

市售蚝油产品品质的评价

潘 婷,杨 雷,朱科帆,杨成聪,李文婷,屈定武,郭 壮*

(湖北文理学院,化学工程与食品科学学院,鄂西北传统发酵食品研究所,湖北襄阳 441053)

摘 要:在对滋味、质构、色泽和常规理化指标进行测定的基础上,本研究采用多元统计学方法,对市售蚝油的产品品质进行了分析。研究表明市售蚝油样品在基本味、回味、红绿度和黄蓝度上的差异较大,而在各质构指标和明亮度上的差异较小。通过围绕中心点的分割算法分析发现市售蚝油样品根据其品质特征可划分为3个聚类,不同聚类间的蚝油样品其酸味、涩味和回味 A(涩的回味)存在显著差异($p < 0.05$)。

关键词:蚝油,电子舌,质构仪,色度仪,品质评价

Quality evaluation of commercial oyster sauce samples

PAN Ting, YANG Lei, ZHU Ke-fan, YANG Cheng-cong, LI Wen-ting, QU Ding-wu, GUO Zhuang*

(Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Chemical Engineering and Food Science, HuBei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China)

Abstract: In this paper, the product qualities of commercial oyster sauce samples were studied by taste, texture quality, physical and chemical index, and multivariate statistics. The results showed that there were significant differences in basic taste, aftertaste, a^* and b^* among commercial oyster sauce samples, and each texture index and L^* showed opposite trends. Partitioning around medoids (PAM) showed all commercial oyster sauce samples could be divided into three clusters based on product quality. Meanwhile, significant differences were found for sourness, astringency, and aftertaste-A among different clusters ($p < 0.05$).

Key words: oyster sauce; electronic tongue; texture analyzer; colorimeter; quality evaluation

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2016)20-0096-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.20.010

蚝油是利用牡蛎蒸、煮后的汁液进行浓缩或直接用牡蛎肉酶解,再加入糖、食盐、淀粉或改性淀粉等原料,辅以其他配料和食品添加剂制成的调味品^[1]。因具有味道鲜美、蚝香浓郁、粘稠适度和营养价值高的特点,蚝油产品深受消费者的喜爱^[2]。蚝油品质的优劣直接决定了消费者对产品的可接受度,因而国内研究学者近年来在蚝油品质特性评价及改良方面开展了多项卓有成效的研究,探讨了糖^[3]、变性淀粉^[4]和罗望子胶^[5]等对蚝油稳定性的影响以及各种吸附剂在蚝油脱铅中的应用^[6-7]。值得一提的是,不同厂家生产的蚝油由于受原料、自然条件和制作工艺等因素的影响,其产品品质可能存在较大的差异。然而令人遗憾的是,目前针对市售蚝油产品品质比较研究的报道尚少。

国家标准 GB/T 21999-2008《蚝油》要求从滋味、体态和色泽等方面对蚝油的品质进行评价,然而感官鉴评方法具有受主观因素影响大和对感官鉴评人员专业素质要求高的不足。通过采用人工脂膜传

感器技术,电子舌可以对食品的酸、苦、涩、咸、鲜和甜味等6个基本味和涩、苦和鲜等3个基本味的回味进行定量分析^[8]。通过使用质构仪,研究人员可以对食品的质构特性进行解析,并对食品的硬度、脆性、咀嚼性、韧性或弹性等诸多指标进行数字化评价^[9]。此外,色度仪可以对食品的亮度、红绿度和黄蓝度进行数字化评价,同时还可以对不同样品间的色差进行计算^[10]。

本研究采集了隶属于17个品牌25个品名的蚝油产品,采用电子舌、质构仪和色度仪对其滋味、质构和色泽品质进行了评价,同时使用高效液相色谱法和常规理化分析法对其中有机酸、蛋白质和总酸等物质的含量进行了测定,在此基础上结合多元统计学方法,对市售蚝油的产品品质进行了比较研究。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

