

# Research Progress in Determining the Physical and Chemical Indexes of Soy Sauce

Heda Wang, Denghui Yang, Xiuming Jiang\*

School of Chemistry and Chemical Engineering, Henan University of Technology,  
Zhengzhou Henan  
Email: [jxm1965@haut.edu.cn](mailto:jxm1965@haut.edu.cn), [727783805@qq.com](mailto:727783805@qq.com)

Received: Jun. 19<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jul. 2<sup>nd</sup>, 2020; published: Jul. 9<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Soy sauce is a traditional Chinese condiment. Using beans, wheat and bran as raw materials, a variety of microorganisms ferment together. In the brewing process, soy sauce produces a variety of active substances. Soy sauce has many physical and chemical indicators such as: sodium chloride, amino acid nitrogen, total acid and total nitrogen content. In recent years, many experts and scholars at home and abroad have conducted in-depth and detailed research on it. This article mainly introduces the quick detection method of common soy sauce physical and chemical indicators, which is of great significance for improving the flavor of soy sauce, strengthening production, strengthening supervision and testing, and improving the quality of soy sauce.

## Keywords

Soy Sauce, Sodium Chloride, Amino Nitrogen, Total Nitrogen Content, Total Acid Content

---

# 测定酱油理化指标的研究进展

王鹤达, 杨登辉, 江秀明\*

河南工业大学化学化工学院, 河南 郑州  
Email: [jxm1965@haut.edu.cn](mailto:jxm1965@haut.edu.cn), [727783805@qq.com](mailto:727783805@qq.com)

收稿日期: 2020年6月19日; 录用日期: 2020年7月2日; 发布日期: 2020年7月9日

---

## 摘要

酱油是一种中国传统调味品。以用豆、麦、麸皮等为原料, 多种微生物共同发酵而成。酱油在酿造过程中会产生多种活性物质, 酱油有诸多理化指标如: 氯化钠、氨基酸态氮、总酸以及总氮含量等。近年来,

\*通讯作者。

国内外诸多专家学者对其进行了深入细致的研究。本文主要介绍了常见的酱油理化指标快速检测方法,这对于改善酱油的风味、强化生产、加强监督检查、提升酱油品质具有重要的意义。

## 关键词

酱油, 氯化钠, 氨基氮, 总氮含量, 总酸含量

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

酱油是我们日常生活中不可缺少的传统调味品,以蛋白质及淀粉等为原料,经微生物(霉菌、乳酸菌和酵母)在近 20% NaCl 的溶液中发酵而成[1],富含多种营养成分、集调色、调味于一体,能增进食欲、助消化[2]。酱油含有数百种化合物,具有多种香味和口味。酱油的香味和口味取决于制造商使用的原材料和生产工艺。随着人民生活水平的日益提高,调味方式的改变也逐渐成为健康饮食的要素之一,人们从原来片面追求色、香、味的传统调味方式转而向讲究原色、原汁、原味的现代健康调味方式[3] [4]。近些年,国内外专家学者已经进行了许多关于酱油的研究。Feng 等人证明了酱油在饮食中的烹饪效果[5]。酱油的感官特性也有报道,Jeong 等人研究了韩国和日本生产的 6 种发酵酱油的感官特性[6]。Cherdchu 等人对亚洲和美国的 20 种具有代表性的酱油进行了描述性分析,报告了 58 种感官特征[7]。深入了解酱油制作过程,制作工艺,反应原理,对改善酱油的风味提高酱油品质有着十分重要的意义和影响。同时利用简单、快速的检测方法,可以很大程度上约束不法商人、掺杂、造假。目前酱油的主要理化指标有:氯化钠、氨基酸态氮、总酸、全氮、可溶性无盐固形物、铵盐含量等。

## 2. 酱油指标的检测方法

### 2.1. 酱油中氯化钠含量的检测方法

一般来说,酱油含有 12%~18% 的高浓度氯化钠,以防止微生物腐败。氯化钠还可以与谷氨酸等其他化合物协同作用,提高酱油的口感。在盐水发酵中,需要高浓度氯化钠(最大 24% w/v)使乳酸菌生长。陈忠明等人改进了酱油中氯化钠的检测方法,使用银电极电位滴定法与指示剂法(莫尔法)分别测定[8]。两种方法的回收率 > 98%,对同一样品测定 10 次,标准偏差为 0.13, CV% = 0.84。本方法不受颜色影响,终点突越范围大,灵敏,电位滴定法代替指示剂法(莫尔法)。

