

## 盐浓度对东北农家酱品质变化的影响

解双瑜<sup>1</sup>, 毛文颖<sup>2</sup>, 李智<sup>1</sup>, 刘东傲<sup>1</sup>, 孙波<sup>1\*</sup>

(1. 东北农业大学 食品学院, 哈尔滨 150030; 2. 哈尔滨技师学院 医药工程系, 哈尔滨 150526)

**摘要:** 文章研究了东北农家酱发酵过程中盐浓度对其品质变化的影响。通过控制东北农家酱的盐浓度(8%、10%、12%), 在其发酵过程中(0, 15, 30, 45, 60 d)测定其品质变化, 包括感官品质(滋味、气味、色泽、体态)、理化与微生物指标(总酸、氨基酸态氮、菌落总数), 同时采用电子鼻对产生的风味物质种类进行了初步的分析。结果表明, 盐浓度为 10% 的样品感官品质评分最高, 其各项评分分别为 35.90, 25.90, 17.30, 9.00。电子鼻结果表明, 东北农家酱在发酵过程中, 会生成甲基类、醇类、醛酮类化合物, 而盐浓度的增加会抑制烷烃类、醇类与氢化物类化合物的产生。酱中的总酸、氨基酸态氮与菌落总数随着盐浓度的增加呈现出下降的趋势。其中盐浓度为 10% 的样品的理化与微生物指标最为适宜, 其各项指标分别为 1.06 g/100 g, 1.68 g/100 g, 8.10 lg CFU/g。由此可知, 过高或过低的盐浓度都会降低东北农家酱的品质, 结合感官品质评价与理化指标可知当盐浓度为 10% 比较适合东北农家酱的发酵。

**关键词:** 东北农家酱; 盐浓度; 感官品质; 电子鼻; 理化指标; 微生物指标

中图分类号: TS264.2

文献标志码: A

doi: 10.3969/j.issn.1000-9973.2022.07.003

文章编号: 1000-9973(2022)07-0014-06

### Effect of Salt Concentration on the Quality of Farmhouse Fermented Soybean Paste in the Northeast China

XIE Shuang-yu<sup>1</sup>, MAO Wen-ying<sup>2</sup>, LI Zhi<sup>1</sup>, LIU Dong-ao<sup>1</sup>, SUN Bo<sup>1\*</sup>

(1. College of Food Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Department of Medical Engineering, Harbin Technician College, Harbin 150526, China)

**Abstract:** In this paper, the effect of salt concentration on the quality of farmhouse fermented soybean paste in the northeast China during the fermentation process is studied. The salt concentration (8%, 10%, 12%) in the farmhouse fermented soybean paste in the northeast China is controlled, and its quality changes during the fermentation process (0, 15, 30, 45, 60 d) are measured, including sensory quality (taste, flavor, color, state), physicochemical and microbiological indexes (total acid, amino acid nitrogen, total number of colonies). At the same time, the electronic nose is used to conduct preliminary analysis on the types of produced flavor substances. The results show that the sensory quality score of the sample with the salt concentration of 10% is the highest, and the scores are 35.90, 25.90, 17.30, 9.00 respectively. The electronic nose results show that during the fermentation process of the farmhouse fermented soybean paste in the northeast China, methyl, alcohol, aldehyde and ketone compounds can be produced. The increase of salt concentration will inhibit the production of alkane, alcohol and hydride compounds. The total acid, amino acid nitrogen and total number of colonies in the soybean paste show a downward trend with the increase of salt concentration. Among them, the physicochemical and microbiological indexes of the sample with the salt concentration of 10% are the most suitable, and the indexes are 1.06 g/100 g, 1.68 g/100 g and 8.10 lg CFU/g respectively. Therefore, too high or too low salt concentration will reduce the quality of farmhouse fermented soybean paste in the northeast China. Combining sensory quality evaluation and physicochemical indexes, it can be seen that when the salt concentration is 10%, it is more suitable for fermentation of farmhouse fermented soybean paste in the northeast China.