蚝油 市售;内部溶液、参比溶液、阴离子溶液

收稿日期: 2016-05-24

作者简介: 潘婷(1996-),女,大学本科,研究方向:食品生物技术, E-mail: 2376325934@qq.com。

* 通讯作者: 郭壮(1984-),男,博士,研究方向:食品生物技术, E-mail: guozhuang1984@163.com。

基金项目: 襄阳市科技计划研究与开发项目(2015zd29);湖北文理学院食品新型工业化学学科群建设项目(2016);湖北文理学院大学生创新创业训练计划项目(201610519025)。

和阳离子溶液 均由日本 Insent 公司提供;冰乙酸、酚酞、铬酸钾、甲基红、甲醛、酒石酸钾钠、硫酸钾、硫酸铜、氯化钾、氯化钠、浓硫酸、硼酸、葡萄糖、氢氧化钠、无水碳酸钠、无水乙醇、硝酸银、溴甲酚绿亚甲基蓝、亚铁氰化钾、盐酸、氧化镁和乙酸锌等试剂 均购于成都市科龙化工试剂厂。

SA402B 电子舌 日本 Insent 公司;LXJ-IIB 低速大容量多管离心机 上海安亭科学仪器厂;SHZ-D 水循环多用真空泵 巩义市予华仪器有限责任公司;BXM-30R 立式压力蒸汽灭菌器 上海博迅实业有限公司医疗设备厂;LC-20ADXR 高效液相色谱仪、Inertsil C₁₈液相色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm) 日本岛津公司;UltraScan PRO 色度仪 美国 HunterLab 公司;TA.XT Plus 质构仪 英国 Stable Micro System 公司;HE53 卤素水分测定仪 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;AW-1 型智能水份活度仪 江苏无锡碧波电子设备厂;KDM 型可调温电热套 山东鄞城华鲁电热仪器有限公司;JK-MSH-2L 磁力搅拌器 上海玛登仪器有限公司;Sasartorius AG BS2245 分析天平 北京赛多利斯仪器系统有限公司;K60A 全自动凯氏定氮仪 上海晟声自动化分析仪器有限公司;PHS-25 型数显 pH 计 上海仪电科学仪器股份有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 市售蚝油样品采集 采集了北京、福建、广东、湖南、山东、四川和香港等 7 个地区产的隶属于 17 个品牌 25 个品名的蚝油样品。其中北京地区产老才臣鲜味蚝油,编号为 BJ1;福建地区产安记蚝油,编号为 FJ1;广东地区产的样品共 17 个,其中 5 个样品隶属于海天品牌,4 个隶属于李锦记品牌,各有 1 个样品隶属于国味威、三井、八珍、东古、致美斋、味事达、凤球唛和厨邦等 8 个品牌,编号分别为 GD1~GD17;湖南地区产的 2 个样品均隶属于加加品牌,编号为 HN1 和 HN2;山东地区产味达美臻品蚝油编号为 SD1;四川地区产百家鲜洲井蚝味鲜编号为 SC1;香港产的 2 个样品均隶属于淘大品牌,编号分别为 XG1 和 XG2。

1.2.2 市售蚝油样品各滋味指标相对强度测定 使用蒸馏水将蚝油样品稀释 10 倍后,使用快速滤纸抽滤,滤液备用。

参照文献[11]中的方法对样品各滋味指标强度进行测定。即:CA0、C00、AE1、CT0、AAE 和 GL1 等 6 个传感器首先用阳离子或阴离子溶液洗涤后,于参比溶液中浸泡 30 s 测得参比电势 V_r ,然后于样品溶液中浸泡 30 s,测得样品溶液电势 V_s , V_s-V_r 即为样品酸、苦、涩、咸、鲜和甜味的强度值;最后将传感器 C00、AE1 和 AAE 传感器洗涤后于参比溶液中浸泡 30 s,测得电势 V_r' , $V_r'-V_r$ 即为样品后味 A(涩的回味)、后味 B(苦的回味)和丰度(鲜的回味)的强度值。

