行检测。利用SPSS 17.0软件对总酸、氨基态氮、NaCl、还原糖、粗蛋白、水分和总游离氨基酸含量等指标与感官品质之间进行相关性分析、主成分分析及聚类分析。最佳豆酱品质: NaCl含量为12~17.75 g/100 g, 水分含量为70.35%~78.56%, 氨基态氮含量为0.6~0.84 g/100 g, 总酸含量为0.78~1.96 g/100 g, 还原糖含量为6.06~9.83 g/100 g。

关键词: 豆酱; 感官指标; 理化指标; 相关性分析

Quality Analysis of Traditional Fermented Soybean Paste in Northeast China

TANG Xiaoyang¹, JIANG Jing¹, TAO Dongbing¹, ZHANG Ying¹, SUN Huijun^{1,2}, YUE Yuanyuan¹, WU Rina^{1,3,*}

(1. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;

2. College of Modern Agricultural Technology, Liaoning Agricultural Economic School, Jinzhou 121001, China; 3. State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The sensory and physicochemical properties of 43 traditional fermented soybean paste samples collected in Northeast China were determined in order to understand their quality characteristics. The physicochemical parameters including NaCl, acidity, water, amino nitrogen, reducing sugar, total acid, crude protein, and total free amino acids were correlated with sensory quality using SPSS 17.0 software. Principal component analysis and cluster analysis were carried out as well. The results showed that the best quality parameters of fermented soybean paste were 12–17.75 g/100 g NaCl, 70.35%–78.56% moisture, 0.6–0.84 g/100 g amino nitrogen, 0.78–1.96 g/100 g total acid, and 6.06–9.83 g/100 g reducing sugar.

Key words: soybean paste; sensory quality; physicochemical properties; correlation analysis

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201702020

中图分类号: TS214.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2017) 02-0121-06

引文格式:

唐筱扬, 姜静, 陶冬冰, 等. 东北传统发酵豆酱品质分析[J]. 食品科学, 2017, 38(2): 121-126. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201702020. <http://www.spkx.net.cn>

TANG Xiaoyang, JIANG Jing, TAO Dongbing, et al. Quality analysis of traditional fermented soybean paste in Northeast China[J]. Food Science, 2017, 38(2): 121-126. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201702020. <http://www.spkx.net.cn>

豆酱又名黄豆酱、黄酱或大豆酱, 是以大豆为主要原料制得而成, 经自然发酵而成的半流动状态的发酵食品, 在我国北方地区称为大酱^[1]。传统发酵豆酱具有自己独特的色、香、味、形, 长期以来深受我国各地人们的喜爱。据报道, 豆酱中含有许多生理活性物质如多肽^[2]、

大豆异黄酮^[3]、褐色素^[4]、大豆皂苷^[5]、吡咯喹啉酮^[6]、维生素^[7]等。此外, 豆酱作为我国传统的大豆发酵食品, 还具有一定的功能性, 鞠洪荣^[8]、包启安^[9]等总结了豆酱功能性的研究成果, 认为豆酱具有以下几方面的保健功能: 抑制血清胆固醇上升, 抑制肝脂肪积蓄, 预防肝

收稿日期: 2016-06-23

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31471713); 中国博士后科学基金资助项目(2014M560395);

辽宁省农业领域青年科技创新人才培养资助计划项目(2014048); 辽宁省高等学校优秀人才支持计划项目(LR2015059; LJQ2015103); 江苏省博士后科研资助计划项目(1402071C)

作者简介: 唐筱扬(1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品生物技术。E-mail: 1179631377@qq.com

*通信作者: 乌日娜(1979—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为食品生物技术。E-mail: wrn6956@163.com

癌,降血压,去除放射性物质,防止胃溃疡,强大的抗氧化作用。

目前国内外对豆酱生产菌种的选育^[10-11]、酿造过程中的生物化学^[12-14]以及改进工艺^[15]等方面做了大量的研究工作,但对于品质方面的感官描述及综合分析评价则涉及甚少。而传统发酵豆酱具有着工业生产豆酱目前无法替代的独特风味,因此,本实验以采自东北地区的43份传统发酵豆酱样品为试材,通过对豆酱进行感官评定及理化分析,对各地区豆酱进行综合评价,并对总酸、氨基态氮、NaCl、还原糖、粗蛋白、水分和总游离氨基酸等指标与感官品质之间进行了相关性分析,旨在为进一步改善传统发酵豆酱工艺及规模化生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

东北辽宁省、吉林省和黑龙江省传统手工制酱农家采集豆酱样品43份。

三氯乙酸(trichloroacetic acid, TCA)、氢氧化钠、甲醛、3,5-二硝基水杨酸、葡萄糖(均为分析纯) 国药集团化学试剂有限公司;氨基酸标准样品 美国Sigma公司。

