

基于主成份分析法的鱼翅干制品品质评价模型的构建

洗燕萍^{1,2}, 董浩², 罗东辉¹, 赵谋明¹, 郭新东²

(1. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640) (2. 广州质量监督检测研究院, 广东广州 511447)

摘要: 利用元素分析-同位素比值质谱仪 (EA-IRMS)、电感耦合等离子体质谱仪 (ICP-MS) 以及氨基酸自动分析仪测定了 13 份鱼翅干制品的碳氮同位素比值 ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)、23 种金属元素含量以及 17 种氨基酸含量。选取包括 $\delta^{13}\text{C}$ 值、 $\delta^{15}\text{N}$ 值、天冬氨酸、苏氨酸、脯氨酸、亮氨酸、赖氨酸、Mg、Ca、Cr、Mn、Fe、Cu、Zn、Ba 在内的 15 个指标, 利用主成份分析法建立了鱼翅干制品品质评价模型, 该模型共得到五个大于 1 的特征值, 分别为 $\lambda_1=3.793$ 、 $\lambda_2=3.626$ 、 $\lambda_3=2.290$ 、 $\lambda_4=1.662$ 、 $\lambda_5=1.281$ 。因此 SPSS 只提取了前五个公因子, 且前五个因子的方差贡献率 84.343%, 表明选取的前五个因子已足够描述鱼翅干制品的品质。利用该模型对 51 种鱼翅干制品的品质进行了评价, 结果表明真鱼翅样品的综合得分一般在 71.9498~564.9416 之间, 仿鱼翅样品的综合得分一般在 607.9568~644.1284 之间, 素鱼翅样品的综合得分一般在 648.014~798.5972 之间。可见, 本研究建立的鱼翅干制品品质评价模型可快速、有效的鉴别鱼翅干制品的品质。

关键词: 鱼翅干制品; 品质; 主成份分析; 评价

文章编号: 1673-9078(2016)1-210-217

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.1.033

Quality Evaluation Modeling of Dried Shark Fin Products Based on Principal Component Analysis

XIAN Yan-ping^{1,2}, DONG Hao², LUO Dong-hui¹, ZHAO Mou-ming¹, GUO Xin-dong²

(1. College of Light Industry and Food Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2. Guangzhou Quality Supervision and Testing Institute, Guangzhou 511447, China)

Abstract: The $\delta^{13}\text{C}$ value, $\delta^{15}\text{N}$ value, and contents of 23 metal elements and 17 amino acids in 13 dried shark fin products were determined by elemental analysis-isotope ratio mass spectrometry (EA-IRMS), inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) and automatic amino acid analysis. A total of 15 indexes, including $\delta^{13}\text{C}$ value, $\delta^{15}\text{N}$ value, aspartic acid (ASP), threonine (THR), proline (PRO), leucine (LEU), lysine (LYS), Mg, Ca, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn and Ba, were selected to establish a quality evaluation model for dried shark fin products by the principal component analysis method. For this model, five eigenvalues ($\lambda_1=3.793$, $\lambda_2=3.626$, $\lambda_3=2.290$, $\lambda_4=1.662$, $\lambda_5=1.281$) greater than 1 were obtained. The first five common factors were extracted from SPSS and their variance contribution rate reached 84.343%, indicating the quality of dried shark fin products can be adequately reflected by the selected first five factors. The quality of 51 dried shark fin products was evaluated by the established model. The results showed that the comprehensive scores of genuine dried shark fin samples ranged from 71.9498 to 564.9416, while those of fake and artificial dried shark fins ranged from 607.9568 to 644.1284 and 648.014 to 798.5972, respectively. Therefore, the quality evaluation model established in this study can rapidly and effectively assess the quality of dried shark fin products.

Key words: dried shark fin products; quality; principal component analysis; evaluation

鱼翅实际是鲨鱼鳍中的细丝状软骨, 而鱼翅干制品是由鲨鱼鳍经一系列加工工艺干制而成^[1~2]。鱼翅干

收稿日期: 2015-08-30

基金项目: 国家质检总局科技计划项目 (2013QK278)

作者简介: 洗燕萍 (1975-), 女, 硕士研究生, 教授级高工, 主要从事食品安全分析技术研究

通讯作者: 赵谋明 (1964-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品生物技术

制品具有很高的营养价值, 其主要成分是蛋白质, 且其中的必需氨基酸含量超过氨基酸总量的 20%, 此外, 还含有少量的钙、铁等矿物元素以及多种维生素^[3~4]。天然鱼翅干制品属于高附加值食品, 价格相对较高, 一般每千克售价在几千至上万元; 而假鱼翅一般由淀粉或明胶加工而成, 每千克售价基本在几十元。巨大的利润差异驱使一些不法商贩利用假鱼翅冒充真鱼