因 SA 402B 电子舌每次仅能完成 10 个样品的测定,故为减少系统误差的影响,每次测定时均添加 GD6 号样品作为对照样品,数据处理时,待测样品与

GD6 号样品的差值即为待测样品各滋味指标的相对强度值。每个样品重复测定 4 次,选后 3 次的测量数据作为本研究的原始数据。

1.2.3 市售蚝油样品有机酸含量的测定 高效液相色谱仪配制紫外吸收检测器和 Inertsil C₁₈液相色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm)。样品测定时使用 0.01 mol/L 磷酸二氢钾作为流动相,并用磷酸调节 pH 至 2.3,柱温 30 ℃,流速 0.8 mL/min,检测波长 215 nm,进样量 10 μL/次。

分别称取草酸、琥珀酸、酒石酸、柠檬酸、苹果酸、乳酸和乙酸等 7 种标准品,用超纯水逐级稀释制成质量浓度范围为 0.001~3 g/L 的阶梯混合标准工作溶液,上机测定后,分别以峰面积和质量浓度为因变量(Y)和自变量(X),进行回归方程拟合。

使用流动相将蚝油样品稀释 10 倍后,于 121 ℃ 加热 15 min 使蛋白质变性,冷却后 4000 g 离心 10 min,取上清液经 0.22 μm 水相滤膜过滤后,置于 2 mL 进样瓶中备用。样品上机测定后,将其峰面积数值代入回归方程,即可求得其质量浓度。

1.2.4 市售蚝油样品各色度指标的测定 使用已知反射系数的白板对色度仪进行校正后,将蚝油样品分别装入 50 mm×50 mm 比色皿中进行色度测定,测试模式为反射,读数以 CIE1976 色度空间值 L^* (暗→亮:0→100), a^* (绿→红+), b^* (蓝→黄+)表示。

1.2.5 市售蚝油样品各质构指标的测定 选用直径为 35 mm 的 A-BE 适配探头,使用质构仪对样品的硬度、稠度、粘聚性和表观粘度等指标进行测定,参数设置如下:测试前探头下降速度 2 mm/s,测试速度 1 mm/s,测试后探头上升速度 20 mm/s,测试返回距离 30 mm,触发类型自动,触发力 5.0 g。

1.2.6 市售蚝油样品各常规理化指标的测定 水分含量采用卤素水分测定仪的快速烘干模式直接测定;水分活度采用水分活度仪进行直接测定;氯化钠采用 GB/T 12457-2008《食品中氯化钠的测定》中的直接沉淀滴定法进行测定;还原糖采用 GB/T 5009.7-2008《食品中还原糖的测定》中的直接滴定法进行测定;蛋白质参照 GB/T 5009.5-2010《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法,使用全自动凯氏定氮仪进行测定;氨基酸态氮参照 GB/T 5009.39-2003《酱油卫生标准的分析方法》中氨基酸态氮甲醛值法进行测定;总酸参照 GB/T 5009.39-2003《酱油卫生标准的分析方法》中的总酸滴定法进行测定;挥发性盐基氮采用 GB/T 21999-2008《蚝油》中的半微量定氮法进行测定。

1.2.7 统计分析 通过调用 R 软件(<http://www.r-project.org/>)下的‘ade4’包计算各蚝油样品品质间的延森-香农分歧距离(Jensen-Shannon divergence distances, JSDs),通过围绕中心点的分割算法(Partitioning Around Medoids, PAM)对 25 个蚝油样品进行聚类分析;通过曼-惠特尼检验(Mann-Whitney)对隶属于不同聚类间蚝油样品产品品质的差异性进行分析;使用皮尔森相关性分析法(Pearson correlation analysis)对各滋味指标与常规理化指标的