**Key words:** farmhouse fermented soybean paste in the northeast China; salt concentration; sensory quality; electronic nose; physicochemical indexes; microbiological indexes

东北农家酱是我国东北地区的传统发酵食品, 是以大豆、食盐与水为原料经过自然发酵形成的半固态

调味品<sup>[1-2]</sup>。由于其原料营养丰富, 发酵方式特殊, 发酵成熟的东北农家酱具有丰富的风味物质, 形成了东

收稿日期: 2022-01-21

作者简介: 解双瑜(1994-), 女, 硕士, 研究方向: 农产品加工及贮藏工程。

\* 通讯作者: 孙波(1962-), 男, 副教授, 硕士, 研究方向: 发酵工程。

引文格式: 解双瑜, 毛文颖, 李智, 等. 盐浓度对东北农家酱品质变化的影响[J]. 中国调味品, 2022, 47(7): 14-19.

北农家酱独特的风味<sup>[3-4]</sup>。

东北农家酱采用自然发酵的方式,导致原料与环境中的微生物都会进入酱中参与发酵过程<sup>[5-7]</sup>,而在此过程中控制不当会导致其中的杂菌滋生,并生成具有异味的风味物质<sup>[8-9]</sup>。这些异味会影响东北农家酱的产品品质,降低其可食用性,严重时还会导致产品无法食用,使产品失去价值。因此,需要添加大量的食盐来控制其中微生物的增殖与代谢。在其发酵过程中食盐含量过低时,食盐对杂菌的抑制作用降低<sup>[10-11]</sup>,会促进这些不良的挥发性风味物质的生成。而过量的食盐除了能够抑制杂菌的活动外,还会在一定程度上抑制有益菌的活动,导致发酵缓慢,延长生产周期,也不符合现代人对低盐健康食品的追求<sup>[12-13]</sup>。因此,为保证东北农家酱的品质,选择合适的盐浓度十分重要。

对于东北农家酱而言,在保证食品安全的前提下,最重要的品质即为产品的风味。目前对于东北农家酱风味最常用的分析方法为传统感官品质评价法。传统感官品质评价法的优点是能够直观地分辨产品的优劣进而反映产品品质<sup>[14-15]</sup>。但传统感官品质评价又受个体差异、心理及环境因素的影响,存在主观性强、数据重复性差的问题<sup>[16-17]</sup>。而电子鼻能很好地弥补了传统感官品质评价法的这些弊端,电子鼻是一种模拟人体生理嗅觉的智能感官分析设备<sup>[18-19]</sup>,具有操作简便、数据结果稳定的特点,在各种食品的气味评价中均有广泛的应用<sup>[20-22]</sup>。

本文通过研究不同盐浓度东北农家酱发酵过程中其感官品质与理化、微生物指标的变化,并对其进行电子鼻分析,初步分析其中风味物质的可能成分;同时利用主成分分析(PCA)等多元统计手段,对比不同样品之间的差异性。该研究结果可以在保证东北农家酱品质稳定的条件下选择适宜的盐浓度,也可以为后续分析东北农家酱中的风味物质成分、改善其发酵品质提供一定的理论基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 仪器与设备

PEN3 型便携式电子鼻 德国 Airsense 公司;  
LG10-2.4A 型高速离心机 北京医用离心机厂;  
FA2004 型分析天平 上海衡平仪器仪表厂;  
DH2500A 型电热恒温培养箱 天津市泰斯特仪器有限公司;超净工作台 苏净集团安泰公司。

### 1.2 东北农家酱的样品制备

#### 1.2.1 东北农家酱的生产工艺流程

大豆→除杂→浸泡→蒸豆→卡块→制曲→曲块入酱缸→加盐水→发酵→打耙、晒酱→灌装封袋→杀菌→成品。

#### 1.2.2 东北农家酱的样品制备

样品制曲过程参照文献<sup>[14]</sup>进行。酱曲成熟后选择 9 个 150 kg 的酱缸,在每个酱缸中加入 30 kg 酱曲

与 70 kg 水,然后分别按 8%、10%、12% 的比例加盐,每个盐浓度 3 个酱缸。发酵期间控制发酵室内恒温恒湿,酱缸每天充分打耙 2 次,60 d 后发酵结束。上述样品制备过程均在黑龙江省北安市红星农场北大荒亲民有机食品有限公司东北农家酱生产车间完成。