1.2 仪器与设备

85-2型恒温磁力搅拌器 杭州国华电器有限公司; DHG-9023A恒温干燥箱 沈阳林频实验设备有限公司; KDN-04A凯式定氮仪 浙江托普仪器有限公司; PHBJ-260便携式pH计 上海理达仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 感官检验

参照SB/T 10310—1999《黄豆酱检验方法》,由10名具有食品感官评定经验的人员组成感官评定小组,在色泽(0~15分)、气味(0~30分)、滋味(0~40分)、体态(0~15分)4个方面对豆酱感官品质进行评定^[16]。评定标准见表1。

1.3.2 水分含量测定

根据SB/T 10310—1999《黄豆酱检验方法》中水分含量的测定方法,采用100~105℃干燥恒重法,测定豆酱中水分的含量,每个样品测量3次取其平均值^[17]。

1.3.3 总酸含量测定

参照GB/T 5009.40—2003《酱卫生标准的分析方法》测定。用氢氧化钠标准溶液滴定,以酸度计测定终点,结果以乳酸表示。每个样品测量3次取平均值。

1.3.4 氨基态氮含量测定

参照GB/T 5009.40—2003《酱卫生标准的分析方法》,采用甲醛滴定法测定,结果保留两位有效数字,每个样品测量3次取平均值。

1.3.5 还原糖含量测定

采用3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖含量,用干燥至恒质量的葡萄糖为标准曲线,每个样品测量3次取平均值^[18]。

1.3.6 氯化钠含量测定

参照GB/T 5009.40—2003《酱卫生标准的分析方法》,硝酸银滴定法测定。

1.3.7 粗蛋白含量测定

参照GB/T 5009.40—2003《酱卫生标准的分析方法》,凯氏定氮法测定。

1.3.8 游离氨基酸总量测定

采用TCA沉淀法结合双缩脲比色法除去并测定蛋白,称取研磨均匀的豆酱干粉1g,加入8.3g/100mL的TCA溶液,再充分研磨混匀转移至50mL容量瓶,47℃温度条件下超声波超声提取1h,1726r/min离心30min,取上清液作为待测液。

取处理所得上清液2mL于蒸发皿中蒸干。加入2.5mL 0.02mol/L盐酸溶液溶解,经0.22μm滤膜过滤,作为待测液^[19]。

色谱条件^[20-21]:磺胺型阳离子树脂分离柱(4.6mm×60mm, 3μm);梯度洗脱:循环时间53min,分离柱柱温57℃,反应柱柱温135℃,缓冲液流速0.4mL/min,茚三酮流速0.35mL/min;通道1:检测波长570nm,采集时间32min;通道2:检测波长440nm,采集时间10min;进样量20μL。

1.4 数据处理

利用Excel 2003软件及SPSS 17.0软件进行各指标的算与分析。

表1 豆酱感官评定标准

Table 1 Criteria for sensory evaluation of soybean paste

类别	评价方法	评分标准	分值
色泽	用筷子搅拌样品,观察豆酱的颜色	红褐色或棕褐色,有光泽	11~15
		黑褐色,有光泽	6~10
		土黄色,无光泽	0~5
气味	打开瓶盖,轻轻闻样品气味	酱香和酯香浓郁,无不良气味	26~30
		略有酱香和酯香,无不良气味	20~25
		略有酱香和酯香,有不良气味	10~19
		无酱香和酯香,有不良气味	0~9
滋味	品尝前用清水漱口,用筷子蘸取少量样品品尝	味鲜醇厚,咸甜适口,无苦、涩、焦糊及其他异味	36~40
		咸甜适宜,无苦、涩、焦糊及其他异味	30~35
		咸味很重或轻,无有苦、涩、焦糊及其他异味	20~29
		咸味很重或轻,略有苦、涩、焦糊及其他异味	10~19
		咸味很重或轻,有苦、涩、焦糊及其他异味	0~9
体态	用筷子搅拌样品,评价所用的力,观察其均匀程度	稀稠适度,无异物	10~15
		略干或稀,无异物	6~10
		过干或稀,有异物	0~5

