

福建省花生营养品质评价及其食用品质灰色关联法分析

刘文静, 潘葳* (福建省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所/福建省精密仪器农业测试重点实验室, 福建福州 350003)

摘要 [目的]对福建省的主栽花生品种进行分析测定及营养评价,为福建省食用型花生品种开发提供依据。[方法]在福建省8个县区采集19个主栽花生品种,检测分析花生样品的主要营养成分,采用灰色关联法分析更适合作为食用花生的品种。[结果]试验表明,供试花生品种的脂肪和蛋白质平均含量分别为48.06%和32.65%;必需氨基酸平均含量占氨基酸总量的29.24%,其中龙花243必需氨基酸含量最高,为8.57%,泉花646最低,为6.64%;不饱和脂肪酸在脂肪中所占的平均含量为81.70%,最高为汕油21,达到88.10%,泉花6号最低,仅为79.30%。油酸/亚油酸比值平均为1.2,其中福花4号最高,达到1.4,说明其较耐贮藏。[结论]灰色关联法分析结果显示,福花4号在供试花生品种中最适合作为食用花生品种,泉花8号次之,泉花10号最不适合。

关键词 花生;营养评价;灰色关联法

中图分类号 S565.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)22-088-05

Analysis of Peanut Nutrition Quality Evaluation and Grey Correlation Method of Edible Quality in Fujian Province

LIU Wen-jing, PAN Wei* (Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research, Fujian Academy of Agricultural Sciences / Fujian Key Laboratory of Precision Measurement of Agriculture, Fuzhou, Fujian 350003)

Abstract [Objective] To analyze and detect the main peanut varieties in Fujian Province, and to provide the basis for development of the edible-type peanut cultivars. [Method] The main nutritional components of peanut samples were detected. Grey correlation analysis was used to analyze more suitable variety of edible peanut. [Result] The average contents of fat and protein of tested peanut varieties were 48.06% and 32.65%, respectively. The average content of essential amino acid accounted for 29.24% of total amino acid. Among them, essential amino acid of Longhua 243 had the highest content (8.57%); while that of Quanhua 646 was the lowest (6.64%). The average content of unsaturated fatty acid accounted for 81.70% of the total fat. Among them, Shanyou 21 was the highest (88.10%); and Quanhua 6 was the lowest (79.30%). The ratio of oleic acid to linoleic acid was 1.2. Among them, Fuhua 4 was the highest (1.4), showing that it was suitable for storing. [Conclusion] Result of grey correlation method shows that Fuhua 4 is the most suitable variety of edible peanut, followed with Quanhua 8. And Quanhua 10 is most unsuitable.

Key words Peanut; Nutrition evaluation; Grey correlation method

花生(*Arachis hypogaea* L.)是豆科蝶形亚目1年生草本,又名长生果、万寿果等^[1],富含蛋白质^[2]、脂肪^[3]、原花青素^[4]、白藜芦醇^[5]和类黄酮^[6]等营养成分,各种营养素较全面,是理想的高蛋白、高脂肪营养性食物来源^[7]。花生是福建最主要油料作物,主要分布在龙岩、福清、平潭、晋江、惠安、莆田、漳浦等县(市、区)。在福建省种植的大田作物中,花生种植面积仅次于水稻、甘薯,位居第3位^[8]。

我国的花生主要以油用为主,食用比重较低。据资料统计,国外特别是美国的花生总产量约70%以上用于食品加工,欧盟各国的花生有90%以上用于食用^[9],而我国食用比重仅为27%^[10]。随着人民膳食结构的改善,花生酱等高营养、低热量的花生食品也越来越受到国内消费者的欢迎。近年来,随着国内花生食品加工业迅速发展,花生食用的比例逐渐提高^[11],对食用型花生品种的培育及与之相关的品质性状研究提出了更高的要求。但我国食用型花生研究仍存在一些问题,如育种目标不明确、没有形成食用花生品种专用化,花生品质较差、市场上品种混杂,优质专用品种匮乏、鲜食花生市场潜力大,早上市却难储藏等^[12]。因此,提高花生育种技术水平,改良花生的食用品质性状,培育优质、高产食用型花生新品种,有利于拓展国内花生市场,增强国际竞争力。

