

腐乳的聚类与相关分析

鲁 绯¹ 孙君社¹ 杨立新¹ 翟永岭² 吴 戈²

(1. 中国农业大学 食品科学与营养工程学院,北京 100083;
2. 北京王致和腐乳厂,北京 100039)

摘 要 为从腐乳内在质量指标方面探讨不同腐乳品质的差异以及各质量指标之间的关系,对 26 种有代表性的国产腐乳中与风味密切相关的理化指标总酸、氨基态氮、食盐和总酯含量进行了测定,利用 SPSS 10.0 统计分析软件进行了聚类分析和相关分析。聚类得到类别间差异显著的 5 类腐乳样品,传统分类方法得到的各类腐乳的理化指标没有显著差异,辅料的组成对腐乳基本风味的形成有重要作用。相关分析结果表明,腐乳中氨基态氮与总酸含量的 Pearson 相关系数为 0.588,呈极显著正相关,表明腐乳中游离氨基酸对总酸含量有较大贡献;氨基态氮与总酯含量的 Pearson 相关系数为 -0.402,呈显著负相关,表明部分游离氨基酸参与酯化反应形成了腐乳的香味物质;当盐的质量分数超过 8% 时,对蛋白酶的活性有显著抑制作用,但后酵时间可以抵消其作用,且盐含量的增加可能会促进耐盐菌的生长,使氨基态氮含量增加。生产中应控制腐乳中上述理化指标之间的比例,以确保产品品质。

关键词 腐乳;总酸;氨基态氮;食盐;总酯

中图分类号 TS 214.2

文章编号 1007-4333(2004)04-0073-03

文献标识码 A

Cluster and correlation analysis of sufu

Lu Fei¹, Sun Junshe¹, Yang Lixin¹, Zhai Yongling², Wu Ge²

(1. College of food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;
2. Beijing Wang Zhihe Sufu Manufacture, Beijing 100039, China)

Abstract In order to study the relationship of sufu qualities of different species, the contents of main flavor components such as total acid, free amino nitrogen, NaCl and total ester of 26 representative sufu in China mainland were determined. The cluster and correlation analysis were made by statistic software of SPSS 10.0. The results showed that the 26 samples could be divided into five species with significant difference and some kinds of sufu in the same manufacture belonged to different species. There was no significant difference between sufu species classified by traditional method and the compositions in dressing mixture were crucial to the background flavor of sufu. The positive linear correlation between free amino nitrogen and total acid indicated that the free amino acid contributed much more to total acid. The negative linear correlation between free amino nitrogen and total ester suggested that some free amino acids would take part in the chemical reaction to form the ester in sufu. When the salt content reached to 8% ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$), it would significantly reduce the activity of protease. However, the long time post fermentation would counteract the effect of reduction of protease activity. The samples with high content of salt were characteristic of higher free amino acid, which was benefit to halophilic organisms. To insure the good flavor of sufu, the control of chemical reaction during sufu fermentation should be made.

Key words sufu; total acid; free amino nitrogen; salt; total ester

腐乳是我国传统的大豆发酵制品,在众多豆制品中占有十分重要的位置。在欧美,因腐乳质构类

似软干酪而被称为中国干酪(Chinese-cheese)^[1]。腐乳生产过程中,由于微生物的发酵,大豆的苦腥味

收稿日期:2003-10-20

基金项目:安徽省青年教师基金资助(安徽省教育厅教人[02]2003jq161)

作者简介:鲁绯,博士研究生;孙君社,教授,主要从事生物技术在食品加工中的应用研究。

及胀气因子、抗营养因子等被克服,消化率和生物价大大提高,同时产生了多种具有香味的有机酸、醇、酯和氨基酸等^[2],形成了腐乳独特的风味。现行腐乳产品的种类繁多,大多是按照色泽、添加的辅料等进行分类,从腐乳内在质量指标上对其进行分类、比较和相关分析的研究甚少。在此背景下,笔者对从市场上采集的26种有代表性的国产腐乳,进行了与腐乳基本风味密切相关的理化指标总酸、氨基态氮、总酯和盐含量的测定,依据这些理化指标进行了相关分析和以距离系数为统计量的聚类分析,旨在从腐乳内在质量指标上探讨不同种类腐乳品质之间的差异以及质量指标之间的相关关系,为腐乳品质的改进提供新的思路。

1 材料与方法

1.1 实验材料

腐乳样品:采购于产地超市,距出厂日期1个月内。液态辅料类腐乳19种,包括红方腐乳6种(编号1~6)、白方腐乳13种(编号7~19);固态辅料类腐乳7种(编号20~26)。

化学试剂:均为分析纯,购于北京化学试剂公司。

1.2 测定方法

1)总酸的测定^[4]。采用酸碱中和滴定(酸度计)法。准确称取碾碎后混合均匀的样品5g,加入25mL蒸馏水,搅拌均匀,用0.1mol/L的NaOH标准溶液滴定至pH8.2,每样3组平行。