相关性进行分析。除 PAM 分析外,其他分析均采用 Matlab 2010b 软件 (The MathWorks, Natick, MA, USA)。

2 结果与讨论

2.1 市售蚝油滋味品质的分析

作为食品的主要品质之一,滋味品质直接决定了消费者对产品的喜好程度。本研究采用电子舌技术对 25 个蚝油样品的滋味品质进行了评价,市售蚝油各滋味指标相对强度的分析如表 1 所示。

表 1 市售蚝油各滋味指标相对强度的分析 (n=25)

Table 1 The analysis of relative intensity of each taste index in oyster sauce samples (n=25)

	平均值	中位数	最小值	最大值	极差	变异值 (%)
酸味	0.29	-0.11	-3.43	7.37	10.80	829.48
苦味	1.46	1.41	-0.29	4.96	5.25	85.21
涩味	0.16	0.01	-0.40	2.21	2.61	360.91
咸味	0.50	0.54	-0.45	1.36	1.81	100.28
鲜味	-0.78	-0.46	-4.54	0.79	5.32	148.06
甜味	0.19	0.06	-0.15	1.67	1.82	217.17
后味 A	0.54	0.50	-0.34	1.26	1.60	95.54
后味 B	0.46	0.32	-0.87	2.86	3.73	163.37
丰度	0.53	0.51	-0.63	1.82	2.45	108.59

由表 1 可知,6 个基本味指标和 3 个回味指标相对强度值的极差均大于 1, Kobayashi Y^[12] 等研究发现若两个样品之间某一指标的强度值之差大于 1,则通过感官鉴评的方法亦可以将该差异区分出来。由此可见,市售蚝油样品的滋味品质存在较大的差异。由变异值可知,纳入本研究的 25 个蚝油样品间在酸味上的差异性最大,其次为涩味、甜味、后味 B (苦的回味) 和鲜味,而在丰度 (鲜的回味)、咸味、后味 A (涩的回味) 和苦味等 4 个指标上的差异相对较小。本研究进一步采用高效液相色谱法对蚝油中的有机酸含量进行了测定,市售蚝油中各有机酸含量的箱形图如图 1 所示。

由图 1 可知,市售蚝油样品中的有机酸主要为乳酸、乙酸、草酸和苹果酸,虽然含有琥珀酸、酒石酸和柠檬酸,但其含量较少。通过查阅蚝油产品配料表发现,25 个蚝油样品中有 8 个样品添加了柠檬酸,而该 8 个样品中柠檬酸含量的平均值仅为 0.76 g/L。XG1 和 XG2 2 个样品均添加了乳酸,其样品中乳酸

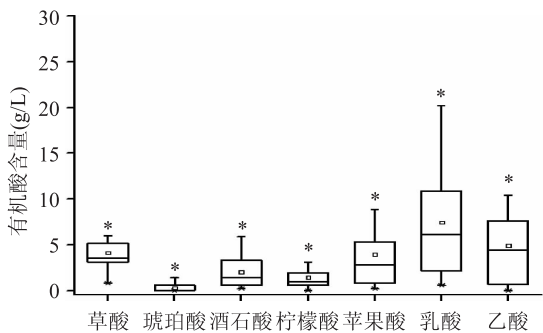


图 1 市售蚝油中各有机酸含量的箱形图 (n=25)

Fig.1 The box plot of content of organic acid in oyster sauce samples (n=25)

注: * 代表异常值。

的含量分别为 10.40、19.43 g/L, 除去这两个样品后, 其余 23 个没有添加乳酸的蚝油样品其乳酸含量的平均值亦可达到 6.78 g/L。

2.2 市售蚝油质构及色度品质的分析

GB/T 21999-2008《蚝油》中指出合格的蚝油产品除具有味鲜美、咸淡适口或鲜甜及无异味等滋味品质外,还应具有粘稠适中、均匀、不分层、不结块和无异物的体态及红棕色至棕褐色、鲜亮有光泽的色泽。本研究进一步使用质构仪和色度仪对市售蚝油的各质构指标和色度指标进行了分析,结果如表 2 所示。