翅,从而牟取暴利,这种行为不仅威胁着消费者的健康和利益,也严重损害了正常的市场秩序。因此,建立快速有效的鱼翅干制品的真假鉴别方法显得尤为重要。

目前,我国对鱼翅干制品的品质鉴别还没有相应的国家标准和行业标准,主要靠行内专家通过眼看、手摸、口尝的方法对鱼翅干制品进行感官鉴别,感官鉴别方法主观因素较强,依赖于鉴定人员个人的经验,解决问题的范围很受限,容易出现误判,不易推广。近年来,国内外对于鱼翅的种类鉴别开始尝试使用PCR、实时荧光PCR等相关技术^[5-11]。本课题组也开展过相关研究,主要针对鱼翅中鲨鱼成分的检测鉴定开发了快速灵敏的PCR检测方法,该方法可用于检测鱼翅类食品中是否存在鲨鱼成分^[12]。但是,由于工艺技术不断发展,孤立的单一的鉴别方法难以解决所有问题,也难以满足实际需求,当前的检测鉴别的发展更趋于多手段、多方面、多层次的相互佐证判断。

本研究通过测定鱼翅干制品的稳定碳和氮同位素比值、矿物元素含量、氨基酸含量等多项指标,以期客观地对鱼翅干制品进行评价,从而达到鉴别鱼翅干制品真假的目。主成份分析法是将原来的评价指标重新组成一组新的互相无关的几个综合指标来代替原来指标,利用几个较少的综合指标反映原来指标的一种统计方法,目前已广泛应用于食品质量评价领域^[13-15]。由于所得鱼翅干制品的原始指标较为复杂和庞大,如对全部指标进行分析,将而导致主次成因相混淆;若仅选其中部分指标,又可能会影响分析结果的代表性和完整性。鉴于此,本研究通过对相关指标进行客观的统计分析,建立了基于主成份分析法的鱼翅干制品品质评价模型,实现有效鉴别。

1 材料与方法

1.1 主要仪器和试剂

配置自动进样器的元素分析仪(Flash 2000 EA)、同位素质谱仪(DELTA V PLUS IRMS),EA-IRMS用于测定鱼翅干制品中的 $\delta^{13}C$ 和 $\delta^{15}N$ 值,EA和IRMS均购置于美国Thermo Fisher公司;L-8900氨基酸自动分析仪,日本Hitachi公司;Agilent 7500cx型电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS),美国Agilent公司;Ethos Touch Control微波消解系统,美国Milestone公司;Milli-Q去离子水发生器,美国Millipore公司;DKZ-3涡旋振荡器,德国IKA公司;锡杯(3 mm×2 mm×5 mm),美国Element Microanalysis公司。

酪蛋白标准品($\delta^{13}C = -26.980\%$, $\delta^{15}N =$

+5.940‰),购自美国商务部标准与技术研究所;17种氨基酸液体混标(胱氨酸含量为1.25 $\mu\text{mol/mL}$,其余均为2.5 $\mu\text{mol/mL}$),购自美国Sigma-Aldrich公司;单元素标准溶液:Li、Be、Mg、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、As、Se、Sr、Mo、Cd、Sb、Ba、Al、Hg和Pb浓度均为1000 mg/L,国家钢铁材料测试中心钢铁研究总院提供;质谱调谐液:Li(7)、Co(59)、Y(89)、Ce(140)、Tl(205)浓度均为0.01 g/L,购于美国Agilent公司;内标溶液为Sc(45)、Ge(72)、Y(89)、In(115)、Tb(159)、Bi(209)浓度为0.001 g/L,购于美国Agilent公司;盐酸、硝酸,优级纯,购于广州市化学试剂厂。

1.2 测定方法

1.2.1 稳定碳、氮同位素比值

同位素质谱进行样品测定时,样品的分析起始阶段通入参考气进行系统稳定性评价,仪器调试稳定后,进行样品的测定。具体测定方法如下:称取适量样品于锡杯中,用镊子密封包装,后移至自动进样器进行上机测定。碳、氮同位素比值分别测定,且在测量过程中,每个样品平行测定5次并取平均值作为最后结果。稳定碳、氮同位素比率分别用 $\delta^{13}C$ 和 $\delta^{15}N$ 表示, $\delta^{13}C$ 的相对标准为V-PDB, $\delta^{15}N$ 的相对标准为Air。计算公式为: $\delta(\%) = (R_{\text{样品}}/R_{\text{标准}} - 1) \times 1000\%$,其中R为重同位素与轻同位素丰度比,即 $^{13}C/^{12}C$ 和 $^{15}N/^{14}N$ 。

1.2.2 金属元素

本研究探讨了ICP-MS测定各元素的最佳仪器条件,调谐后的仪器参数设置如表1所示。

表1 ICP-MS 主要参数

Table 1 Key parameters of ICP-MS

工作参数	设定值
射频功率/w	1500
冷却气流量(LOX)/(L/min)	15.0
载气流量(LOX)/(L/min)	0.60
补偿气流量(LOX)/(L/min)	0.50
雾化室温度(°C)	2
采样锥和截取锥	镍
八极杆反应池模式	氦气
氧化物	<2%
双电荷	<3%