#### 1.2.3 东北农家酱发酵过程中的样品采集

将曲块入酱缸加盐水的日期记为第 0 天,混合均匀后取样 200 g,以后每隔 15 d 在同一位置进行取样,至发酵 60 d 共取样 5 次。将上述所有样品储存于 -18 ℃ 条件下,用于感官品质评价、电子鼻分析及理化微生物指标的测定。

### 1.3 感官品质评价

参照文献<sup>[11]</sup>的感官品质评价法对发酵过程中的样品从滋味、气味、色泽和体态 4 个方面进行评价。感官品质评价表见表 1。

表 1 感官品质评价表  
Table 1 Sensory quality evaluation table

项目	标准	得分
滋味	咸度适口,无酸、涩及其他异味	27~40
	略咸或淡,略有酸、涩等异味	13~26
	过咸或淡,酸或涩味突出	1~12
气味	有酱香和酯香,无不良气味	21~30
	有酱香和酯香,略有不良气味	11~20
	无酱香和酯香,有不良气味	1~10
色泽	黄褐色或棕褐色,有光泽	14~20
	黑褐色,略有光泽	7~13
	土黄或黑色,无光泽	1~6
体态	稠稠适度,无异物	8~10
	略稀或干,无异物	4~7
	过稀或干,有异物	1~3

### 1.4 电子鼻检测

#### 1.4.1 样品前处理方法

准确称取 5.00 g 东北农家酱样品于 20 mL 电子鼻样品瓶中,然后置于 55 ℃ 下水浴加热 20 min,25 ℃ 下平衡 10 min 后插入电子鼻探头,对东北农家酱样品中挥发性风味物质进行采集,并由 10 个金属氧化电极对其进行数据采集和分析。

#### 1.4.2 电子鼻检测方法

PEN3 型便携式电子鼻传感器性能描述见表 2。电子鼻分析参数:采集时间 120 s,进样量 1000 μL,顶空加热温度 70 ℃,顶空加热时间 200 s,延滞采集时间 600 s,数据采集时间 120 s,采集周期 1.0 s,载气为高纯空气,流速 150 mL/min,顶空注射体积 500 μL,注射速度 500 μL/s,注射总体积 2.5 mL,平行测定 3 次。

表 2 电子鼻传感器性能描述

Table 2 Performance description of electronic nose sensors

阵列序号	传感器名称	性能描述
1	W1C	芳香成分

续表

阵列序号	传感器名称	性能描述
2	W5S	灵敏度大,对氮氧化物很灵敏
3	W3C	氨水,对芳香成分灵敏
4	W6S	主要对氢气有选择性
5	W5C	烷烃芳香成分
6	W1S	对甲烷灵敏
7	W1W	对硫化物灵敏
8	W2S	对乙醇灵敏
9	W2W	芳香成分,对有机硫化物灵敏
10	W3S	对烷烃灵敏

### 1.5 理化、微生物指标的测定

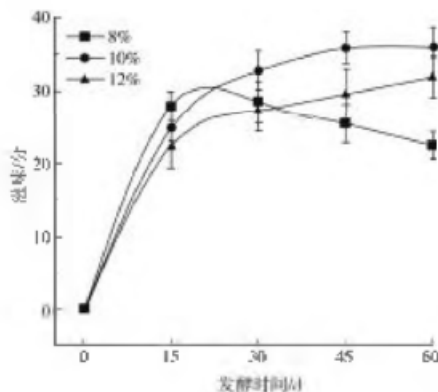
总酸参照 GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》<sup>[23]</sup>,氨基酸态氮参照 GB 5009.235—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸态氮的测定》<sup>[24]</sup>,菌落总数参照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》<sup>[25]</sup>。

### 1.6 数据处理

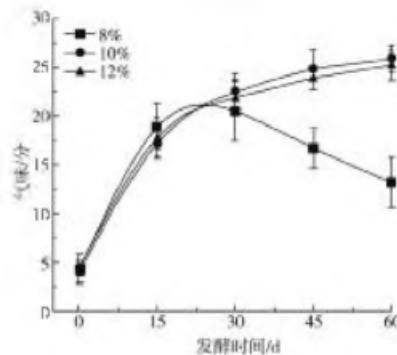
统计分析采用 SIMCA-P+13 软件进行主成分分析 (principal components analysis, PCA); 采用 SPSS 22 软件进行单因素方差分析、二元逻辑回归分析; 采用 Origin 2021 软件进行绘图。