花生品质性状主要包括脂肪含量、脂肪酸组成、蛋白质含量、氨基酸组成、碳水化合物、维生素、矿物质、抗营养因子等,由于栽培环境和品种来源的不同,花生品种间营养品质差异较大^[13-16]。对花生的食用品质改良主要要求高亚油酸、高蛋白、低油分^[17-18]。福建省花生资源丰富,笔者选取福建省常见的19个花生品种为试材,对其营养品质进行分析测定和评价,旨在为花生品种的合理选用与加工品质改进提供理论参考和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料 该研究于2015年的收获季,通过田间现场抽样和委托县级农产品机构抽样方式,分别在福建省的福州市、三明市、泉州市、龙岩市、漳州市等地抽样花生120份,选取19个福建主要种植的花生品种进行分析,品种和来源如下:汕油71号,仙游县度尾镇中岳村;粤油7号、粤油13号,仙游县度尾镇潭边村;航花2号、闽花8号,福清市港头镇西芦村;莆花1号、泉花608、闽花6号、龙花163,明溪县翰仙镇小梅溪村;朱口小籽花生,泰宁县朱口镇寨色村;福花4号、汕油21,漳浦石榴镇梅西村;泉花646、泉花551、泉花10号,惠安县东桥镇散湖村;龙花243,连城县塘前乡水源村;泉花6号、泉花7号、泉花8号,平潭县苏澳镇先进村。选取无虫害、饱满的花生去壳,取出籽仁置于广口瓶中并于-15℃下贮存备用。

日本岛津GC-2010气相色谱仪;日本日立L-8800氨基酸自动分析仪;日本日立U-3900分光光度计;DHG-9240A不锈钢电热恒温鼓风干燥箱,江苏省金坛市大地自动化仪器厂;BS-124S电子分析天平,北京赛多利斯仪器系统

基金项目 农业部农产品质量安全风险评估专项项目(GJFP2016007);福建省属公益类科研项目(2014R1025-7)。

作者简介 刘文静(1982-),女,山东寿光人,助理研究员,硕士,从事农产品检测和色谱分析研究。*通讯作者,高级实验师,从事农产品分析测试研究。

收稿日期 2016-06-12

有限公司;植物粉碎机;索氏提取器等。

1.2 方法 花生样品经烘干粉碎后脂肪含量的测定采用索氏提取法,蛋白质含量测定采用凯氏定氮法,脂肪酸含量测定采用气相色谱法,氨基酸含量经脱脂处理后采用氨基酸自动分析仪测定。

1.3 数据处理 采用 SPSS 12.0 软件对试验数据进行处理。所测定的花生各成分含量均以干基计。采用灰色关联分析法对供试花生品种的营养特性进行综合评估。

2 结果与分析

2.1 供试花生品种主要营养成分 从表 1 可以看出,19 个花生品种中的脂肪含量平均为 48.06%,其中以泉花 10 号脂肪含量最高,达 52.06%,泉花 608 最低,为 44.09%。供试花生品种间脂肪含量的变异系数为 5.42%,极差 7.97,各品种间脂肪含量变幅较小。从表 1 还可见,19 个花生品种中蛋白质含量最高为闽花 6 号(35.20%),其次为朱口小籽花生(34.37%)、闽花 8 号(34.34%),含量最低为泉花 10 号(30.22%),比闽花 6 号低 5%。供试花生品种蛋白含量均在 30% 以上,相对较高,已有研究表明,目前选育的高蛋白花生品种具有较强的地域性,多来自湖南省、福建省、江西省等南方产区^[9]。