Alam Shah Syifa 等人根据 AOAC (2000),采用莫尔法测定酱油中的 NaCl 含量[9]。将酱油样品(100 g)在 110°C 的烘箱中干燥,直至恒重。每个干燥的样品(0.25 g)在锥形瓶中称重,并加入 100 毫升开水溶解样品。然后加入少量碳酸氢钠(NaHCO<sub>3</sub>)将 pH 值调整到 7~10。向溶液中添加指示剂铬酸钾(K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) (2 mL),并用硝酸银(AgNO<sub>3</sub>)滴定混合物。

杨洁等人使用电导法测定酱油中氯化钠的含量,根据溶液电导率的变化确定化学计量点根据消耗的 AgNO<sub>3</sub> 体积,计算出 NaCl 的百分含量[10]。最终可以得到令人满意的实验结果,其相对标准偏差为 0.14%,回收率可达 99.00%~100.83%;并且进行了离子干扰实验,以证明酱油中存在的 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ba<sup>2+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 对实验结果没有干扰。

## 2.2. 酱油中氨基酸态氮含量的检测方法

酱油的风味和营养价值取决于氨基酸的氮含量, 通常来说, 氨基酸态氮含量越高, 酱油的质量越好[11]。鲜味是酱油中最突出的风味, 谷氨酸和盐之间的相互作用可以表现出协同效应, 导致酱油中的鲜味强烈。氨基酸态氮含量是决定酱油质量的一个重要标志性物质。氨基酸态氮是由蛋白质的变性以及酱油酿造过程中原材料分子结构的变化, 并通过微生物分泌的蛋白酶的作用分解得到的[12]。食品安全国家标准《GB5009.235-2016》中讲述了食品中氨基酸态氮的测定方法, 分别为酸度计法和比色法[13]。比色法原理为在酸性的乙酸钠-乙酸缓冲液中, 乙酰丙酮与氨基酸态氮和甲醛反应生成黄色的 3,5-二乙酸-2,6-二甲基-1,4 二氢吡啶氨基酸衍生物。在 400 nm 处测定吸光度, 与标准系列比较定量。酸度计法原理为根据氨基酸的两性作用, 加入甲醛以固定氨基的碱性, 使羧基显示出酸性, 用氢氧化钠标准溶液滴定, 以酸度计测定终点。该方法的优点是滴定结果准确, 实验成本低廉。缺点是操作过程较为复杂、耗时较长。

郭峰等人, 使用近红外光谱法测量酱油中氨基酸氮的含量。收集光谱图, 并根据近红外(NIR)光谱的吸收峰强度与所测物质的特性信息之间的关系对基线进行校正。使用最小二乘法和完全交互式的验证方法建立预测模型。氨基酸氮的相关系数  $R^2 = 0.98$  标准偏差(STDEV) = 0.07 [2]。

范霞等人利用 HS-SPME/GC-MS 和电子鼻技术的同时结合氨基酸组成分析对酱油中的风味物质和游离氨基酸进行研究。结合氨基酸组成分析, 研究了酱油中的风味物质和游离氨基酸。通过使用自动氨基酸分析仪分析酱油中所含氨基酸的含量和组成, 得出酱油中所含的鲜味氨基酸中最多的是谷氨酸。为全面、快速地评价酱油品质提供了新思路[14]。

## 2.3. 酱油中总氮含量的检测方法

总氮含量是衡量酱油产品质量的一个重要指标, 也是酱油制作的依据。因为它能准确地反映酱油生产中所使用的蛋白质物质的数量。Feng 等人通过研究得出中国酱油中的总氮含量为 1.35~1.57 g/100mL [15]。酱油中总氮含量较低, 说明发酵过程中大豆蛋白的消化率较低。

在《酿造酱油 GB/T 18186-2000》中提到用凯氏定氮法测定酱油的总氮含量[16]。其原理是在催化加热条件下食品中的蛋白质被分解, 并分解生成硫酸铵, 碱化蒸馏使氨游离, 通过硼酸吸收以硫酸或盐酸标准溶液滴定, 根据酸溶液消耗体积和换算系数, 计算蛋白质含量。这些方法较繁琐费时, 样液和试剂消耗量也较大。

Shintaro NOZAWA 等人对凯氏定氮法测定酱油中总氮的方法进行了研究[17]。17 个实验室参与了试验, 分析了 5 个酱油样品并作为盲样, 采用了重量采样法。离群数据总量在方法性能研究的可接受范围内( $\leq 22.2\%$ )。所有实验室的赖氨酸和硫酸铵回收率分别为 $\geq 98\%$ 和 $\geq 99\%$ 。 $RSD_r$  (重复性相对标准差)为 0.4%~1.3%,  $RSD_R$  (重复性相对标准差)为 0.8%~1.9%。HORRAT ( $RSD_R/\text{predicted } RSD_R$ )的重现性为 0.2%~0.4%, 表明方法的精密度良好, 分析性能优良。