2 结果与分析

2.1 豆酱样品的温度和pH值测定

表 2 样品采集测定
Table 2 Measurements of the collected samples

样品编号	温度/℃	pH	采集地点	样品编号	温度/℃	pH	采集地点
DQ1	1.0	4.2	黑龙江省 大庆市	SY1	6.8	5.7	辽宁省沈阳市
DQ2	3.2	5.1		SY2	5.1	4.6	
DQ3	2.5	4.8		SY3	4.3	5.3	
DQ4	1.7	4.6		SY4	6.1	4.1	
DQ5	3.8	5.4		LY1	2.4	4.8	辽宁省鞍山市
DQ6	2.6	5.7		LY2	3.2	4.7	
DQ7	0.3	4.6		AS1	1.0	4.3	
DQ8	1.5	4.1		AS2	0.8	5.4	
QQHE1	3.9	4.7	黑龙江省 齐齐哈尔市	YK1	7.5	4.3	辽宁省营口市
QQHE2	4.6	5.7		YK2	6.8	5.6	
JMS1	7.5	5.0	黑龙江省 佳木斯市	PJ1	6.7	4.1	辽宁省盘锦市
JMS2	0.1	5.6		PJ2	7.6	5.4	
YB1	1.7	4.1	吉林省 延边市	BX1	9.4	4.7	辽宁省本溪市
YB2	1.9	5.8		BX2	7.6	5.0	
TL1	2.5	4.5	辽宁省 铁岭市	HLD1	6.2	4.3	辽宁省 葫芦岛市
TL2	2.0	4.3		HLD2	5.4	5.7	
TL3	1.8	5.2		HLD3	4.6	4.1	
TL4	1.6	4.9		HLD4	6.2	5.7	
TL5	0.3	5.7		JZ1	5.3	4.6	辽宁省锦州市
TL6	0.8	4.6		FX1	4.2	5.3	
TL7	0.4	4.1		FX2	3.4	4.1	
TL8	0.6	4.3					

样品采集时测定并记录温度、pH值、发酵过程及时间等信息，如表2所示。43份东北传统发酵豆酱样品的pH值平均为4.86，最低为4.1，最高为5.8，采集温度为0.3~9.4℃，平均温度为3.65℃，这是因为各地区所处温度和发酵时间不同，发酵优势菌群及发酵过程也不同，亦导致pH值的差异。

2.2 样品的化学组成分析

表 3 东北传统发酵豆酱样品理化指标测定结果 (n=3)
Table 3 Physicochemical properties of traditional fermented soybean paste samples (n = 3)

样品	总酸含量/ (g/100 g)	NaCl 含量/%	还原糖含量/ (g/100 g)	水分 含量/%	氨基态氮含量/ (g/100 g)	粗蛋白含量/ (g/100 g)	游离氨基酸总 量/(g/100 g)
DQ1	1.67±0.03	17.10±0.14	7.29±0.11	69.23±2.62	0.58±0.02	7.12±0.05	105.03±3.03
DQ2	1.53±0.01	16.35±0.23	7.78±0.17	67.10±1.27	0.83±0.01	8.82±0.04	183.95±1.48
DQ3	1.58±0.07	8.80±0.11	8.51±0.02	75.12±1.42	0.75±0.05	4.83±0.06	145.28±2.73
DQ4	1.56±0.06	11.51±0.04	10.36±0.08	74.02±0.37	0.56±0.03	4.88±0.02	200.51±2.57
DQ5	1.47±0.01	15.75±0.15	6.49±0.04	65.13±0.92	0.88±0.04	8.13±0.01	285.11±1.69
DQ6	1.41±0.03	10.65±0.03	6.01±0.13	66.13±1.35	0.78±0.05	6.58±0.08	154.4±1.02
DQ7	1.53±0.09	13.76±0.09	7.48±0.07	71.05±0.86	0.77±0.01	5.34±0.03	202.57±3.56
DQ8	2.23±0.00	12.67±0.17	6.06±0.11	74.36±1.61	0.64±0.02	6.57±0.04	202.46±1.37
QQHE1	1.98±0.08	16.48±0.05	6.33±0.03	64.33±2.33	0.73±0.06	7.97±0.09	59.29±1.22
QQHE2	0.78±0.04	12.34±0.12	7.93±0.08	74.49±1.03	0.71±0.03	4.71±0.01	96.68±2.58
JMS1	1.23±0.09	12.37±0.04	6.91±0.06	65.19±0.61	0.65±0.05	8.59±0.09	45.54±1.65
JMS2	0.97±0.02	10.33±0.22	6.06±0.15	78.46±1.71	0.79±0.08	4.60±0.03	78.03±0.89
YB1	2.18±0.05	9.99±0.17	6.22±0.09	71.05±1.55	0.86±0.06	5.79±0.02	86.95±1.74