2.2 游离氨基酸 花生中氨基酸含量和组成是花生营养品质和食用品质好坏的重要指标^[14]。福建 19 个花生品种中氨基酸组成及含量见表 2 和表 3。

表 1 花生品种主要营养成分

Table 1 Peanut varieties and the main nutritional components %

编号 Code	花生品种 Peanut variety	水分含量 Moisture content	脂肪含量 Fat content	蛋白质 Protein
1	汕油 71 号	5.67	51.36	31.86
2	粤油 7 号	6.94	50.18	33.27
3	粤油 13 号	5.27	51.93	32.39
4	航花 2 号	6.80	50.31	30.59
5	闽花 8 号	5.93	45.76	34.34
6	莆花 1 号	5.65	44.91	33.96
7	泉花 608	8.81	44.09	33.71
8	闽花 6 号	5.88	46.25	35.20
9	龙花 163	6.19	46.62	32.24
10	朱口小籽花生	5.91	49.18	34.37
11	福花 4 号	7.45	46.82	32.83
12	汕油 21	8.14	48.30	31.18
13	泉花 646	6.22	44.42	33.45
14	泉花 551	5.42	51.52	32.74
15	泉花 10 号	4.92	52.06	30.22
16	龙花 243	8.53	46.21	31.04
17	泉花 6 号	6.57	48.08	32.46
18	泉花 7 号	6.03	49.71	31.27
19	泉花 8 号	5.88	45.47	33.27
平均值 Average		6.43	48.06	32.65
极差 Range		3.89	7.97	4.98
变异系数 Coefficient of variation//%		17.06	5.42	12.38

表 2 花生中必需氨基酸含量

Table 2 Contents of essential amino acids in peanuts

%

编号 Code	苏氨酸 Threonine	缬氨酸 Valine	甲硫氨酸 Methionine	异亮氨酸 Isoleucine	亮氨酸 Leucine	苯丙氨酸 Phenylalanine	赖氨酸 Lysine	组氨酸 Histidine	总量 Total quantity	
1	0.73	1.06	0.13	0.88	1.75	1.40	1.03	0.63	7.62	
2	0.73	1.07	0.15	0.91	1.81	1.42	1.05	0.64	7.79	
3	0.66	0.99	0.14	0.84	1.66	1.29	0.97	0.59	7.14	
4	0.72	1.03	0.18	0.85	1.72	1.32	1.11	0.61	7.56	
5	0.73	1.05	0.14	0.88	1.76	1.37	1.10	0.62	7.65	
6	0.72	1.01	0.10	0.81	1.71	1.32	1.07	0.64	7.38	
7	0.75	1.07	0.15	0.83	1.70	1.38	1.02	0.62	7.52	
8	0.75	1.08	0.21	0.90	1.85	1.46	1.13	0.65	8.04	
9	0.72	1.02	0.21	0.83	1.68	1.31	1.08	0.60	7.45	
10	0.75	1.05	0.21	0.88	1.81	1.40	1.14	0.64	7.89	
11	0.72	1.07	0.20	0.85	1.70	1.35	1.04	0.61	7.53	
12	0.71	1.02	0.17	0.78	1.58	1.21	0.99	0.59	7.06	
13	0.64	0.94	0.11	0.77	1.51	1.12	1.00	0.55	6.64	
14	0.70	1.02	0.14	0.84	1.69	1.27	1.10	0.60	7.36	
15	0.81	1.03	0.12	0.75	1.59	1.18	1.02	0.66	7.17	
16	0.96	1.24	0.11	0.91	1.96	1.47	1.07	0.85	8.57	
17	0.82	1.04	0.17	0.80	1.71	1.26	1.04	0.72	7.57	
18	0.72	1.10	0.19	0.87	1.74	1.34	1.05	0.63	7.64	
19	0.79	1.04	0.13	0.85	1.67	1.29	1.01	0.56	7.35	
平均值 Average		0.74	1.05	0.16	0.84	1.72	1.32	1.06	7.52	
变异系数 Coefficient of variation//%		9.30	5.67	23.17	5.57	5.88	6.82	4.46	10.22	5.38