称取约0.5 g(精确至0.001 g)样品于消解罐中,依次加入5 mL硝酸、2 mL 30%过氧化氢、2 mL去离子水,旋紧罐盖,放置于微波消解仪中,根据升温程序(表2)进行微波消解。消解结束后,待自然冷却至室

温, 转移至50 mL聚四氟乙烯容量瓶中, 用硝酸溶液 ($V_{\text{硝酸}}:V_{\text{水}}=1:49$) 洗涤消解罐2~3次, 合并洗涤液至聚四氟乙烯容量瓶中, 再用硝酸溶液 ($V_{\text{硝酸}}:V_{\text{水}}=1:49$) 定容, 混匀, 待用ICP-MS测定。

表2 微波消解升温程序

Table 2 Temperature programming of microwave digestion

时间 /min	起始温度 /°C	终点温度 /°C	升温速率 /(°C/min)
0~2	室温	120	—
2~7	120	120	0
7~8	120	160	40
8~13	160	160	0
13~13.5	160	180	40
13.5~18.5	180	180	0

1.2.3 氨基酸含量

称取约50 mg样品于水解管中, 加入10 mL 6 mol/L盐酸 (内含一定量的苯酚)。将氮吹仪针头伸入至水解管底部, 充30 min氮气, 并迅速旋紧塞子, 置于110 °C烘箱中放置22 h。取出并冷却至室温后, 混匀, 吸取100 μL水解液用氮气吹干, 加1.0 mL 0.02 mol/L

盐酸, 振荡均匀, 高速离心, 上清液用氨基酸分析仪检测。

对含量过高的甘氨酸 (Gly), 使用以下方法稀释: 吸取20 μL水解液用氮气吹干, 加2.0 mL 0.02 mol/L盐酸, 振荡均匀, 从中吸取100 μL, 用0.02 mol/L盐酸稀释至1.0 mL, 混匀, 高速离心, 上清液用氨基酸分析仪检测。

2 结果与讨论

本研究在测得的大量指标中选取了 $\delta^{13}\text{C}$ 值、 $\delta^{15}\text{N}$ 值, 天冬氨酸 (ASP)、苏氨酸 (THR)、脯氨酸 (PRO)、亮氨酸 (LEU)、赖氨酸 (LYS)、Mg、Ca、Cr、Mn、Fe、Cu、Zn、Ba含量等15种较有代表性的指标进行主成份分析, 15种指标的原始数据见表3。为了克服不同变量数值差异过大而造成的主成份分析误差, 按照主成份分析法要求, 应对原始数据矩阵进行标准化, 进而得到进行主成份分析的15个变量的相关系数矩阵 (表4)。由表4可以看出, 许多变量之间直接的相关性比较强, 所以变量之间的确存在信息上的重叠。

表3 用于主成分分析的真鱼翅标准品的指标数据

Table 3 Indexes of dried shark fin products used for principal component analysis

No	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	ASP	THR	PRO	LEU	LYS	Mg	Ca	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Ba
1	-16.4	9.71	5.94	2.24	7.60	2.97	3.08	596	94.3	0.17	0.77	16.9	0.63	8.92	0.67
2	-12.9	15.07	7.18	2.75	6.37	3.08	3.17	823	433	0.23	2.85	14.5	0.65	14.8	0.72
3	-16.6	15.87	6.52	2.42	6.81	2.83	3.19	963	393	0.54	0.52	13.6	0.4	26.6	1.01
4	-13.5	8.80	4.98	2.15	7.31	2.49	2.6	874	855	0.13	16.4	53.2	1.64	21.7	0.82
5	-15.2	13.77	6.02	2.02	6.62	3.25	3.03	1665	1199	0.37	1.31	21.7	0.36	14.7	1.91
6	-14.8	13.67	5.31	2.14	5.79	2.53	3.45	992	202	0.16	3.83	23.8	1.42	29.8	.74
7	-16.0	18.53	5.95	2.42	6.47	2.57	3.21	3002	1511	1.32	5.52	16.6	0.73	12.6	0.39
8	-11.1	19.12	6.05	2.3	6.54	2.72	3.03	2987	1280	0.93	2.54	19.3	2.02	20.5	1.57
9	-14.0	14.10	6.13	2.7	7.46	2.74	2.87	2756	1625	0.83	0.76	7.19	2.28	10.1	0.34
10	-13.7	9.94	5.95	2.37	6.67	2.78	2.91	2562	1339	1.18	0.89	17.2	0.82	10.9	0.55
11	-14.2	14.43	5.07	2.66	6.63	2.85	2.89	1494	910	0.27	2.50	36.1	1.71	31.8	1.65
12	-13.3	11.86	6.84	2.61	7.3	2.99	3.19	707	812	0.63	2.43	8.93	1.14	7.88	1.05
13	-15.0	14.12	6.75	2.58	6.02	3.17	3.14	1024	562	0.41	2.98	34.2	0.79	30.2	1.24