2)游离氨基态氮的测定^[4]。采用甲醛滴定法。在测定总酸后的混合液中加入25mL甲醛,再用0.1mol/L的NaOH溶液滴定至pH9.2。另取5g蒸馏水做空白,每样3组平行。

3)总酯的测定^[5]。准确称取碾碎后混合均匀的样品5g,加入25mL蒸馏水,混合均匀,用0.1mol/L的NaOH溶液滴定至pH8.2,再准确加入25mL0.1mol/L的NaOH溶液,于沸水浴中回流皂化0.5h,冷却后立即用0.1mol/L的HCl溶液滴定至pH8.2,每样3组平行。

4)食盐(NaCl)的测定^[4]。采用AgNO₃滴定法。准确称取碾碎后混合均匀的样品5g,至于100mL烧杯中,加入40mL蒸馏水,搅拌提取5min,过滤定容到100mL。准确吸取5mL,加入20mL蒸馏水和1mL铬酸钾显色剂,滴定至初现砖红色。以5mL蒸馏水做空白实验,每样3组平行。

5)统计分析方法。使用SPSS 10.0统计分析软件(SPSS Inc.)。

2 结果与讨论

2.1 理化指标测定结果

26种腐乳理化指标的测定结果见表1。

表1 腐乳样品理化指标测定结果

Table 1 The total acid, free amino nitrogen, salt and total ester of the sufu samples

样品号	w/ %			
	总酸	氨基态氮	食盐	总酯
1	0.94 ±0.02	0.80 ±0.02	10.2 ±0.56	4.74 ±0.13
2	0.54 ±0.03	0.73 ±0.03	8.6 ±0.34	7.50 ±0.34
3	0.75 ±0.09	0.75 ±0.01	13.1 ±0.68	3.08 ±0.15
4	0.75 ±0.02	0.39 ±0.01	5.7 ±0.41	6.13 ±0.25
5	0.73 ±0.01	0.57 ±0.02	7.0 ±0.35	4.94 ±0.19
6	1.46 ±0.06	0.64 ±0.03	10.6 ±0.42	5.73 ±0.23
7	0.34 ±0.01	0.48 ±0.02	6.5 ±0.22	1.45 ±0.09
8	0.34 ±0.01	0.70 ±0.03	8.4 ±0.30	0.60 ±0.01
9	0.42 ±0.02	0.99 ±0.03	8.4 ±0.16	1.82 ±0.11
10	0.47 ±0.03	0.76 ±0.01	10.3 ±0.29	1.54 ±0.14
11	0.53 ±0.01	0.56 ±0.02	9.0 ±0.17	1.47 ±0.12
12	0.50 ±0.04	1.25 ±0.05	6.2 ±0.20	1.94 ±0.15
13	0.54 ±0.02	0.73 ±0.04	8.6 ±0.14	7.50 ±0.34
14	0.52 ±0.03	0.38 ±0.03	12.1 ±0.45	2.30 ±0.10
15	0.56 ±0.03	0.52 ±0.02	6.0 ±0.16	2.07 ±0.22
16	0.77 ±0.01	0.74 ±0.05	6.8 ±0.33	2.03 ±0.14
17	0.65 ±0.04	0.53 ±0.04	5.4 ±0.21	2.56 ±0.12
18	0.77 ±0.06	0.40 ±0.01	6.1 ±0.17	7.56 ±0.32
19	1.15 ±0.07	0.71 ±0.03	8.5 ±0.24	6.46 ±0.24
20	1.53 ±0.05	1.05 ±0.06	14.6 ±0.55	0.14 ±0.01
21	1.74 ±0.06	1.09 ±0.06	9.8 ±0.38	2.01 ±0.06
22	1.13 ±0.03	0.75 ±0.05	10.9 ±0.45	3.67 ±0.17
23	2.04 ±0.08	1.20 ±0.03	11.9 ±0.46	1.60 ±0.05
24	1.98 ±0.06	1.20 ±0.02	12.6 ±0.51	1.35 ±0.06
25	1.38 ±0.04	0.83 ±0.03	10.5 ±0.39	1.96 ±0.13
26	1.49 ±0.04	0.83 ±0.04	12.0 ±0.44	1.63 ±0.10

注:表中数据为均值±标准偏差。

2.2 聚类分析

腐乳产地遍及全国,由于各地口味不一,制作方法各异,所以种类繁多。通常按照后酵时使用辅料形式的不同,将腐乳分为液态辅料类和固态辅料类^[6];按照色泽的不同,分为红方、白方和青方。笔