表3 花生中非必需氨基酸含量

Table 3 Contents of nonessential amino acids in peanuts

%

编号 Code	天门冬氨酸 Aspartic acid	丝氨酸 Serine	谷氨酸 Glutamic acid	甘氨酸 Glycine	丙氨酸 Alanine	胱氨酸 Cystine	酪氨酸 Tyrosine	精氨酸 Arginine	脯氨酸 Proline	总量 Total quantity
1	3.12	1.32	5.38	1.59	1.04	0.33	1.00	3.22	1.21	18.21
2	3.26	1.33	5.55	1.65	1.06	0.34	1.04	3.32	1.24	18.79
3	2.88	1.23	5.15	1.48	0.97	0.31	0.98	3.05	1.19	17.23
4	3.21	1.29	5.38	1.56	1.00	0.31	0.90	3.26	1.17	18.08
5	3.51	1.31	5.25	1.57	1.04	0.34	0.96	3.33	1.20	18.52
6	3.42	1.23	5.58	1.51	1.03	0.27	0.93	3.24	1.46	18.65
7	3.61	1.34	5.42	1.45	1.02	0.31	0.98	3.22	1.20	18.55
8	3.74	1.40	5.84	1.63	1.10	0.34	0.97	3.49	1.26	19.76
9	3.35	1.30	5.22	1.55	1.01	0.32	0.85	3.11	1.15	17.87
10	3.45	1.38	5.61	1.66	1.06	0.37	0.96	3.44	1.23	19.17
11	3.36	1.28	5.38	1.48	1.01	0.39	0.92	3.22	1.13	18.16
12	3.09	1.25	5.05	1.43	0.94	0.31	0.82	2.91	1.08	16.86
13	3.23	1.13	4.62	1.39	0.97	0.27	0.80	2.86	1.16	16.42
14	3.02	1.24	5.15	1.57	1.03	0.30	0.90	3.08	1.18	17.46
15	2.62	1.15	5.05	1.38	1.04	0.29	0.83	2.81	1.55	16.74
16	3.61	1.41	6.32	1.47	1.26	0.35	1.06	3.62	1.92	21.02
17	3.05	1.21	5.61	1.40	1.09	0.31	0.83	3.12	1.63	18.23
18	3.23	1.32	5.45	1.53	1.04	0.33	0.93	3.22	1.22	18.28
19	3.27	1.24	5.48	1.41	1.03	0.26	0.91	3.01	1.31	17.92
平均值 Average	3.26	1.28	5.39	1.51	1.04	0.32	0.92	3.19	1.29	18.21
变异系数 Coefficient of variation//%	8.31	6.06	6.50	5.89	6.40	10.60	8.08	6.59	16.29	5.92

从表2可以看出,花生必需氨基酸平均含量为7.52%,占氨基酸总量的29.23%;在必需氨基酸中,绝大多数花生品种的亮氨酸含量最高,平均含量为1.72%。赖氨酸是多数粮谷类的第1限制性氨基酸,19个花生品种赖氨酸的含量平均为1.06%,其中采自泰宁县朱口镇寨色村的朱口小籽花生最高(1.14%)。花生在一些特定人群的饮食中可以补充赖氨酸摄取不足,提高蛋白质的生物效用。由表3可以看出,在非必需氨基酸中,谷氨酸的含量最高,平均达5.39%,其次为精氨酸(3.19%)和为天门冬氨酸(3.26%);而胱氨酸含量最低,为0.32%。口味是衡量食用花生品种品质非常重要的因素,花生的口味中香味、甜味等与多种挥发性成分、氨基酸组成等相关^[23],供试的19个花生品种中,鲜味氨基酸谷氨酸和天门冬氨酸总量的平均值占氨基酸总量平均值的33.65%,

甜味氨基酸丝氨酸、甘氨酸和丙氨酸总量的平均值占氨基酸总量平均值的14.89%。

2.3 脂肪酸 对19个花生品种中脂肪酸组成进行检测,结果如表4所示。样品中不饱和脂肪酸含量平均为81.70%,最高为油油21,达到88.10%,泉花6号最低,仅为79.30%。在不饱和脂肪酸中,以油酸含量最高,平均含量为43.40%,品种间变幅为38.10%~49.80%;其次是亚油酸,为37.60%,品种间变幅为34.90%~41.70%。高油酸花生品种适合烘烤加工,具有良好的烘烤风味和质量,且含有较高的花生香气^[25]。由表4还可见,19个花生品种中油酸/亚油酸平均比值为1.2,福花4号最高,达到1.4;闽花6号比值最低,为0.9,变异系数11.20%,品种间存在较大差异。