注: 其中碳氮同位素比值的单位为: ‰; 氨基酸的单位为: ‰; 金属元素的单位为: mg/kg。

表4 相关矩阵

Table 4 Correlation matrix

相关	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	ASP	THR	PRO	LEU	LYS	Mg	Ca	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Ba
$\delta^{13}\text{C}$	1.000	0.116	0.045	0.207	-0.049	-0.116	-0.302	0.276	0.326	0.125	0.185	0.076	0.602	-0.061	0.191
$\delta^{15}\text{N}$	0.116	1.000	0.252	0.228	-0.476	-0.040	0.420	0.431	0.289	0.414	-0.289	-0.315	0.084	0.232	0.215
ASP	0.045	0.252	1.000	0.508	-0.056	0.630	0.417	-0.096	-0.120	0.169	-0.486	-0.617	-0.438	-0.338	-0.074
THR	0.207	0.228	0.508	1.000	0.050	0.216	0.024	0.058	0.100	0.163	-0.295	-0.310	0.189	-0.047	-0.218

转下页

接上页

PRO	-0.049	-0.476	-0.056	0.050	1.000	-0.036	-0.558	-0.022	0.147	-0.002	0.099	-0.145	0.186	-0.607	-0.232
LEU	-0.116	-0.040	0.630	0.216	-0.036	1.000	0.150	-0.369	-0.199	-0.250	-0.525	-0.225	-0.526	-0.133	0.485
LYS	-0.302	0.420	0.417	0.024	-0.558	0.150	1.000	-0.186	-0.440	0.006	-0.478	-0.501	-0.403	0.118	-0.067
Mg	0.276	0.431	-0.096	0.058	-0.022	-0.369	-0.186	1.000	0.851	0.887	-0.160	-0.312	0.349	-0.319	-0.240
Ca	0.326	0.289	-0.120	0.100	0.147	-0.199	-0.440	0.851	1.000	0.756	0.018	-0.143	0.380	-0.359	-0.024
Cr	0.125	0.414	0.169	0.163	-0.002	-0.250	0.006	0.887	0.756	1.000	-0.240	-0.466	0.068	-0.416	-0.297
Mn	0.185	-0.289	-0.486	-0.295	0.099	-0.525	-0.478	-0.160	0.018	-0.240	1.000	0.764	0.246	0.180	-0.122
Fe	0.076	-0.315	-0.617	-0.310	-0.145	-0.225	-0.501	-0.312	-0.143	-0.466	0.764	1.000	0.178	0.592	0.298
Cu	0.602	0.084	-0.438	0.189	0.186	-0.526	-0.403	0.349	0.380	0.068	0.246	0.178	1.000	0.135	-0.040
Zn	-0.061	0.232	-0.338	-0.047	-0.607	-0.133	0.118	-0.319	-0.359	-0.416	0.180	0.592	0.135	1.000	0.423
Ba	0.191	0.215	-0.074	-0.218	-0.232	0.485	-0.067	-0.240	-0.024	-0.297	-0.122	0.298	-0.040	0.423	1.000

注: a. 此矩阵不是正定矩阵。

变量共同度 (Communalities) 是表示各变量中所含原始信息能被提取的公因子所表示的程度, 本研究所得到的公因子方差见表 5。由表 5 所示的变量共同度可知: 几乎所有变量的共同度都在 70% 以上, 因此提取出的这几个公因子对各变量的解释能力是较强的。

表 5 公因子方差
Table 5 Commonality

指标	初始	提取
$\delta^{13}C$	1.000	0.697
$\delta^{15}N$	1.000	0.793
ASP	1.000	0.821
THR	1.000	0.770
PRO	1.000	0.809
LEU	1.000	0.947
LYS	1.000	0.879
Mg	1.000	0.960
Ca	1.000	0.913
Cr	1.000	0.897
Mn	1.000	0.697
Fe	1.000	0.874
Cu	1.000	0.800
Zn	1.000	0.869
Ba	1.000	0.928

为了使因子载荷矩阵中系数更加显著, 可以对初始因子载荷矩阵进行转换, 使因子和原始变量间的关系进行重新分配, 相关系数向 0-1 分化, 从而更加容易解释。本研究中采用的是方差最大正交旋转法进行因子旋转, 输出的结果参见表 6, 由表 6 可知, 只有前五个特征值大于 1 (分别为 $\lambda_1=3.793$; $\lambda_2=3.626$; $\lambda_3=2.290$; $\lambda_4=1.662$; $\lambda_5=1.281$), 因此 SPSS 只提取了前五个公因子。在旋转后五个公因子的方差累计贡献率均发生了