## 2 结果与分析

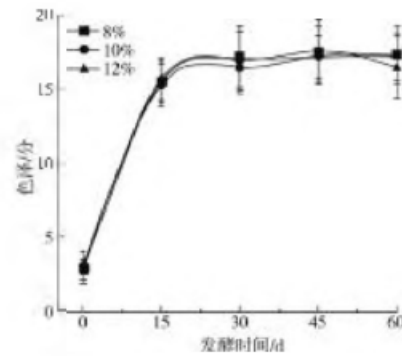
### 2.1 感官品质评价结果



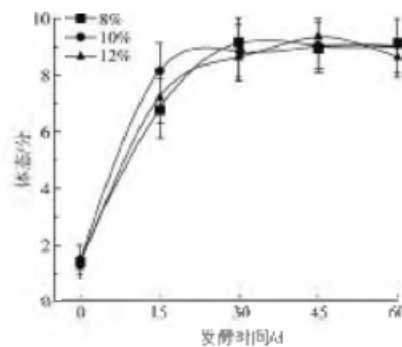
a. 东北农家酱滋味评分



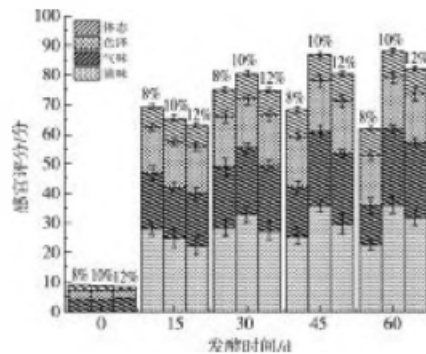
b. 东北农家酱气味评分



c. 东北农家酱色泽评分



d. 东北农家酱体态评分



e. 东北农家酱总感官品质评分

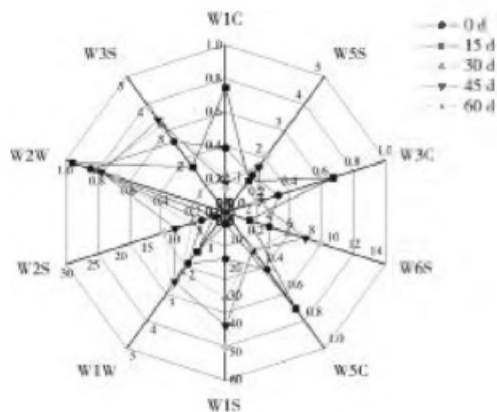
图 1 东北农家酱感官品质评价

Fig. 1 Sensory quality evaluation of farmhouse fermented soybean paste in the northeast China

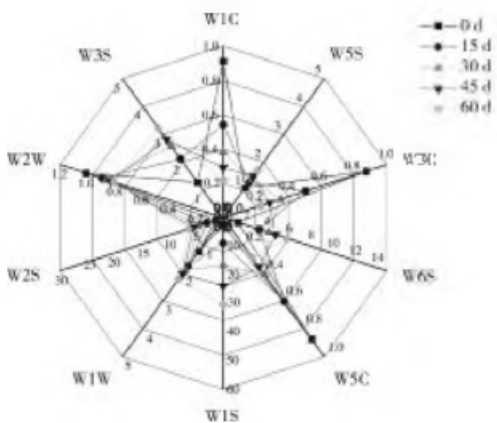
由图 1 可知,当盐浓度为 8% 时,东北农家酱的滋味与气味评分在发酵 30 d 时达到最高值,随后逐渐减小,体态与色泽评分在发酵 30 d 时达到最高值,随后再无显著变化。至 60 d 发酵结束时,其滋味、气味、体态与色泽评分分别为 22.40, 13.20, 9.00, 17.20。当盐浓度为 10% 时,农家酱的滋味评分在 45 d 时达到最高值,随后再无显著变化;气味评分随着发酵时间的延长持续增加,体态与色泽评分的变化趋势与盐浓度 8% 的样品相同。至 60 d 发酵结束时,其滋味、气味、体态与色泽评分分别为 35.90, 25.90, 9.00, 17.30。当盐浓度为 12% 时,农家酱的滋味与气味评分随着发