表4 花生中脂肪酸的组成及含量

Table 4 Contents and components of fatty acid in peanuts

%

编号 Code	棕榈酸 Palmitic acid	硬脂酸 Stearic acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	花生酸 Arachidic acid	花生一烯酸 Eicosenoic acid	山萘酸 Behenic acid	木焦油酸 Tetracosanoic acid	不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acid	油酸/亚油酸 Oleic acid/linoleic acid
1	12.2	2.8	43.7	37.0	1.1	0.8	1.7	0.7	81.5	1.2
2	11.9	2.3	44.1	38.7	1.1	0.6	1.4	ND	83.4	1.1
3	12.1	2.8	42.4	39.8	1.1	0.6	1.2	ND	82.8	1.1
4	11.2	3.0	45.9	35.0	1.2	0.8	2.0	0.9	81.7	1.3
5	12.2	2.8	40.2	40.4	1.1	0.6	1.8	0.7	81.2	1.0
6	11.8	2.7	42.9	37.9	1.2	0.7	2.0	0.8	81.5	1.1
7	13.3	2.2	40.1	39.6	1.1	0.8	2.0	0.9	80.5	1.0
8	12.3	3.0	38.1	41.7	1.3	0.7	2.1	0.8	80.5	0.9
9	12.7	2.4	42.1	38.4	1.0	0.8	1.8	0.8	81.3	1.1
10	11.6	2.8	44.1	37.0	1.2	0.7	1.8	0.8	81.8	1.2

接下表

续表 4

编号 Code	棕榈酸 Palmitic acid	硬脂酸 Stearic acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	花生酸 Arachidic acid	花生一烯酸 Eicosenoic acid	山萘酸 Behenic acid	木焦油酸 Tetracosanoic acid	不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acid	油酸/亚油酸 Oleic acid/ linoleic acid
11	10.8	2.7	47.5	34.9	1.0	0.6	1.7	0.8	83.0	1.4
12	8.5	1.9	49.8	37.8	0.6	0.5	0.9	ND	88.1	1.3
13	11.8	2.3	42.4	38.6	1.0	0.9	2.1	0.9	81.9	1.1
14	12.6	2.9	42.8	37.4	1.1	0.7	1.8	0.7	80.9	1.1
15	12.2	3.2	43.5	36.7	1.2	0.6	1.9	0.7	80.8	1.2
16	10.8	2.8	42.4	38.1	1.4	1.0	2.5	1.0	81.5	1.1
17	10.8	4.9	43.7	34.9	1.8	0.7	2.5	0.7	79.3	1.3
18	10.3	5.3	44.4	34.9	1.7	0.6	2.2	0.6	79.9	1.3
19	12.5	2.9	44.5	35.6	1.3	0.7	1.7	0.8	80.8	1.3
平均值 Average	11.7	2.9	43.4	37.6	1.2	0.7	1.8	0.8	81.7	1.2
变异系数 of variation//%	9.3	28.4	6.0	5.3	21.9	17.3	21.2	13.0	2.3	11.2

注:ND 为未检出。
Note:ND indicated not detected.

2.4 品质性状的灰色关联分析^[20] 将 19 个花生品种视为一个灰色系统,每一品种作为系统中的一个因素。将脂肪、蛋白质、不饱和脂肪酸的含量、油酸/亚油酸(O/L)比值 4 个指标视为系统因子进行综合评估,结合花生食用和加工需要,脂肪含量低、蛋白含量高、不饱和脂肪酸含量、油酸/亚油酸比值高 4 个营养特性的上限指标为基础,构造出参考序列 X_0 (脂肪含量 44.09%,蛋白质含量 35.20%,不饱和脂肪酸含量 88.10%,油酸/亚油酸 1.4),其他 19 个品种数列为比较数列 $X_i(i=1,2,\dots,19)$ 。为方便不同量纲、不同数量级数据间进行统一比较,按灰色系统理论方法对原始数据进行标准化处理: $\frac{X_1(1)}{X_0(1)}, \frac{X_2(2)}{X_0(2)}, \dots, \frac{X_i(k)}{X_0(k)}$,其中, $i=1,2,3,\dots,19$; $k=1,2,3,4$,得到结果见表 5。