变化, 但仍然会保持从大到小的顺序, 而且前五个因子的方差贡献率仍为 84.343%, 和旋转前完全相同, 因此选前五个因子已足够描述鱼翅干制品的品质。

碎石图用于显示各因子的重要程度, 横轴为因子序号, 纵轴表示特征根大小, 从中可以非常直观的了解到哪些是最主要的因子, 参见图 1。从图 1 中可以看出, 本研究中可见前五个因子的散点位于陡坡之上, 而后 10 个因子散点成了平台, 且特征根均小于 1, 因此至多考虑前五个公因子即可。

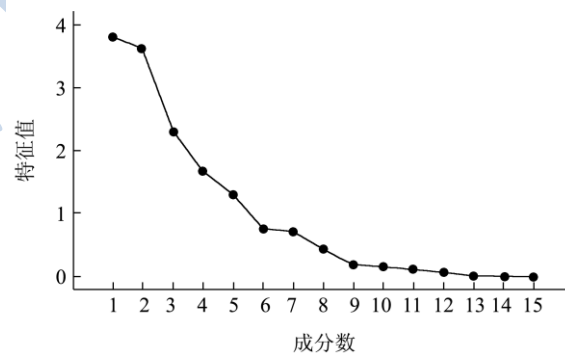


图 1 碎石图
Fig.1 Scree plot

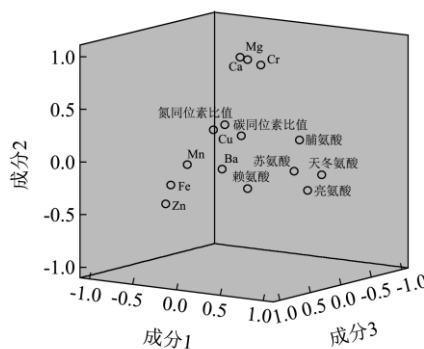


图 2 成分图
Fig.2 Component map

图 2 是进行因子旋转的空间示意图, 值得注意的是

旋转前后各变量散点的相对位置保持不变, 即旋转并不改变因子分析的整体结果, 只是影响各因子在各变量上的载荷分布, 并影响各因子的贡献率。

表6 解释的总方差

Table 6 Total variance explained

成份	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	3.793	25.285	25.285	3.793	25.285	25.285	3.487	23.248	23.248
2	3.626	24.171	49.457	3.626	24.171	49.457	3.212	21.413	44.661
3	2.290	15.268	64.725	2.290	15.268	64.725	2.321	15.475	60.136
4	1.662	11.078	75.803	1.662	11.078	75.803	1.967	13.110	73.246
5	1.281	8.540	84.343	1.281	8.540	84.343	1.664	11.097	84.343
6	0.755	5.034	89.377						
7	0.702	4.683	94.059						
8	0.420	2.801	96.860						
9	0.175	1.168	98.028						
10	0.135	0.897	98.925						
11	0.103	0.686	99.611						
12	0.058	0.389	100.000						
13	1.643×10 ⁻¹⁶	1.095×10 ⁻¹⁵	100.000						
14	2.338×10 ⁻¹⁷	1.558×10 ⁻¹⁶	100.000						
15	-1.234×10 ⁻¹⁶	-8.224×10 ⁻¹⁶	100.000						

表7 旋转成份矩阵^a

Table 7 Rotating component matrix

指标	成份				
	1	2	3	4	5
ASP	0.900	-0.082	0.010	0.032	0.043
Fe	-0.815	-0.348	0.037	0.143	0.260
Mn	-0.763	-0.176	-0.160	0.185	-0.152
Mg	-0.011	0.954	0.052	0.159	-0.144
Cr	0.214	0.898	-0.035	0.005	-0.207
Ca	-0.080	0.890	-0.174	0.265	0.117
PRO	0.012	0.031	-0.887	0.075	-0.123
δ ¹⁵ N	0.271	0.437	0.707	0.151	0.076
Zn	-0.410	-0.390	0.699	0.140	0.199
LYS	0.491	-0.159	0.640	-0.381	-0.239
δ ¹³ C	-0.043	0.191	-0.014	0.791	0.182
Cu	-0.365	0.215	-0.015	0.771	-0.162
THR	0.588	-0.077	0.024	0.614	-0.199
Ba	-0.088	-0.096	0.236	0.053	0.923
LEU	0.637	-0.275	-0.132	-0.149	0.653

注: 提取方法: 主成份分析; 旋转法: 具有Kaiser标准化的正交旋转法; a: 旋转在7次迭代后收敛。

进行方差最大旋转后, 旋转后的因子载荷矩阵如表7所示, 由表7可以看出, 第一公因子在X3、X11、X12有较大的载荷, 主要从天冬氨酸和铁、锰元素方

面反映鱼翅干制品的品质; 第二公因子在X8、X9、X10有较大的载荷, 主要从镁、铬、钙这三种元素反映鱼翅干制品的品质; 第三公因子在X2、X5、X7、X14上有较大载荷, 主要从脯氨酸、赖氨酸和氮同位素比值以及锌元素方面反映鱼翅干制品的品质; 第四公因子在X1、X4、X13上有较大载荷, 主要从碳同位素比值和苏氨酸以及铜元素方面反映鱼翅干制品品质; 第五公因子在X6、X15上有较大载荷, 主要从亮氨酸和钡元素方面反映鱼翅干制品品质。