酵时间的延长持续增加,体态与色泽评分在发酵 30 d 时达到最高值,随后再无显著变化;至 60 d 发酵结束时,其滋味、气味、体态与色泽评分分别为 31.90,25.20,8.60,16.50。从总感官品质评分可以看出,在发酵 15 d 时,盐浓度为 8% 的样品评分最高,随着盐浓度的增加,总感官品质评分逐渐降低;在发酵 30 d 时,盐浓度为 10% 的样品评分最高,8% 与 12% 评分无显著差异;在发酵 45 d 与 60 d 时,盐浓度为 10% 的样品评分最高,其次为 12%,8% 的样品最低。至 60 d 发酵结束时,8%、10%、12% 盐浓度样品的总感官品质评分分别为 61.80,88.10,82.20。在东北农家酱的发酵初期,盐浓度越低其风味物质转化越快,因此发酵前 15 d 时,其感官品质与盐浓度成反比。而随着发酵时间的延长,在低盐浓度的酱中,大量的有害杂菌开始繁殖与代谢,使得酱出现了不良的滋味与气味,感官品质大幅下降。前人的研究表明,在酱油的发酵过程中降低盐浓度会导致产品中产生明显的酸味,降低感官品质,这与本文的研究结果类似<sup>[26]</sup>。从总感官品质评分来看,在东北农家酱发酵过程中控制盐浓度为 10% 比较适宜。

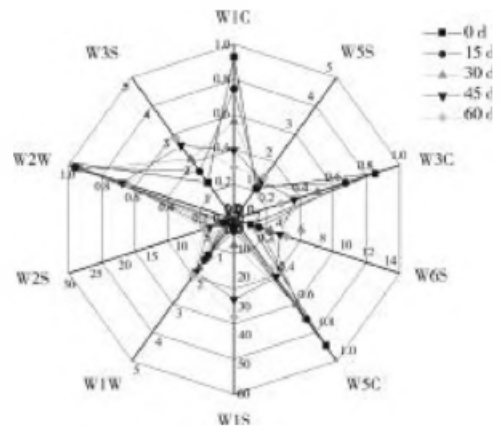
### 2.2 电子鼻传感器响应值结果



a. 盐浓度为 8% 的东北农家酱电子鼻数据变化雷达图



b. 盐浓度为 10% 的东北农家酱电子鼻数据变化雷达图



c. 盐浓度为 12% 的东北农家酱电子鼻数据变化雷达图

图 2 东北农家酱电子鼻数据变化雷达图

Fig. 2 Radar charts of electronic nose data changes of farmhouse fermented soybean paste in the northeast China

由图 2 可知,随着发酵时间的延长,W5S、W6S、W1S、W1W、W2S、W3S 传感器响应值有所增加,而 W1C、W3C、W5C 传感器响应值减少,W2W 传感器响应值无明显变化。其中 W1S 传感器响应值增长幅度最大,W2S 传感器响应值增长幅度第二,但远低于 W1S 传感器的增长幅度,W6S 传感器响应值增长幅度第三,其他传感器响应值增长幅度接近。盐浓度 8% 的样品在发酵 0~15 d 期间,电子鼻传感器响应值变化幅度最大,盐浓度 12% 的样品在发酵 30~45 d 期间,电子鼻传感器响应值变化幅度最大。该结果说明,东北农家酱在发酵过程中,生成了大量的甲基类化合物,还有部分醇类、醛酮类化合物及氯化物的生成,与此同时芳香化合物、氨类物质、短链烷烃与有机硫化物含量逐渐减少。对无机硫化物敏感的 W1W 传感器响应值增加,说明东北农家酱在发酵过程中可能产生带刺激性气味的硫化氢,且随发酵时间延长,硫化氢生成量增加。

而随着盐浓度的增加,W1C、W3C、W5C 与 W2W 传感器响应值逐渐增加,但整体变化幅度较小。W5S、W6S、W1S、W1W、W2S、W3S 传感器响应值逐渐降低,其中 W1S 传感器响应值降低幅度最大,W2S 传感器响应值降低幅度第二,W6S 传感器响应值降低幅度第三,其他传感器响应值降低幅度接近。这说明盐浓度的改变主要影响烷烃类、醇类与氯化物类化合物的产生,当盐浓度增加时,会抑制这几类化合物的产生。同时盐浓度为 10% 与 12% 的样品在 W1S 与 W1W 传感器的响应值接近,说明在甲基类化合物与无机硫化物水平上二者接近。