由表 2 可知,纳入本研究的 25 个蚝油样品在硬度、稠度、粘聚性和表观粘度 4 个质构指标上的差异性较小,变异值范围在 18.05%~29.56%,而在 L* 值这一色度指标上的差异性更小,其变异值仅为 3.60%。值得一提的是,蚝油样品在 a* 值和 b* 值 2 个色度指标上的差异性较大,变异值分别为 151.06% 和 160.26%,由此可见,市售蚝油样品的明度差异不大,而红绿度和黄蓝度差异较大。

2.3 市售蚝油产品品质整体结构的分析

食品的产品品质通常包括色、香、味、形及质地等方面,因此仅单一的对市售蚝油样品的某一品质指标进行评价是不足的。在对 25 个蚝油样品滋味、质构和色泽等 16 个指标进行评价的基础上,本研究构建了 25 行×16 列矩阵并对其进行了均一化处理,同时使用 PAM 分析对市售蚝油品质整体结构的差异性进行了评价。基于 PAM 分析的市售蚝油聚类分析如图 2 所示。

表 2 市售蚝油各质构和色度指标的分析 (n=25)

Table 2 The analysis of each texture index and chroma index in oyster sauce samples (n=25)

指标	平均值	中位数	最小值	最大值	极差	变异值 (%)
硬度	48.41	47.66	21.82	68.13	46.31	19.93
稠度	427.49	424.72	211.93	580.10	368.18	18.56
粘聚性	-30.63	-29.77	-41.55	-14.78	26.77	18.05
表观粘度	-224.66	-214.33	-346.67	-32.52	314.15	29.56
L*	24.67	24.51	24.01	28.42	4.41	3.60
a*	0.54	0.29	-0.06	3.27	3.33	151.06
b*	0.60	0.39	-0.15	4.33	4.48	160.26

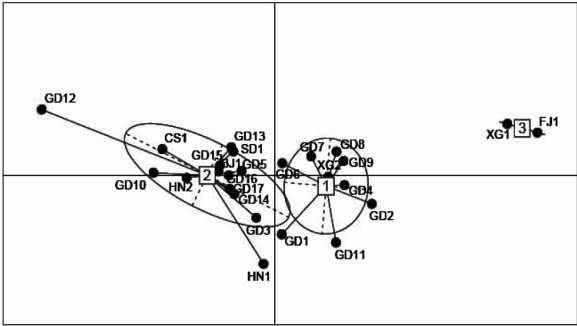


图2 基于PAM分析的市售蚝油聚类分析
Fig.2 The cluster analysis of
oyster sauce using the PAM analysis

由图2可知,25个蚝油样品可以分为3个聚类,其中聚类I由GD1、GD2、GD4、GD6、GD7、GD8、GD9、GD11和XG2等9个样品构成,聚类II由GD3、GD5、GD10、GD12、GD13、GD14、GD15、GD16、GD17、HN1、HN2、SD1、BJ1和CS1等14个样品构成,聚类III由XG1和FJ1两个样品构成。由图2也可知,同一地区产的不同蚝油样品分散在不同的聚类中,由此可见,地域因素不是导致样品形成明显聚类的原因,然而究竟是由于哪些指标的不同导致了25个样品呈现出3个聚类,是本研究需要进一步解决的问题。

2.4 不同聚类间蚝油各品质指标的差异性分析

由PAM分析可知,25个蚝油样品可以分为3个聚类,由于聚类III仅包含2个样品,因而不具有代表性,故本研究仅对纳入聚类I和聚类II的23个蚝油样品各品质指标的差异性进行了比较分析。不同聚类间蚝油样品的滋味品质差异性分析如表3所示。