五个主成分的表达式还不能从输出窗口中直接得到, 为了得到五个主成分的表达式, 以便求主成分值, 还需进一步操作: 将前五个因子载荷矩阵输入到数据编辑窗口(为变量B1、B2、B3、B4、B5), 然后利用 Transform compute, 在对话框中输入 A1 = B1/SQR(3.793) 即可得到主成分系数向量A1。同理, 可得到 A2、A3、A4、A5。于是, 五个主成分表达式如下:

$$F1=0.0539ZX1+0.2526ZX2+0.3019ZX3+0.2254ZX4+0.0211ZX5+0.0765ZX6+0.1438ZX7+0.3409ZX8+0.2706ZX9+0.4067ZX10-0.3255ZX11-0.4406ZX12-0.62ZX13-0.2947ZX14-0.1463ZX15$$

$$F2=0.2389ZX1-0.0268ZX2-0.3088ZX3-0.0494ZX4+0.1607ZX5-0.3676ZX6-0.3587ZX7+0ZX8+0.3671ZX9+0.2190ZX10+0.2710ZX11+0.1554ZX12+0.3792ZX13-0.0730ZX14-0.1161ZX15$$

$$F3=0.1612ZX1+0.4890ZX2-0.0813ZX3+0.0033ZX4-0.5432ZX5-0.0938ZX6+0.2273ZX7+0.1493ZX8+0.0687ZX9+0.0786ZX10-0.0416ZX11+0.1216ZX12+0.1375ZX13+0.4665ZX14+0.2941ZX15$$

$$F4=0.4685ZX1-0.0202ZX2+0.2226ZX3+0.3359ZX4+0.1497ZX5+0.4313ZX6-0.3250ZX7-0.1125ZX8+0.1109ZX9-0.1683ZX10-0.0791ZX11+0.0745ZX12+0.2218ZX13-0.0023ZX14+0.4344ZX15$$

$$F5=0.2050ZX1+0.0097ZX2+0.1582ZX3+0.5443ZX4-0.0221ZX5-0.2863ZX6+0.1758ZX7-0.1776ZX8-0.2995ZX9-0.1635ZX10+0.1087ZX11-0.0769ZX12+0.3428ZX13+0.1272ZX14-0.4727ZX15$$

以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总的特征值之和的比例作为权重计算主成分综合模型:

$$F=\lambda_1/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5)F_1+\lambda_2/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5)F_2+\lambda_3/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5)F_3+\lambda_4/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5)F_4+\lambda_5/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5)F_5$$

$$=0.2998F_1+0.2866F_2+0.1810F_3+0.1314F_4+0.1012F_5$$

根据该模型计算得到所选13份真鱼翅干制品的综合得分(表8)。从表8可以得出以下结论:在该模型下,真鱼翅样品的综合得分一般在71.9498~564.9416之间。

表8 13份所选真鱼翅干制品的综合评价

Table 8 Comprehensive evaluation of 13 dried shark fin products

样品编号	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F
1	223.0205	29.90128	99.86459	-59.3995	-135.888	71.9498
2	392.7485	154.0285	163.1756	-45.9031	-275.257	157.5376
3	427.1402	137.1214	186.5334	-68.0365	-288.067	163.0258
4	498.2283	319.775	203.7294	-3.5397	-411.831	235.7489
5	883.3458	435.626	341.6263	-55.9897	-656.776	377.6891
6	377.7912	70.31823	180.3209	-91.6595	-235.333	130.1933
7	1426.85	551.0321	562.9702	-173.974	-986.08	564.9416
8	1356.718	466.6846	550.4693	-194.222	-912.925	522.2221
9	1379.128	591.5437	529.6331	-132.078	-975.592	562.7775
10	1229.892	487.6831	480.9563	-141.569	-856.966	490.2176
11	735.0667	332.0481	306.5852	-67.3265	-537.552	307.7829
12	459.5422	293.198	166.1028	8.845499	-368.951	215.6903
13	482.3836	202.9753	211.2139	-53.6822	-349.983	198.5489