续表3

样品	总酸含量/ (g/100 g)	NaCl 含量/%	还原糖含量/ (g/100 g)	水分 含量/%	氨基态氮含量/ (g/100 g)	粗蛋白含量/ (g/100 g)	游离氨基酸总 量/(g/100 g)
YB2	1.35±0.03	7.86±0.15	5.20±0.04	68.19±1.09	0.67±0.03	7.42±0.08	56.22±1.29
TL1	1.96±0.08	14.84±0.14	6.75±0.10	70.24±0.14	0.87±0.09	7.11±0.05	74.3±1.07
TL2	1.99±0.04	10.49±0.01	6.59±0.06	69.47±1.89	0.56±0.01	6.52±0.07	54.21±0.26
TL3	1.32±0.02	17.75±0.09	9.83±0.09	76.12±0.83	0.82±0.02	7.19±0.04	28.5±1.00
TL4	1.78±0.05	9.59±0.18	6.99±0.03	78.56±1.11	0.84±0.08	5.83±0.09	46.26±1.12
TL5	0.76±0.06	13.75±0.12	7.16±0.08	64.10±0.93	0.71±0.06	6.27±0.01	105.03±1.20
TL6	1.92±0.00	11.49±0.24	6.88±0.02	63.78±2.81	0.52±0.04	6.33±0.05	183.95±1.73
TL7	2.03±0.03	12.40±0.15	6.01±0.01	70.65±2.04	0.68±0.01	7.41±0.02	53.79±1.67
TL8	1.97±0.07	15.15±0.19	5.90±0.07	74.26±3.18	0.77±0.02	5.50±0.08	60.19±0.69
SY1	1.44±0.08	18.15±0.05	8.43±0.09	68.12±0.09	0.53±0.00	7.43±0.01	102.01±1.50
SY2	1.30±0.02	14.37±0.21	6.59±0.00	67.35±1.82	0.60±0.09	9.70±0.04	89.19±2.25
SY3	1.67±0.05	10.23±0.17	7.53±0.08	76.44±1.31	0.62±0.07	5.03±0.05	76.27±1.40
SY4	1.85±0.09	12.45±0.13	6.84±0.02	72.34±1.29	0.67±0.02	6.98±0.07	55.42±0.48
LY1	0.94±0.00	10.37±0.08	8.19±0.04	76.12±2.18	0.86±0.06	5.57±0.02	25.28±0.79
LY2	1.72±0.08	14.97±0.03	6.61±0.07	68.10±1.74	0.87±0.01	8.67±0.04	45.91±1.07
AS1	1.32±0.03	12.48±0.17	7.89±0.01	70.35±0.37	0.62±0.08	4.37±0.03	46.1±0.91
AS2	1.86±0.04	14.57±0.14	8.46±0.05	74.12±1.27	0.70±0.05	4.72±0.06	40.34±0.52
YK1	1.64±0.02	10.86±0.11	8.04±0.02	66.53±1.69	0.61±0.04	7.28±0.03	55.77±1.01
YK2	1.68±0.08	10.49±0.25	8.02±0.13	77.85±0.87	0.55±0.02	4.73±0.05	47.51±0.03
PJ1	1.79±0.09	14.84±0.14	7.72±0.06	64.87±1.29	0.52±0.04	7.92±0.07	46.12±0.02
PJ2	1.33±0.03	14.61±0.09	7.03±0.02	63.13±2.28	0.88±0.03	9.31±0.01	69.52±0.04
BX1	1.96±0.05	10.66±0.02	6.81±0.04	77.13±1.86	0.53±0.05	5.33±0.02	40.21±0.07
BX2	1.38±0.02	19.04±0.19	6.64±0.09	67.85±1.17	0.69±0.01	6.24±0.03	53.79±0.05
HLD1	2.04±0.00	11.59±0.05	7.96±0.05	69.14±1.02	0.86±0.06	5.39±0.07	60.19±0.01
HLD2	1.24±0.04	9.82±0.18	7.28±0.10	66.42±1.53	0.76±0.02	7.83±0.01	102.01±0.06
HLD3	1.84±0.08	14.69±0.12	7.00±0.08	62.22±2.33	0.89±0.05	8.81±0.03	89.19±0.02
HLD4	1.37±0.04	15.42±0.01	6.00±0.07	63.12±1.82	0.75±0.01	7.59±0.04	76.27±0.03
JZ1	1.97±0.09	12.22±0.04	5.91±0.01	65.87±0.33	0.55±0.07	5.96±0.02	72.6±0.05
FX1	0.96±0.02	14.06±0.19	8.04±0.06	63.99±1.94	0.83±0.04	8.34±0.00	68.3±0.01
FX2	2.14±0.04	12.70±0.11	7.03±0.08	70.46±1.38	0.85±0.05	5.96±0.01	96.2±0.04