由表3可知,隶属于聚类I的蚝油样品其酸味、涩味和后味A(涩的回味)的相对强度要低于聚类II,且经Mann-Whiney分析发现该差异显著($p < 0.05$),而在其他滋味指标上的差异均不显著($p > 0.05$)。酸味、涩味和后味A(涩的回味)3个指标为蚝油的缺陷型指标,由此可见,聚类I中蚝油样品的滋味品质要优于聚类II。本研究进一步对不同聚类间蚝油样品的质构和色度品质进行了比较分析,其结果如表4所示。

由表4可知,隶属于聚类I和聚类II的蚝油样品其硬度、稠度、粘聚性和表观粘度等质构指标及 L^* 、 a^* 和 b^* 等色度指标差异均不显著($p > 0.05$)。

本研究分别采用电子舌、质构仪和色度仪等检测设备对市售蚝油的滋味、质构和色泽品质进行了客观的数字化评价。通过上述分析,可以初步推断出导致25个市售蚝油样品呈现明显聚类的原因,可能与其在酸味、涩味和后味A(涩的回味)等滋味指标上存在显著差异有关。食品的组分赋予了食品独特的滋味品质特征,因而本研究对不同聚类间蚝油样品的理化指标进行了比较分析,其结果如表5所示。

由表5可知,隶属于聚类I的蚝油样品其总酸含量要低于聚类II,且经Mann-Whiney分析发现其差异显著($p < 0.05$),而隶属于2个聚类的蚝油样品的水分、蛋白质、氯化钠、氨基酸态氮、还原糖和挥发性盐基氮等物质的含量差异均不显著($p > 0.05$)。

2.5 市售蚝油常规理化指标和滋味指标的相关性分析

在对不同聚类间蚝油样品各理化指标含量进行

表3 隶属于聚类I和聚类II的蚝油样品各滋味指标的差异性分析
Table 3 Significance analysis of each taste index of oyster sauce samples in clustering I and clustering II

指标	聚类 I	聚类 II	p 值
酸味	-0.99(-0.37,-3.43~0.78) *	0.79(0.56,-2.05~7.37)	0.045
苦味	1.25(1.22,-0.29~4.32)	1.71(1.58,0.32~4.96)	0.204
涩味	0.08(-0.04,-0.4~1.57)	0.23(0.07,-0.14~2.21)	0.038
咸味	0.69(0.79,0~1.36)	0.31(0.29,-0.45~1.18)	0.229
鲜味	-0.39(-0.17,-2.75~0.79)	-0.83(-0.66,-2.91~0.42)	0.125
甜味	0.16(0,-0.15~1.26)	0.24(0.09,0.02~1.67)	0.899
后味 A	0.33(0.36,-0.34~1.26)	0.69(0.88,-0.15~1.26)	0.038
后味 B	0.3(0.27,-0.52~1.51)	0.62(0.33,-0.32~2.86)	0.112
丰度	0.57(0.47,0~1.82)	0.51(0.53,-0.63~1.8)	0.294

注: *,平均值(中位数,最小值~最大值),表4、表5同。

表4 隶属于聚类I和聚类II的蚝油样品各质构和色度指标的差异性分析
Table 4 Significance analysis of each texture and chroma index of oyster sauce samples in clustering I and clustering II

指标	聚类 I	聚类 II	p 值
硬度	49.76(45.31,40.38~63.27)	46.34(47.34,21.82~68.13)	0.688
稠度	436.56(394.66,354.2~550.25)	412.09(423.01,211.93~580.1)	0.689
粘聚性	-31.68(-29.36,-39.15~-26.45)	-29.08(-29.42,-41.55~-14.78)	0.350
表观粘度	-252.37(-247.66,-335.63~-194.33)	-202.73(-207.35,-346.67~-32.52)	0.147
L^*	24.53(24.53,24.26~24.8)	24.87(24.47,24.04~28.42)	0.776
a^*	0.39(0.3,0.13~0.81)	0.76(0.29,0~3.27)	0.831
b^*	0.49(0.53,0.09~0.91)	0.78(0.2,-0.06~4.33)	0.434