### 2.3 电子鼻数据主成分分析结果

为研究不同盐浓度样品在发酵过程中的气味变化规律并加以分析,首先采用主成分分析进行数据降维分析,该方法可直观反映数据信息,并进行线性分类<sup>[27]</sup>。主成分分析结果见图 3,PC1 为 92.2%,PC2 为 4.2%,前两个主成分累计方差贡献率为 96.4%,可

以代表电子鼻数据的总体信息。该结果表明,在发酵初期,不同盐浓度的东北农家酱的电子鼻检测结果相似,说明发酵第 0 天时不存在差异,随着发酵进行,不同盐浓度的东北农家酱开始出现显著差异。其中,在发酵 60 d 时,盐浓度 8% 的样品与其他样品差异最大,该结果与感官品质评价结果一致。

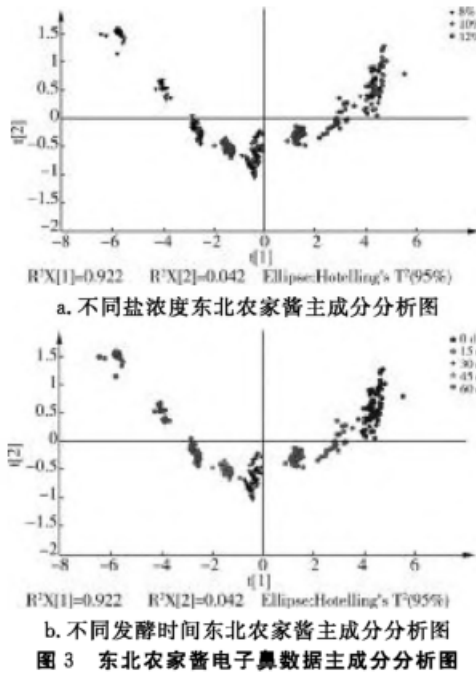


Fig. 3 PCA of electronic nose data of farmhouse fermented soybean paste in the northeast China

#### 2.4 理化、微生物指标测定结果

由图 4 可知,在盐浓度为 8% 与 10% 时,随着发酵时间的延长,农家酱的总酸与菌落总数呈现持续上升的趋势,氨基酸态氮在 45 d 时达到最大值,随后趋于稳定。至 60 d 发酵结束时,盐浓度为 8% 的样品的总酸、氨基酸态氮与菌落总数分别为 2.22 g/100 g、1.19 g/100 g、8.90 lg CFU/g;盐浓度为 10% 的样品的总酸、氨基酸态氮与菌落总数分别为 1.68 g/100 g、1.06 g/100 g、8.10 lg CFU/g。在盐浓度为 12% 时,随发酵时间的延长,农家酱的总酸、氨基酸态氮和菌落总数均呈现持续上升的趋势。至 60 d 发酵结束时,其总酸、氨基酸态氮和菌落总数分别为 1.29 g/100 g、0.97 g/100 g、7.60 lg CFU/g。而对比前人的研究结果可以发现,在蚕豆酱<sup>[28]</sup>与豆瓣酱<sup>[29]</sup>的发酵过程中也有相似的变化趋势,这是由于东北农家酱、蚕豆酱与豆瓣酱都是有大量微生物参与生产的产品。氨基酸态氮和总酸都是东北农家酱中微生物的代谢产物,在一定程度上能反映东北农家酱中微生物的数量与活跃程度。盐浓度越高时,东北农家酱的总酸与氨基酸态氮含量越低,结合菌落总数可以看出当升高盐浓度时酱中的微生物活动受到了抑制。总酸是酱中所有氢离子的总和,过高的酸会影响酱的口感,因此一般酱中的

酸都控制在 2.0 g/100 g 以下。由图 4 中 a 可知,当盐浓度为 8% 时,发酵 60 d 后酱中的总酸含量高于 2.0 g/100 g,因此该盐浓度不适宜东北农家酱的发酵。而氨基酸态氮代表酱中营养物质的转化程度,氨基酸态氮的含量除了受到微生物的影响外,很大程度上还受到原料的影响<sup>[30]</sup>,因此盐浓度的改变对氨基酸态氮的影响较小。