如表3所示，总酸含量为0.76~2.23 g/100 g，平均值为1.60 g/100 g；氨基态氮含量为0.52~0.89 g/100 g，平均值为0.71 g/100 g；NaCl含量为7.86%~19.04%，平均值为13.02%；还原糖含量为5.20~10.36 g/100 g，平均值为7.18 g/100 g；粗蛋白含量为4.37~9.70 g/100 g，平均值为6.67 g/100 g；水分含量为62.22%~78.56%，平均值为69.83%；游离氨基酸总量为25.28~285.11 g/100 g，平均值为89.92 g/100 g。

2.3 样品的感官评分

表 4 东北传统发酵豆酱样品感官评定结果 (n=3)
Table 4 Sensory evaluation results of traditional fermented soybean paste samples (n = 3)

样品	色泽	气味	滋味	体态	总分
DQ1	11.0	23.5	32.5	11.0	78.0
DQ2	12.0	24.0	30.0	13.0	79.0
DQ3	14.5	26.0	35.0	13.0	88.5
DQ4	11.0	22.0	33.0	12.0	78.0
DQ5	11.5	24.0	31.0	10.5	77.0
DQ6	12.0	25.0	30.0	10.5	77.5
DQ7	12.0	27.0	35.0	13.5	87.5
DQ8	14.5	28.0	38.5	14.5	95.5
QQHE1	10.5	24.0	36.5	14.0	85.0

续表4

样品	色泽	气味	滋味	体态	总分
QQHE2	14.5	28.0	33.5	14.0	90.0
JMS1	10.0	26.0	37.0	12.0	85.0
JMS2	14.0	28.5	35.0	13.5	91.0
YB1	13.0	26.0	36.0	12.5	87.5
YB2	12.0	26.5	37.5	13.0	89.0
TL1	10.5	25.5	36.0	12.0	84.0
TL2	11.0	22.5	35.5	10.0	79.0
TL3	12.5	26.5	36.5	14.0	89.5
TL4	11.0	27.5	37.0	14.5	90.0
TL5	10.0	22.0	32.5	10.0	74.5
TL6	10.5	23.0	33.0	12.0	78.5
TL7	11.0	24.0	32.0	10.0	77.0
TL8	13.0	25.0	34.0	12.0	84.0
SY1	10.0	23.0	34.0	9.0	76.0
SY2	13.0	26.0	36.0	12.0	87.0
SY3	13.0	25.0	36.0	13.5	87.5
SY4	12.0	24.0	32.0	10.0	78.0
LY1	12.0	26.5	37.0	14.0	89.5
LY2	11.5	27.0	34.0	12.0	84.5
AS1	12.5	28.0	35.0	13.5	89.0
AS2	13.0	26.0	35.5	14.0	88.5
YK1	12.0	26.0	37.0	13.5	88.5
YK2	13.5	28.5	38.0	13.5	93.5
PJ1	11.5	22.0	36.0	10.0	79.5
PJ2	12.0	22.0	31.0	10.0	75.0
BX1	13.0	27.0	33.0	14.0	87.0
BX2	11.5	22.5	33.0	12.5	79.5
HLD1	13.0	29.0	35.0	12.0	89.0
HLD2	12.0	23.5	30.0	13.5	79.0
HLD3	11.0	24.0	32.5	11.0	78.5
HLD4	10.5	24.0	32.0	10.5	77.0
JZ1	14.0	27.5	33.5	12.5	87.5
FX1	11.5	20.0	34.0	11.5	77.0
FX2	10.5	23.5	30.0	14.0	78.0

如表4所示, 43 份样品感官评分差异较大, 平均分为89.92 分, 综合评分为74.5~95.5 分, 造成较大感官差异的原因很多, 主要有原材料及制作工艺的差异, 地区间环境的差异、制作时间的差异等。

2.4 豆酱理化指标与感官评定结果的相关性分析

表 5 豆酱理化指标与感官评定的相关性

Table 5 Correlation between physiochemical parameters and sensory evaluation of soybean paste

理化指标	色泽	气味	滋味	体态
总酸	0.016	0.095	0.096	0.039
氨基态氮	-0.037	-0.061	-0.215	0.100
NaCl	-0.352*	-0.375*	-0.236	-0.310*
还原糖	0.023	-0.085	0.095	0.162
粗蛋白	-0.456**	-0.449**	0.220	-0.452**
水分	0.538**	0.563**	0.400**	0.569**
总游离氨基酸	0.008	-0.163	-0.354*	-0.097