者利用 SPSS 10.0 统计分析软件,依据影响腐乳基本风味的 4 个理化指标(表 1),对 26 种商品腐乳进行了聚类,并对类别间距离进行了方差分析(表 2)。将样品聚成 5 类时,类别间距离差异的概率均小于 0.05,表明聚类效果良好。由聚类结果可知:1)第 1 类有红方 1 种、白方 2 种,固态辅料腐乳 5 种;第 2 类有红方 3 种、白方 2 种;第 3 类有固态辅料腐乳 2 种;第 4 类有红方 2 种、白方 1 种;第 5 类中有白方 8 种。2)聚类得到的不同类别腐乳间理化指标个体差异显著,而传统分类方法得到的各类腐乳间理化指标个体差异不显著,即其基本风味是相似的。3)后酵时添加的不同的辅料成分使同一厂家或品牌的不同产品之间影响其基本风味的理化指标产生了显著差异,并使这些产品因此而聚集到不同的类中,表明其各自有着不同的基本风味。由此可知,辅料的组成对腐乳基本风味的形成有着非常重要的作用。

表 2 26 种腐乳理化指标的聚类结果

Table 2 The cluster analysis result of 26 sufu samples

类别	样品号
第 1 类	3(a), 10, 14(b), 21(d), 22(e), 23(e), 25, 26
第 2 类	1, 2, 6, 13(a), 19
第 3 类	20(d), 24(e)
第 4 类	4(b), 5(c), 18(c)
第 5 类	7, 8, 9, 11, 12, 15(b), 16(b), 17

注:括号内字母代表不同生产厂家,不同样品后字母相同表示样品为同一生产厂家的不同品种。

2.3 相关分析

对表 1 中数据进行相关分析,结果为:

1) 26 种商品腐乳中氨基态氮与总酸含量的 Pearson 相关系数为 0.588,为极显著正相关,说明蛋白质降解的产物中酸性游离氨基酸对腐乳总酸的含量有较大贡献。2)当盐的质量分数超过 8%时,对蛋白酶的活性有显著抑制作用^[7]。腐乳中氨基态氮与盐含量的 Pearson 相关系数为 0.451,为显著正相关,说明腐乳生产中增加盐的含量只能降低蛋白酶的水解速度,但漫长的后酵时间可以抵消高盐含量对蛋白酶活性的抑制作用。另外,盐含量的提高可能有利于耐盐菌的生长^[8],直接或间接促进氨肽酶的作用,使腐乳中氨基态氮含量反而增加。3)酯

由醇和羧酸酯化而成,氨基态氮与总酯含量的 Pearson 相关系数为 -0.402,呈显著负相关,说明后酵过程中部分游离氨基酸参与了酯化反应,形成了腐乳的香味物质。由于腐乳中游离氨基酸含量对腐乳滋味的影响甚大,因此,在确定腐乳后酵时间和保质期时应考虑其中氨基态氮与总酯含量的转化问题。4)总酸与盐含量的 Pearson 相关系数为 0.588,呈极显著正相关,这与游离氨基酸在总酸中有较大贡献以及氨基态氮与盐含量显著正相关有关,与耐盐菌的生长是否有关,尚需进一步研究。

3 结 论

1)聚类结果表明,按传统方法分类的各类腐乳之间基本风味差异不显著,同一厂家或同一品牌的不同产品由于辅料成分不同而使产品风味差异显著。2)对影响腐乳基本风味的重要理化指标总酸、氨基态氮、食盐和总酯含量之间的相关分析结果表明,腐乳发酵过程中酸性氨基酸对腐乳总酸含量有较大贡献,部分游离氨基酸参与酯化反应形成腐乳的香味物质,使氨基态氮含量降低,因此生产中应控制产品氨基态氮与总酯含量的比例;盐含量的增加可能会促进耐盐菌的生长,最终使氨基态氮的含量提高。

参 考 文 献

- [1] 鲁 绯,孙君社,韩北忠. 论腐乳的酶法生产[J]. 中国酿造,2002(6):6~9
- [2] 王家槐. 腐乳的营养与保健功能[J]. 中国酿造,2002(4):4~6
- [3] 陈华,郁志勇,朱国斌. 中国白酒香型的化学模式识别——聚类分析[J]. 食品科学,2000(8):37~40
- [4] 黄伟坤. 食品分析与检验[M]. 北京:中国轻工业出版社,1988:58~200
- [5] 无锡轻工业学院. 工业发酵分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,1986:46~62
- [6] 李幼筠. 论固态辅料类豆腐乳[J]. 中国调味品,1999(7):9~11
- [7] 鲁 绯,孙君社,王丽英,等. 雅致放射毛霉蛋白酶酶学特性的研究[J]. 中国食品学报,2003(增刊):122~125
- [8] Pao Shi-Chiang. Halophilic organisms in sufu [D]. Columbus: The Ohio State University,1994