表 5 无量纲化处理结果

Table 5 Results of dimensionless method

编号 Code	脂肪含量 Fat content	蛋白质 Protein	不饱和脂肪酸含量 Content of unsaturated fatty acid	油酸/亚油酸 Oleic acid/ linoleic acid
X_0	0.921	1.074	1.074	1.191
X_1	1.073	0.972	0.994	1.021
X_2	1.048	1.015	1.017	0.936
X_3	1.085	0.988	1.009	0.936
X_4	1.051	0.933	0.996	1.106
X_5	0.956	1.048	0.990	0.851
X_6	0.938	1.036	0.994	0.936
X_7	0.921	1.028	0.981	0.851
X_8	0.966	1.074	0.981	0.766
X_9	0.974	0.984	0.991	0.936
X_{10}	1.028	1.049	0.997	1.021
X_{11}	0.978	1.002	1.012	1.191
X_{12}	1.009	0.951	1.074	1.106
X_{13}	0.928	1.020	0.998	0.936
X_{14}	1.076	0.999	0.986	0.936
X_{15}	1.088	0.922	0.985	1.021
X_{16}	0.965	0.947	0.994	0.936
X_{17}	1.005	0.990	0.967	1.106
X_{18}	1.039	0.954	0.974	1.106
X_{19}	0.950	1.015	0.985	1.106

根据表 5 中数据,求出参考数列 X_0 与比较数列 X_i 各对应点的绝对差值, $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$,计算结果如表 6 所示。最大差值 $\Delta_{i,max} = 0.426$,最小差值 $\Delta_{i,min} = 0$ 。

表 6 参考序列与比较序列间的绝对差值[$\Delta_i(k)$]

Table 6 Absolute value[$\Delta_i(k)$] between the reference sequence and the comparative sequence

项目 Item	脂肪含量 Fat content	蛋白质 Protein	不饱和脂肪酸含量 Content of unsaturated fatty acid	油酸/亚油酸 Oleic acid/ linoleic acid
$\Delta_1(k)$	0.152	0.102	0.080	0.170
$\Delta_2(k)$	0.127	0.059	0.057	0.255
$\Delta_3(k)$	0.164	0.086	0.065	0.255
$\Delta_4(k)$	0.130	0.141	0.078	0.085
$\Delta_5(k)$	0.035	0.026	0.084	0.340
$\Delta_6(k)$	0.017	0.038	0.080	0.255
$\Delta_7(k)$	0.000	0.045	0.093	0.340
$\Delta_8(k)$	0.045	0.000	0.093	0.426
$\Delta_9(k)$	0.053	0.090	0.083	0.255
$\Delta_{10}(k)$	0.106	0.025	0.077	0.170
$\Delta_{11}(k)$	0.057	0.072	0.062	0.000
$\Delta_{12}(k)$	0.088	0.123	0.000	0.085
$\Delta_{13}(k)$	0.007	0.053	0.076	0.255
$\Delta_{14}(k)$	0.155	0.075	0.088	0.255
$\Delta_{15}(k)$	0.167	0.152	0.089	0.170
$\Delta_{16}(k)$	0.044	0.127	0.080	0.255
$\Delta_{17}(k)$	0.083	0.084	0.107	0.085
$\Delta_{18}(k)$	0.117	0.120	0.100	0.085
$\Delta_{19}(k)$	0.029	0.059	0.089	0.085

采用公式(1)和(2)计算出灰关联系数 $\xi_i(k)$ 和灰关联度 $\gamma_i(X_0, X_i)$,计算结果如表 7 所示。

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_i(\min) + \xi \Delta_i(\max)}{\Delta_i(k) + \xi \Delta_i(\max)} \quad (1)$$

式中, ξ 为分辨系数,在 0~1 间,通常为 0.5。

$$\gamma_i(X_0, X_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k) \quad (2)$$

式中, n 为比较数列的数据表。

由表 7 可以看出,比较序列与参考序列的关联度大小顺序,关联度最大为福花 4 号,达 0.902;其次为泉花 8 号,为 0.869;泉花 10 号最小,仅为 0.683。

表7 参考序列与比较序列的灰色关联系数和灰色关联度

Table 7 Gray relational coefficient and grey correlation degree between reference sequence and comparative sequence