Jie XU 等人探讨了一种快速无损测定酱油中总氮含量的方法[18]。利用近红外光谱结合偏最小二乘法(PLS)、区间 PLS、协同区间 PLS 和后向区间 PLS 建立了预测模型。结果表明, 改进后的预测模型均优于 PLS 模型。siPLS 方法表现出最好的性能。将全谱清淡酱油分为 20 个亚段。以 6、11、13、18 四个子区间组合效果最好, 相关系数为 0.9977, RMSECV 为 0.0198。将全谱黑酱油分为 20 个亚区间。14、17、19 三个子区间组合效果最好, 相关系数为 0.9818, RMSECV 为 0.0640。该法简单快捷, 可以实现酱油中总氮含量的快速准确检测。

## 2.4. 酱油中总酸含量的检测方法

有机酸对酱油的风味和香气有重要的贡献。它确定了酱油的 pH 值和酸度, 有助于抑制微生物生长,

提高产品的储存质量。有机酸是在乳酸菌、嗜盐片球菌、醋酸菌等多种微生物的共同作用下所产生的。有机酸种类主要包括乳酸、醋酸、琥珀酸、柠檬酸、苹果酸等,部分的有机酸来源于三羧酸循环中醇、醛等物质的氧化。有机酸的组成种类、含量和比例均是酱油风味组成的重要部分[19] [20]。在国家标准《GBT12456-2008》中,主要根据酸碱中和原理,用标准氢氧化钠溶液滴定酱油中的有机酸,当电位发生突跃时即为滴定终点。依据氢氧化钠溶液消耗的量计算酱油中的有机酸[21]。酱油中的酸味来自于有机酸类物质,其中最主要的是张露等人利用高效液相分析方法,对酱油中的10种有机酸进行检测,分析有机酸种类与含量[22]。结果表明,不同品类的酱油有机酸种类差别不大,但含量有着显著差别,特级酱油中苹果酸、酒石酸、琥珀酸、乳酸和富马酸含量显著高于普通酱油。该方法可以建立更全面更科学的评价体系,为改善酱油的酿造工艺提供科学依据。

Jiewen Zhao 等人利用近红外光谱结合协同区间偏最小二乘法和遗传算法对酱油中氨基酸态氮和总酸含量进行检测[23]。首先使用协同区间偏最小二乘法从全谱区域中选取有效谱区域,利用遗传算法从有效谱区域中选取变量,建立偏最小二乘模型。氨基酸氮含量模型采用64个变量,分别为  $R_c = 40.9988$ 、 $R_p = 40.9988$ ;总酸含量模型采用81个变量,分别为  $R_c = 40.9917$ 、 $R_p = 40.9902$ 。遗传算法协同区间偏最小二乘模型效果最好。结果表明,近红外光谱法可快速测定酱油中氨基酸态氮和总酸含量。

### 3. 展望

酱油中含有多种营养物质(如:谷氨酸,丙氨酸、甘氨酸、柠檬酸、苹果酸等),研究酱油中的氯化钠、氨基酸态氮、全氮、总酸含量等理化指标,对进一步提高和改善酱油的呈味与风味至关重要。上述这些方法可以快速对酱油的多种理化指标进行检测,但仍存在诸多不足。例如:实验仪器昂贵、成本较高、涉及的实验试剂种类较多。未来仍需要更加简便、快捷的测定方法。寻找到更合适的测定方法可以为其他食品相关指标检测提供新角度、新方向,可帮助厂家对大量产品进行快速测定,有利于监管部门监督市场产品,防止不法商贩对产品掺杂、造假,对提升中国酱油及相关食品风味与质量有着重要意义。