注: *.显著相关 ($P<0.05$); **.极显著相关 ($P<0.01$)。

如表5所示, 理化指标与感官评定之间存在一定的相关性。色泽与NaCl呈显著负相关, 与粗蛋白呈极显著

负相关, 与水分呈极显著正相关。气味与NaCl呈显著负相关, 与粗蛋白呈极显著负相关, 与水分呈极显著正相关。滋味与水分呈正相关, 与总游离氨基酸呈负相关。豆酱后熟过程中, 在蛋白酶的作用下水解产生游离氨基酸, 氨基酸本身就是呈味物质^[22], 其中谷氨酸和天冬氨酸呈鲜味, 亮氨酸和异亮氨酸呈苦味^[23-24]。体态与NaCl呈显著负相关, 与粗蛋白呈极显著负相关, 与水分呈极显著正相关。综上所述, 总酸、氨基态氮、NaCl、还原糖、粗蛋白、水分和总游离氨基酸这些理化指标能较好地反应豆酱的感官品质。因此, 能利用这些指标来评价豆酱的感官品质。

2.5 豆酱理化指标的主成分分析

为了更充分地体现出豆酱感官品质的信息, 通过SPSS软件对7 项豆酱理化指标进行主成分分析, 计算出相关矩阵R的特征根和对应的特征根, 选取其中特征根大于1的前3 个特征根作为豆酱理化指标的主成分, 对数据进行方差分析, 提取主成分因子的特征值和方差贡献率^[25], 结果见表6。

表 6 总方差分析

Table 6 Eigenvalues and variance contribution rates

因子序号	初始特征根			提取的因子载荷平方和		
	特征根	方差贡献率/%	累计贡献率/%	特征根	方差贡献率/%	累计贡献率/%
1	2.148	40.690	40.690	2.148	40.690	40.690
2	1.293	28.472	69.162	1.293	28.472	29.162
3	1.017	14.530	83.693	1.017	14.530	83.693
4	0.993	7.186	90.879			
5	0.832	4.885	95.764			
6	0.455	2.493	98.257			
7	0.262	1.743	100.000			

由表6可知, 前3 个主成分的方差累计贡献率达83.693%。则该3 个主成分能够较好地代替以上7 个指标对豆酱的感官品质进行评价。其中第1主成分方差贡献率最大, 为40.690%; 第2主成分为28.472%; 第3主成分的贡献率最小为14.530%。故选这3 个主成分作为主成分因子。

表 7 主成分载荷矩阵

Table 7 Loading matrix of principal components

序号	理化指标	主成分		
		1	2	3
X_1	总酸	-0.07	-0.64	0.31
X_2	氨基态氮	0.20	0.14	-0.64
X_3	NaCl	0.42	0.30	0.23
X_4	还原糖	-0.22	0.69	0.26
X_5	粗蛋白	0.61	-0.02	-0.07
X_6	水分	-0.59	0.07	-0.13
X_7	总游离氨基酸	0.12	0.08	0.60

由表7可得, 经主成分分析提取的3 个主成分, 其表式为:

$$Z_1 = -0.07X_1 + 0.20X_2 + 0.42X_3 - 0.22X_4 + 0.61X_5 - 0.59X_6 + 0.12X_7$$

$$Z_2 = -0.64X_1 + 0.14X_2 + 0.30X_3 + 0.69X_4 - 0.02X_5 + 0.07X_6 + 0.08X_7$$

$$Z_3 = 0.31X_1 - 0.64X_2 + 0.23X_3 + 0.26X_4 - 0.07X_5 - 0.13X_6 + 0.60X_7$$

根据各理化指标载荷量的大小（绝对值），可知 Z_1 主要代表变量为NaCl、粗蛋白和水分， Z_2 主要代表变量为总酸和还原糖， Z_3 主要反映了产品的滋味，代表变量为氨基态氮和总游离氨基酸。

2.6 豆酱理化成分的聚类分析

为避免原始数据存在相关性造成的聚类偏差，利用SPSS软件Cluster过程中的Ward法，将提取出来的3个主成分看作新的变量，并在此基础上进行聚类分析，以各样品的主成分代替原始指标进行分类，结果见图1。

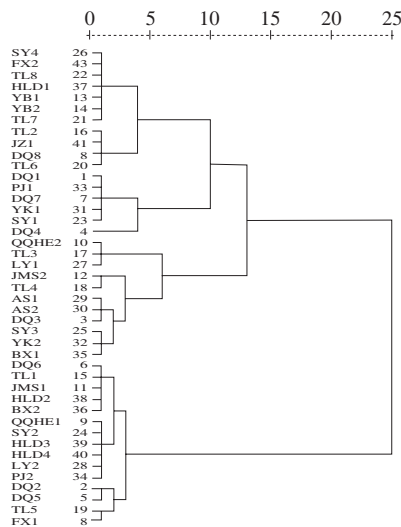


图1 样品聚类分析图谱

Fig. 1 Cluster analysis map of samples

从图1可以看出，将样品分为4类，第1类包含11个样品，分别为SY4、FX2、TL8、HLD1、YB1、YB2、TL7、TL2、JZ1、DQ8、TL6占总样品数的25.58%；第2类包含6个样品，分别为DQ1、PJ1、DQ7、YK1、SY1、DQ4，占总样品数的13.95%；第3类包含11个样品，分别为QQHE2、TL3、LY1、JMS2、TL4、AS1、AS2、DQ3、SY3、YK2、BX1，占总样品数的25.58%；第4类包含15个样品，分别为DQ6、TL1、JMS1、HLD2、BX2、QQHE1、SY2、HLD3、HLD4、LY2、PJ2、DQ2、DQ5、TL5、FX1，占总样品数的34.88%。