$\xi_i(k)$	脂肪含量 Fat content	蛋白质 Protein	不饱和脂肪 酸含量 Content of unsaturated fatty acid	油酸/亚油酸 Oleic acid/ linoleic acid	关联度 Correlation degree(γ)
$\xi_1(k)$	0.737	0.807	0.841	0.715	0.775
$\xi_2(k)$	0.770	0.879	0.881	0.625	0.789
$\xi_3(k)$	0.722	0.832	0.868	0.625	0.762
$\xi_4(k)$	0.766	0.752	0.845	0.833	0.799
$\xi_5(k)$	0.924	0.942	0.835	0.556	0.814
$\xi_6(k)$	0.961	0.918	0.841	0.625	0.837
$\xi_7(k)$	1.000	0.904	0.821	0.556	0.820
$\xi_8(k)$	0.904	1.000	0.821	0.500	0.806
$\xi_9(k)$	0.890	0.825	0.837	0.625	0.794
$\xi_{10}(k)$	0.800	0.944	0.847	0.715	0.826
$\xi_{11}(k)$	0.882	0.855	0.873	1.000	0.902
$\xi_{12}(k)$	0.829	0.776	1.000	0.833	0.860
$\xi_{13}(k)$	0.984	0.889	0.849	0.625	0.837
$\xi_{14}(k)$	0.733	0.850	0.829	0.625	0.759
$\xi_{15}(k)$	0.719	0.737	0.827	0.715	0.749
$\xi_{16}(k)$	0.906	0.770	0.841	0.625	0.786
$\xi_{17}(k)$	0.836	0.836	0.799	0.833	0.826
$\xi_{18}(k)$	0.784	0.780	0.810	0.833	0.802
$\xi_{19}(k)$	0.937	0.879	0.827	0.833	0.869

3 结论与讨论

花生是世界上占第3位的植物蛋白源,可提供世界蛋白需要量的11%。以花生为原料生产植物蛋白饮料,具有原料来源广、营养价值高等优点^[21-22]。花生蛋白质含量和氨基酸组成因品种不同而有所差异,蛋白质含量最高的为闽花6号,达35.20%,而泉花10号最低,为30.22%。19个花生品种必需氨基酸平均含量为7.52%,占氨基酸总量的29.23%;口味是衡量食用花生品种品质非常重要的因素,花生的口味中香味、甜味等与多种挥发性成分、氨基酸组成等相关^[23],供试各品种风味氨基酸含量丰富,鲜味氨基酸占氨基酸总量的33.65%,甜味氨基酸占氨基酸总量的14.89%。

花生脂肪的营养价值主要取决于脂肪酸的组成及其配比。油脂的氧化稳定性是衡量花生油品质好坏的重要指标^[24]。高油酸花生品种适合烘烤加工,具有良好的烘烤风味和质量,且含有较高的花生香气^[25]。供试花生品种的亚油酸平均含量为37.6%,优于其他多数植物油脂。

油酸/亚油酸的比值大小,是衡量花生及其制品稳定性的一个重要的生化指标,比值越大,花生及其制品的稳定性越好,即货架期越长^[26],出口品质越优,反之则相反。这是因为比值低,易被氧化变质(发哈),不耐贮藏,其实质是亚油酸含量高,被氧化后过氧化值增高所致。所收集19个花生品种油酸/亚油酸的比值平均为1.2,其中福花4号达到1.4,航花2号、汕油21、泉花6号、泉花7号、泉花8号均达到1.3以上,说明其较耐贮藏,可用于花生制品的加工,延长其货架期。

对食用花生品种的要求,因加工用途不同,要求有所区别,但主要要求是高蛋白、低脂肪,要求蛋白质含量高于25%,脂肪在50%左右,甚至更低,含糖量6%以上,氨基酸组分结构合理,具有良好的烘烤风味,至少要具有其中的1~2

个优点^[27]。该研究采用灰色关联分析法分析19个花生品种中适合食用的品种,以脂肪含量低、蛋白含量高、不饱和脂肪酸含量高、油酸/亚油酸比值高4个营养特性的上限指标为基础,构造出参考序列。根据灰色关联分析原则,关联度越大,表示与参考序列越接近,说明该花生品种作为食用花生品种特性越优良,结果显示,关联度最大为福花4号,达0.902;其次为泉花8号,为0.869;泉花10号最小,仅为0.683。这说明了福花4号在供试花生品种中最适合作为食用花生品种,泉花8号次之,泉花10号最不适合。