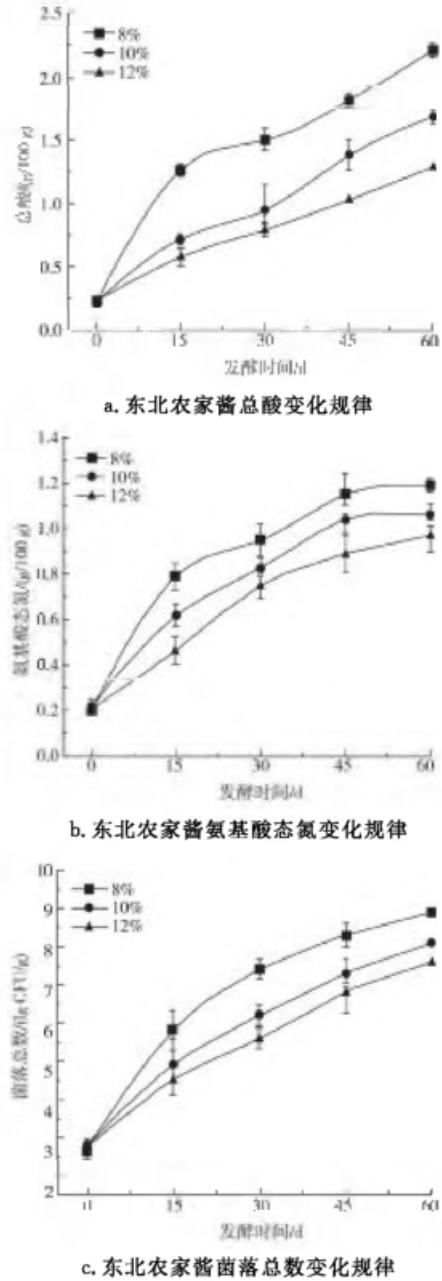


图 4 东北农家酱理化、微生物指标  
Fig. 4 Physicochemical and microbiological indexes of farmhouse fermented soybean paste in the northeast China

### 3 结论

本文研究了不同盐浓度东北农家酱发酵过程中品

质的变化,并基于电子鼻对东北农家酱的风味特征进行了分析。结果表明,盐浓度主要影响东北农家酱发酵过程中的滋味与气味,而对体态与色泽的影响不大。同时电子鼻数据分析表明,当在东北农家酱发酵过程中减少其盐浓度时,会抑制烷烃类、醇类与氢化物类化合物的产生。将上述结果与多元统计分析手段相结合,可对不同盐浓度的东北农家酱之间的差异进行客观、有效地判别。盐浓度还会影响东北农家酱的理化与微生物指标,盐浓度越高,其总酸、氨基酸态氮与菌落总数的数值越低。结合感官品质评价与理化指标可知,在东北农家酱发酵过程中控制盐浓度为10%较为适宜。

参考文献:

- [1]安飞宇,姜静,武俊瑞,等.自然发酵豆酱的滋味特性与微生物多样性分析[J].中国食品学报,2020,20(7):207-215.
- [2]马晓菲.满族非物质文化遗产产业化研究[D].沈阳:沈阳建筑大学,2018.
- [3]AN F Y, LI M, ZHAO Y, et al. Metatranscriptome-based investigation of flavor-producing core microbiota in different fermentation stages of dajiang, a traditional fermented soybean paste of Northeast China[J]. Food Chemistry, 2021, 343: 128509.
- [4]KIM M J, KWAK H S, JUNG H Y, et al. Microbial communities related to sensory attributes in Korean fermented soy bean paste (doenjang) [J]. Food Research International, 2016, 89: 724-732.
- [5]LEE S M, LEE S, SINGH D, et al. Comparative evaluation of microbial diversity and metabolite profiles in doenjang, a fermented soybean paste, during the two different industrial manufacturing processes[J]. Food Chemistry, 2017, 221: 1578-1586.
- [6]YUE X Q, LI M H, LIU Y M, et al. Microbial diversity and function of soybean paste in East Asia; what we know and what we don't[J]. Current Opinion in Food Science, 2021, 37: 145-152.
- [7]KIM T W, LEE J H, KIM S E, et al. Analysis of microbial communities in doenjang, a Korean fermented soybean paste, using nested PCR-denaturing gradient gel electrophoresis [J]. International Journal of Food Microbiology, 2009, 131(2): 265-271.
- [8]INOUE Y, KATO S, SAIKUSA M, et al. Analysis of the cooked aroma and odorants that contribute to umami aftertaste of soy miso (Japanese soybean paste) [J]. Food Chemistry, 2016, 213: 521-528.
- [9]STONE H, BLEIBAUM R, THOMAS H. Sensory Evaluation Practices[M]. Washington D. C. : Academic Press, 2012.
- [10]CHUN B H, KIM K H, SANG E J, et al. The effect of salt concentrations on the fermentation of doenjang, a traditional Korean fermented soybean paste[J]. Food Microbiology, 2020, 86: 103329.
- [11]解双瑜,孙波,刘丽,等.减盐对东北农家酱中生物胺形成的影响[J].食品科学,2021,42(3):92-97.
- [12]CAPPUCCIO F P, CAMPBELL N R C. Population dietary salt reduction and the risk of cardiovascular disease: a commentary on recent evidence[J]. Journal of Clinical Hypertension, 2017, 19(1): 4-5.
- [13]ZANDSTRA E H, LION R, NEWSON R S. Salt reduction: moving from consumer awareness to action[J]. Food Quality and Preference, 2016, 48: 376-381.
- [14]李天一,孙波,解双瑜,等.不同贮藏条件下东北农家酱品质变化及其货架期预测[J].食品与发酵工业,2020,46(10): 209-214.
- [15]吴生文,林培,叶芝红,等.特香型白酒风味轮的构建及典型感官特性描述研究[J].中国酿造,2021,40(1):148-153.
- [16]宫雪,刘宁,李二虎,等.基于电子鼻的葡萄酒感官评价模型的构建[J].中国酿造,2014,33(5):67-71.
- [17]杨进军,胡金祥,王林,等.气质联用技术结合电子鼻分析红酸汤挥发性风味差异[J].食品与发酵工业,2020,46(14): 234-242.
- [18]苏可珍,罗杨合,黎小椿,等.油炸时间对荔浦芋感官评价和电子鼻分析的影响[J].食品与机械,2020,36(6):56-59,74.
- [19]李晓哈,陈慧敏,王宝怡,等.电子鼻评价不同萎凋工艺对红茶香气的影响[J].茶叶通讯,2020,47(1):102-106.
- [20]BLANCO-RODRIGUEZ A, CAMPO F, MORALES O M, et al. Development of an electronic nose to identify and classify odours from spirits beverages[J]. Chemical Engineering Transactions, 2016, 54: 337-342.
- [21]GŁĘBICKI J, SZULCZYŃSKI B. Discrimination of selected fungi species based on their odour profile using prototypes of electronic nose instruments [J]. Measurement, 2018, 116: 307-313.
- [22]SAHA P, GHORAI S, TUDU B, et al. Feature fusion for prediction of the aflavin and the arubigin in tea using electronic tongue[J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2017, 66(7): 1703-1710.
- [23]国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会.食品中总酸的测定:GB/T 12456—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [24]国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会.食品安全国家标准 食品中氨基酸态氮的测定:GB 5009.235—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [25]国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会.食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定:GB 4789.2—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [26]TIN H S,周斌,侯莎,等.盐分对广式高盐稀态酱油发酵微生物菌群结构的影响[J].食品与发酵工业,2022,48(1): 45-54.
- [27]徐向丽.一种用于冷链物流肉类品质在线检测的电子鼻系统[J].食品工业,2020,41(3):201-203.
- [28]杨希.盐浓度对蚕豆酱发酵过程中原核微生物多样性及理化因子的影响[J].食品与发酵工业,2022,48(4):200-206.
- [29]YANG Y, NIU C T, SHAN W X, et al. Physicochemical, flavor and microbial dynamic changes during low-salt doubanjiang (broad bean paste) fermentation [J]. Food Chemistry, 2021, 351: 128454.
- [30]KIM S S, KWAK H S, KIM M J. The effect of various salinity levels on metabolomic profiles, antioxidant capacities and sensory attributes of doenjang, a fermented soybean paste [J]. Food Chemistry, 2020, 328: 127176.