表9 51份样品的综合评价

Table 9 Comprehensive evaluation of 51 dried products

样品编号	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F
S1	550.1744	330.8289	218.5221	-5.50928	-440.542	254.0036
S2	326.3219	140.0263	139.3359	-35.5693	-238.848	134.3374
S3	379.7223	123.1664	174.0609	-63.9706	-261.595	145.7661
S4	316.2621	167.7261	128.9516	-14.5935	-242.755	139.7415
S5	1107.183	792.6237	388.1631	65.63369	-923.514	544.5216
S6	440.5391	162.4628	182.8595	-57.1328	-303.515	173.51
S7	268.3339	36.63505	119.0557	-69.5332	-159.753	87.1915
S8	272.7446	36.60679	122.8324	-70.5685	-162.138	88.8119
S9	561.8939	341.2985	226.4328	-2.43486	-447.254	261.6742
S10	1236.061	537.58	479.6891	-115.55	-877.662	507.4625
S11	1329.638	475.8731	524.8721	-178.946	-900.393	515.3792
S12	1220.485	484.917	477.3724	-138.541	-848.365	487.224
S13	1223.167	733.3669	451.2408	-7.55578	-961.184	560.2984

转下页

接上页

S14	1269.214	596.6287	480.3653	-95.0656	-923.254	532.5252
S15	346.8941	225.0971	142.4093	15.27496	-274.835	168.4816
S16	440.105	294.8382	168.1942	22.89789	-354.363	214.0345
S17	395.5952	233.352	150.9964	-5.05351	-312.029	180.5671
S18	395.0048	85.82376	172.0488	-86.4481	-249.909	137.5103
S19	482.773	202.195	211.7959	-55.1417	-350.581	198.2951
S20	499.8895	185.017	214.2028	-57.6007	-337.851	199.9042
S21	496.325	297.6543	195.4096	5.667822	-384.85	231.273
S22	340.4145	91.74463	153.2387	-54.4634	-212.82	127.3926
S23	373.8988	151.779	152.8108	-42.9533	-265.625	150.7281
S24	458.888	276.5595	174.4385	-1.88721	-363.036	211.4227
S25	1151.304	958.5082	394.754	146.347	-1013.76	607.9568
S26	1148.89	1022.602	387.4909	182.6699	-1040.82	626.3231
S27	1126.432	990.7817	381.394	172.763	-1015.28	610.6492
S28	1170.309	991.8752	395.4087	148.521	-1048.09	620.1482
S29	1177.465	1056.968	391.0447	182.6509	-1080.54	641.3602
S30	1141.226	1101.742	369.9658	217.5309	-1080.22	644.1284
S31	1086.664	1074.709	350.8371	232.3132	-1030.15	623.57
S32	1299.349	1421.005	417.9617	337.8301	-1311.33	784.1401
S33	1007.278	1294.549	284.0641	377.8375	-1088.73	663.8835
S34	1034.752	1222.297	306.9784	318.4553	-1086.2	648.014
S35	1101.295	1252.577	336.0404	308.3036	-1134.3	675.7001
S36	1163.301	1253.34	365.2724	289.0471	-1168.54	693.8033
S37	1077.204	1377.885	305.3463	398.1547	-1162.43	707.7954
S38	1085.896	1355.898	313.4854	382.5367	-1157.79	703.9901
S39	1128.67	1386.754	329.5361	383.7562	-1194.58	724.9988
S40	1137.517	1363.4	342.3922	353.7141	-1205.99	718.1828
S41	1071.8	1277.871	329.3295	329.8059	-1137.9	675.3535
S42	1170.903	1360.272	360.7635	341.9753	-1224.12	727.2434
S43	1324.942	1446.734	415.9064	350.7504	-1330.26	798.5972
S44	1304.432	1440.948	411.934	350.5359	-1319.29	791.1528
S45	1311.182	1394.37	406.5587	329.6807	-1291.83	778.8925
S46	1143.486	1314.203	355.5715	322.1816	-1189.87	705.7458
S47	1240.143	1385.065	382.5218	332.8984	-1265.84	753.6302
S48	1228.625	1363.061	382.2134	325.3309	-1252.08	744.2134
S49	1207.41	1342.557	379.9069	329.5034	-1223.51	734.9995
S50	1230.634	1337.08	388.3921	319.5704	-1230.52	739.9134
S51	1252.008	1340.479	399.2823	314.329	-1245.9	747.0207

利用该模型对51份样品进行评价分析, 结果见表9。从表9可以看出, S1~S24号样品的F得分值均在71.9498~564.9416之间, 因此可判定这些样品为真鱼翅样品。而仿鱼翅样品(S25~S31)的综合得分一般在607.9568~644.1284之间, 素鱼翅样品(S32~S51)的综合得分一般在648.014~798.5972之间。可以发现, 三

种鱼翅干制品的综合得分范围有着明显的差异, 因此, 经过主成分分析法建立的评价模型可有效鉴别鱼翅干制品的品质。

3 结论

建立了基于主成份分析法的鱼翅干制品品质评价

模型,在该模型下,真鱼翅样品的综合得分一般在71.9498~564.9416之间,仿鱼翅样品的综合得分一般在607.9568~644.1284之间,素鱼翅样品的综合得分一般在648.014~798.5972之间,可有效鉴别鱼翅干制品的品质。主成份分析法不但可以大大减少样品初步检测的成本和工作量,而且其判定准确率高,分析结果对鱼翅加工厂家以及质检机构具有一定的指导作用。