参考文献

- [1] 吕巨智,梁和,张智猛,等.花生仁的营养成分及保健价值[J].中国食物与营养,2009(2):50-52.
- [2] 王丽.蛋白用花生加工特性与品质评价技术研究[D].北京:中国农业科学院,2012.
- [3] 王强.花生加工品质学[M].北京:中国农业出版社,2013:1-50.
- [4] CONSTANZA K E, WHITE B L, DAVIS J P, et al. Value-added processing of peanut skins: Antioxidant capacity, total phenolics, and procyanidin content of spray-dried extracts[J]. J Agric Food Chem, 2012, 60(43):10776-10783.
- [5] GALGUT J M, ALI S A. Effect and mechanism of action of resveratrol: A novel melanolytic compound from the peanut skin of *Arachis hypogaea* [J]. Journal of receptor and signal transduction research, 2011, 31(5):374-380.
- [6] 孙爱清,万勇善,孙利,等.花生植株类黄酮提取技术优化研究[J].中国油料作物学报,2015,37(4):554-560.
- [7] 李明妹,姚开,贾冬英,等.花生功能成分及其综合利用[J].中国油脂,2004,29(9):13-15.
- [8] 黄金堂,陈海玲,郑国栋,等.福建省花生品种产量与品质特征分析[J].花生学报,2013,42(1):18-24.
- [9] 禹山林.中国花生品种及其系谱[M].上海:上海科学技术出版社,2008:186.
- [10] 李林,刘海军,孙玉桃,等.高亚油酸高蛋白低油分优质食用型花生新品种湘花B的选育研究[J].花生学报2003,32(S1):220-223.
- [11] 董文召,汤丰收.我国花生优质育种的研究进展及育种策略探讨[J].中国农学通报,2002,18(2):77-79.
- [12] 秦利,韩锁义,刘华.我国食用花生研究现状[J].江苏农业科学,2015,43(11):4-7.
- [13] 白冬梅,王国桐,薛云云,等.山西省地方花生品种农艺性状的遗传多样性分析[J].山西农业科学,2014,42(6):542-547.
- [14] 林茂,马天进,吕建伟,等.贵州地方花生品种的主要农艺性状构成特点[J].种子,2012,21(10):74-77.
- [15] 王晓军,孙东雷,王宗标,等.江苏省花生地方品种农艺性状分析[J].江苏农业科学,2013,41(9):77-80.
- [16] 齐丽雅,臧殿高,何孟霞,等.河北花生品质改良浅析[J].花生学报,2006,35(2):37-40.
- [17] 孙大容.花生育种学[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [18] 王在序,盖树人.山东花生[M].上海:上海科学技术出版社,1999.
- [19] 滕崧,柳琪,郭栋梁.花生主要营养成分含量的统计与分类分析[J].食品研究与开发,2003,24(4):84-85.
- [20] 郭亚军.综合评价理论与方法[M].北京:科学出版社,2002.
- [21] 王瑛瑶,王璋,栾霞.利用大孔吸附树脂纯化花生水解蛋白[J].中国油脂,2010,35(12):24-28.
- [22] MOURE A, SINEIRO J, DOMINGUEZ H, et al. Functionality of oilseed protein products: A review[J]. Food research international, 2006, 39(9):945-963.
- [23] 戴良香,万书波,张智猛,等.不同类型花生品种主要矿物质元素含量分布及相关性分析[J].营养学报,2009,31(6):606-608.
- [24] 张建书,王强,刘红芝,等.脂肪酸、V_E、甾醇与植物油脂稳定性的关系研究进展[J].中国油脂,2011,36(10):38-41.
- [25] ISLEIB T G, PATTEE H E, SANDERS T H, et al. Compositional and sensory comparisons between normal- and high-oleic peanuts[J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2006, 54(5):1759-1763.
- [26] 王琼,关寒芬,杨哲林,等.花生生产及系列产品深加工浅探[J].安徽农学通报,2003,9(6):59-60.
- [27] 殷冬梅,李拴柱,崔党群.花生主要农艺性状的相关及聚类分析[J].中国油料作物学报,2010,32(2):212-216.