根据分类结果，将这4类样品的感官指标进行统计，结果见表8~11。

表8 第1类样品感官评定指标参数

Table 8 Sensory parameters of the first category of samples

项目	色泽	气味	滋味	体态
最小值	11.0	23.0	30.0	10.0
最大值	15.0	29.0	39.0	15.0
均数	12.23	25.36	34.27	12.05
标准差	1.39	2.18	2.53	1.54
变异系数/%	11.37	8.60	7.38	12.78

表9 第2类样品感官评定指标参数

Table 9 Sensory parameters of the second category of samples

项目	色泽	气味	滋味	体态
最小值	10.0	22.0	32.5	9.0
最大值	12.0	27.0	37.0	14.0
均数	11.25	23.917	34.58	11.50
标准差	0.76	2.1075	1.74	1.84
变异系数/%	6.76	8.81	5.03	16

表10 第3类样品感官评定指标参数

Table 10 Sensory parameters of the third category of samples

项目	色泽	气味	滋味	体态
最小值	11.0	25.0	33.0	13.0
最大值	14.5	29.0	38.0	15.0
均数	13.04	27.05	35.59	13.77
标准差	1.06	1.15	1.51	0.410
变异系数/%	8.13	4.25	4.24	2.98

表11 第4类样品感官评定指标参数

Table 11 Sensory parameters of the third category of samples

项目	色泽	气味	滋味	体态
最小值	10	20	30.0	10.0
最大值	13	27	37.0	14.0
均数	11.30	23.97	33.03	11.67
标准差	0.86	1.83	2.46	1.25
变异系数/%	7.61	7.63	7.45	10.71

由表8~11可知，第3类样品平均感官综合得分最高，为89.45分，其最高分为93.5分，最低分为87分，其中100%的样品在85分以上，感官评分最低的是第4类，为79.97分，其最高分为87分，最低分为74.5分。第1类样品的平均感官综合得分为83.91分，最高分为95.5，最低77分，并且其色泽和体态参数变异系数均大于10%。第2类样品除体态外其他各指标参数变异系数均小于10%，感官得分最高为87.5分，最低为76分，平均为81.25分，其中66.67%的样品在80分以下。第3类样品中各指标参数变异系数均小于10%，最高分为93.5分，最低分为87分，平均为89.45分。

由以上分析可知，第3类样品的感官综合平均分最高，根据第3类样品中各个理化指标的最大值和最小值以及GB 2718—2003《酱卫生标准》规定，为得到较好感官品质的豆酱，可控制以下理化指标的含里，具体为NaCl含量应尽量保持在12~17.75 g/100 g之间，水分含量为70.35%~78.56%，氨基态氮含量为0.6~0.84 g/100 g，总酸含量为0.78~1.96 g/100 g、还原糖含量为6.06~9.83 g/100 g。

3 结 论

对东北地区采集的43份豆酱样品理化指标进行检测, pH值为4.1~5.8, 平均值为4.86, 采集温度为0.3~9.4℃, 平均值为3.65℃。总酸含量为0.76~2.23 g/100 g, 平均值为1.60 g/100 g; 氨基态氮含量为0.52~0.89 g/100 g, 平均值为0.71 g/100 g; NaCl含量为7.86%~19.04%, 平均值为13.02%; 还原糖含量为5.20~10.36 g/100 g, 平均值为7.18 g/100 g; 粗蛋白含量为4.37~9.70 g/100 g, 平均值为6.67 g/100 g; 水分含量为62.22%~78.56%, 平均值为69.83%; 游离氨基酸总量为25.28~285.11 g/100 g, 平均值为89.92 g/100 g。

本研究通过对豆酱测得的理化指标与感官评定进行分析, 得到东北传统发酵豆酱感官品质与主要理化指标存在一定的相关性, 采用主成分分析和聚类分析, 在主成分分析的基础上, 将豆酱样品进行分类, 得到能够间接评价豆酱品质的主要成分含量。为获得品质较佳的豆酱, 可控制主要理化指标含量, 即NaCl含量应尽量保持在12~17.75 g/100 g之间, 水分含量为70.35%~78.56%、氨基态氮含量为0.6~0.84 g/100 g, 总酸含量为0.78~1.96 g/100 g, 还原糖含量为6.06~9.83 g/100 g。