### 参考文献

- [1] Imamura, M. (2016) Descriptive Terminology for the Sensory Evaluation of Soy Sauce. *Journal of Sensory Studies*, **31**, 393-407. <https://doi.org/10.1111/joss.12223>
- [2] 郭峰, 王斌, 陆洋. 酱油中总酸和氨基酸态氮成分的快速检测及研究[J]. 食品科学, 2006(12): 699-703.
- [3] 沈苗. 超越清洁标签——完美的红色色素和风味天然解决方案[J]. 食品安刊, 2017(10): 54-55.
- [4] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. GB/T5009.124-2003. 食品中氨基酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [5] Feng, Y., Su, G., Zhao, H., Cai, Y., Cui, C., Sun-Waterhouse, D. and Zhao, M. (2015) Characterisation of Aroma Profiles of Commercial Soy Sauce by Odour Activity Value and Omission Test. *Food Chemistry*, **167**, 220-228. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.057>
- [6] Jeong, S.Y., Chung, S.J., Suh, D.S., Suh, B.C. and Kim, K.O. (2004) Developing a Descriptive Analysis Procedure for Evaluating the Sensory Characteristics of Soy Sauce. *Journal of Food Science*, **69**, S319-S325. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2004.tb18024.x>
- [7] Cherdchu, P., Chambers, I.V.E. and Suwonsichon, T. (2013) Sensory Lexicon Development Using Trained Panelists in Thailand and the U.S.A.: Soy Sauce. *Journal of Sensory Studies*, **28**, 248-255. <https://doi.org/10.1111/joss.12041>
- [8] 陈忠明, 李家胜. 电位滴定法测定酱油中氯化钠含量[J]. 浙江农业大学学报, 1995(2): 211-213.
- [9] Syifaa, A.S., Jinap, S., Sanny, M. and Khatib, A. (2016) Chemical Profiling of Different Types of Soy Sauce and the Relationship with its Sensory Attributes. *Journal of Food Quality*, **39**, 714-725. <https://doi.org/10.1111/jfq.12240>
- [10] 杨洁, 程时劲, 侯汉娜. 电导法测定酱油中氯化钠的含量[J]. 山东化工, 2017, 46(12): 9899 + 101.
- [11] 高献礼, 赵谋明, 曹鸣凯. 酱油风味物质研究进展[J]. 中国酿造, 2009, 28(4): 1-4.
- [12] Bull, S.M., Yong, F.M. and Wong, H.A. (1985) The Production of Aroma by *As-Pergillusoryzae* during the Prepara-

- tion of Soy Sauce Koji. *Food Chemistry*, **17**, 251-264. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(85\)90034-2](https://doi.org/10.1016/0308-8146(85)90034-2)
- [13] GB 5009.235-2016, 食品安全国家标准食品中氨基酸态氮的测定[S]. 北京: 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 2016.
- [14] 范霞, 陈荣顺. 5种市售酿造酱油风味物质及氨基酸含量分析[J]. 中国调味品, 2019, 44(10): 144-148 + 153.
- [15] Feng, J., Zhan, X., Zheng, Z., Wang, D., Zhang, L. and Lin, C. (2013) New Model for Flavour Quality Evaluation of Soy Sauce. *Czech Journal of Food Sciences*, **31**, 292-230. <https://doi.org/10.17221/524/2011-CJFS>
- [16] 张林, 鲁肇元, 李栓勤. GB/T18186-2000, 酿造酱油[S]. 石家庄: 国家质量技术监督局, 2000.
- [17] Nozawa, S., Hakoda, A., Sakaida, K., Suzuki, T. and Yasui, A. (2005) Method Performance Study of the Determination of Total Nitrogen in Soy Sauce by the Kjeldahl Method. *Analytical Sciences*, **21**, 1129-1132. <https://doi.org/10.2116/analsci.21.1129>
- [18] Xu, J., Huang, F., Li, Y., et al. (2015) Rapid Detection of Total Nitrogen Content in Soy Sauce Using NIR Spectroscopy. *Czech Journal of Food Sciences*, **36**, 518-522. <https://doi.org/10.17221/229/2015-CJFS>
- [19] 李曼玲. 抗菌消炎中草药的研究 I 活性成分——有机酸类[J]. 中国中药杂志, 1986, 11(6): 2-8.
- [20] 陶鑫, 许桢, 王秀兰, 等. 兴安毛连菜中有机酸化学成分及其抗氧化活性的研究[J]. 中草药, 2016, 47(4): 544-548.
- [21] 龚玲娣, 徐清渠. GB12456-2008, 食品中总酸的测定[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2008.
- [22] 张露, 梁寒峭, 陈建国, 等. 酿造酱油中有机酸种类与含量的检测分析[J]. 食品科技, 2019, 44(3): 300-304.
- [23] Zhao, J.W., Ouyang, Q., Chen, Q.S. and Lin, H. (2013) Simultaneous Determination of Amino Acid Nitrogen and Total Acid in Soy Sauce Using near Infrared Spectroscopy Combined with Characteristic Variables Selection. *Food Science and Technology International*, **19**, 305-314. <https://doi.org/10.1177/1082013212452475>