参考文献

- [1] 黄文胜,韩建勋,董洁,等.FINS方法鉴定鱼翅和鲨鱼软骨的鲨鱼种类[J].食品科技,2011,36(11):265-271
HUANG Wen-sheng, HAN Jian-xun, DONG Jie, et al. Species identification of shark fins and cartilages with FINS method [J]. Food Science and Technology, 2011, 36(11): 265-271
- [2] 郭云霞,冒海琳,张舒亚,等.鱼翅的分类及鉴别方法[J].食品工业,2011,6:96-99
GUO Yun-xia, MAO Hai-lin, ZHANG Shu-ya, et al. Classification and identification of shark fin [J]. Food Industry, 2011, 6: 96-99
- [3] Shelley C Clarke, Jennifer E Magnussen, Debra L Abercrombie, et al. Identification of shark species composition and proportion in the Hong Kong shark fin market based on molecular genetics and trade records [J]. Conservation Biology, 2006, 20(1): 201-211
- [4] 徐凤香,高昕,李昭勇,等.鱼翅营养成分提取及定性分析[J].食品工业科技,2007,28(1):225-227
XU Feng-xiang, GAO Xin, LI Zhao-yong, et al. Nutrients Extraction and Qualitative Analysis of Shark's fin [J]. Science and Technology of Food Industry, 2007, 28(1): 225-227
- [5] Aranishi F, Okimoto T, Izumi S. Identification of gadoid species (Pisces, Gadidae) by PCR-RFLP analysis [J]. J. Appl. Genet., 2005, 46(1): 69-73
- [6] Blanco M, Pérez-Martín RI, Sotelo CG. Identification of shark species in seafood products by forensically informative nucleotide sequencing (FINS) [J]. J. Agric. Food Chem., 2008, 56(21): 9868-9874
- [7] Teletchea F, Maudet C, Hänni C. Food and forensic molecular identification: update and challenges [J]. Trends Biotechnol., 2005, 23(7): 359-366
- [8] Woolfe M, Primrose S. Food forensics: using DNA technology to combat misdescription and fraud [J]. Trends Biotechnol., 2004, 22(5): 222-226
- [9] Yancy Haile F, Zemlak Tyler S, Mason Jacqueline A, et al. Potential use of DNA barcodes in regulatory science: applications of the Regulatory Fish Encyclopedia [J]. J. Food Prot., 2008, 71(1): 210-217
- [10] 郭云霞,包建强,张舒亚,等.食品中鲨鱼源性成分真实性PCR鉴别研究[J].食品工业科技,2011,32(10):421-424
GUO Yun-xia, BAO Jian-qiang, ZHANG Shu-ya, et al. Study on the authentication of shark derived material in food using PCR [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 32(10): 421-424
- [11] 郭云霞,张舒亚,谔鸿超,等.SYBR Green实时荧光PCR检测食品中鲨鱼源性成分真实性方法的建立[J].食品与生物技术学报,2012,31(12):1300-1306
GUO Yun-xia, ZHANG Shu-ya, ZHAN Hong-chao, et al. Authentication of Shark Derived Material in Food using SYBR Green Fluorescence Real-Time PCR [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2012, 31(12): 1300-1306
- [12] 覃芳芳,王德莲,洗燕萍,等.鱼翅类食品中鲨鱼成分PCR鉴定方法研究[J].现代食品科技,2014,30(4):274-278,254
QIN Fang-fang, WANG De-lian, XIAN Yan-ping, et al. Identification of shark fins in food with PCR method [J]. Modern Food Science and Technology, 2014, 30(4): 274-278, 254
- [13] 戴素贤,谢赤军,陈栋,等.七种高香型乌龙茶香气成分的主成分分析[J].华南农业大学学报,1999,20(1):113-117
DAI Su-xian, XIE Chi-jun, CHEN Dong, et al. Principal component analysis on aroma constituents of seven high-aroma pattern Oolong teas [J]. Journal of South China University of Technology, 1999, 20(1): 113-117
- [14] 杨坚,童华荣,贾利蓉.豆腐乳感官和理化品质的主成分分析[J].农业工程学报,2002,18(2):131-135
YANG Jian, TONG Hua-rong, JIA Li-rong. Principal composition analysis of sensory and physicochemical quality of fermented beancurd [J]. Transactions of the CSAE, 2002, 18(2): 131-135
- [15] 岳田利,彭帮柱,袁亚宏,等.基于主成分分析法的苹果酒香气质量评价模型的构建[J].农业工程学报,2012,23(6):223-227
YUE Tian-li, PENG Bang-zhu, YUAN Ya-hong, et al. Modeling of aroma quality evaluation of cider based on principal component analysis [J]. Transactions of the CSAE, 2012, 23(6): 223-227