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] YU R N, PARK S A, CHUNG D K, et al. Effect of soybean hydrolysate on hypertension in spontaneously hypertensive rats[J]. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 1996, 25(6): 1031-1036.
- [3] WANG H, MURPHY P A. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: effects of variety, crop year, and location[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1994, 42(8): 1674-1677. DOI:10.1021/jf00044a017.
- [4] 杨荣华, 林家莲. 酱油、豆酱中褐色色素的生理功能[J]. 中国调味品, 2000(5): 21-22.
- [5] 鱼红闪, 金凤燮. 大酱发酵过程中大豆皂甙变化的研究[J]. 食品科学, 1999, 20(5): 20-24. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.1999.05.007.
- [6] 范俊峰, 李里特, 张艳艳, 等. 传统大豆发酵食品的生理功能[J]. 食品科学, 2005, 26(1): 250-254. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2005.01.059.
- [7] RUI Y K, WANG W Y, ZHANG H X, et al. Composition and safety analysis of Chinese traditional fermented soybean paste made by transgenic soybean[J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2009, 60(1): 89-92. DOI:10.1080/09637480701603173.
- [8] 鞠洪荣. 浅谈日本、韩国豆酱的成分与风味[J]. 中国调味品, 1995(6): 4-5.
- [9] 包启安. 豆酱的功能性[J]. 中国酿造, 2002, 21(3): 1-6. DOI:10.3969/j.issn.0254-5071.2002.03.001.
- [10] 张彦茹, 肖霄, 吴瑞华, 等. 不同菌种对豆酱品质的影响[J]. 中国调味品, 2008(2): 81-83. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2008.02.017.
- [11] 李志江, 戴凌燕, 王欣, 等. 米曲霉和黑曲霉双菌种制曲对豆酱酶系影响的研究[J]. 农产品加工(创新版), 2010(10): 51-54.
- [12] NAM Y D, LEE S Y, LIM S I. Microbial community analysis of Korean soybean pastes by next-generation sequencing[J]. International Journal of Food Microbiology, 2012, 155(1/2): 36-42. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2012.01.013.
- [13] KIM T W, LEE J H, PARK M H, et al. Analysis of bacterial and fungal communities in Japanese- and Chinese-fermented soybean pastes using nested PCR-DGGE[J]. Current Microbiology, 2010, 60(5): 315-320. DOI:10.1007/s00284-009-9542-4.
- [14] 武俊瑞, 王晓蕊, 唐筱扬, 等. 辽宁传统发酵豆酱中乳酸菌及酵母菌分离鉴定[J]. 食品科学, 2015, 36(9): 78-83. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201509015.
- [15] 陈玲, 崔春, 赵海峰, 等. 大豆蒸煮时间对黄豆酱发酵过程中理化特性的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(15): 54-57. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.15.002.
- [16] EVANS D G, EVERIS L K, BETTS G D. Use of survival analysis and classification and regression trees to model the growth/no growth boundary of spoilage yeasts as affected by alcohol, pH, sucrose, sorbate and temperature[J]. International Journal of Food Microbiology, 2004, 92(1): 55-67. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.03.054.
- [17] 赵建新. 传统豆酱发酵过程分析与控制发酵的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2011.
- [18] 张水华. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004: 23-26.
- [19] 刘媛, 谢孟峡. FMOC-C1为柱前衍生化试剂对氨基酸的RP-HPLC定量分析方法的研究[J]. 现代仪器, 1999(6): 14-17.
- [20] 刘惠文. 柱前和柱后衍生高效液相色谱分析氨基酸方法进展与评述[J]. 氨基酸和生物资源, 1995, 17(2): 50-55.
- [21] 金明, 牛宏亮, 袁辉, 等. 高效液相色谱柱后衍生法测定鸡肉中的18种氨基酸[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(1): 212-215.
- [22] TSENG Y H, LEE Y L, LI R C, et al. Non-volatile flavor components of *Ganoderma tsugae*[J]. Food Chemistry, 2005, 90(3): 409-415.
- [23] 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): 23-24. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2006.09.004.
- [24] 章建浩, 周光宏, 朱建辉, 等. 金华火腿传统加工过程中游离氨基酸和风味物质的变化及其相关性[J]. 南京农业大学学报, 2004, 27(4): 96-100.
- [25] 曹丽丽, 徐大伦, 赵辉, 等. 糟粕带鱼感官品质与理化指标的相关性研究[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(7): 116-121.