表5 隶属于聚类 I 和聚类 II 的蚝油样品各理化指标的差异性分析

Table 5 Significance analysis of physical and chemical indexes of oyster sauce samples in clustering I and clustering II

指标	聚类 I	聚类 II	p 值
水分活度	0.87(0.861,0.834~0.922)	0.892(0.893,0.849~0.95)	0.095
水分含量(g/100 g)	49.03(51.28,33.38~67.7)	56.31(59.17,41.28~73.42)	0.142
蛋白质含量(g/100 g)	3.43(3.19,2.41~4.91)	3.22(3.14,0.08~7.38)	0.739
氯化钠含量(g/100 g)	10.03(9.75,8.81~11.45)	9.39(9.49,7.62~11.03)	0.204
总酸(g/100 g)	0.29(0.31,0.13~0.4)	0.55(0.5,0.33~1.19)	0.044
氨基酸态氮(g/100 g)	0.42(0.4,0.12~0.64)	0.39(0.38,0~0.85)	0.640
还原糖(g/100 g)	1.46(1.23,1.02~3.01)	1.52(1.14,0.3~5.66)	0.463
挥发性盐基氮(mg/100 g)	8.61(6.66,3.99~23.66)	14.08(15.28,0~38.31)	0.385

比较分析的基础上,本研究进一步采用 Pearson 相关性检验,对市售蚝油的常规理化指标与滋味指标的相关性进行了分析,并采用热图这一数据二维呈现方式^[13],将各指标间的相关系数值进行了展示。市售蚝油常规理化指标和滋味指标相关性的热图如图 3 所示。

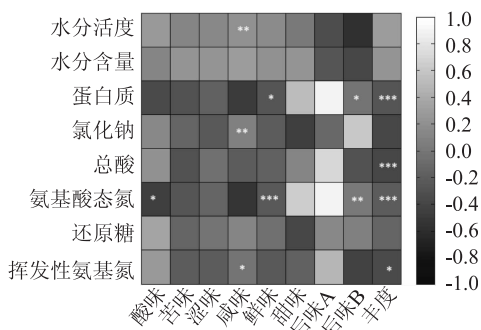


图3 市售蚝油常规理化指标和滋味指标相关性的热图

Fig.3 Correlation heat map of the physical

and chemical indexes and taste indexes of oyster sauce samples

注: * 代表 $p < 0.05$, ** 代表 $p < 0.01$, *** 代表 $p < 0.001$ 。

由图 3 可知,经 Pearson 相关性分析发现,蚝油的鲜味强度与氨基酸态氮含量呈极显著正相关($p = 0.0007$),其相关系数为 0.645,而与蛋白质含量呈显著正相关($p = 0.011$),其相关系数为 0.510;蚝油的丰度(鲜的回味)强度与挥发性盐基氮含量呈显著负相关($R = -0.482, p = 0.017$),与氨基酸态氮含量呈极显著正相关($R = 0.645, p = 0.0007$),与蛋白质含量呈极显著正相关($R = 0.895, p = 0.0001$),而与总酸含量呈极显著负相关($R = -0.698, p = 0.0001$);蚝油的后味 B(苦的回味)强度与蛋白质和氨基酸态氮含量均呈显著负相关($p < 0.05$),且相关系数为 -0.494 和 -0.556。众所周知,鲜味和丰度(鲜的回味)为蚝油的特征性指标,而苦味和涩味及两者的回味为蚝油的缺陷型指标,由上述分析不难推断出,优质的蚝油产品应具有较高的蛋白质及氨基酸态氮含量和较低的挥发性氨基氮含量。

本研究亦发现蚝油的咸味与水分活度呈显著负相关($R = -0.571, p = 0.004$),而与氯化钠含量呈显著正相关($R = 0.619, p = 0.001$)。此外,本研究亦发现酸味与氨基酸态氮含量呈显著负相关($p < 0.05$),其相关系数为 -0.445。

3 结论

本研究表明市售蚝油样品在基本味指标、回味指标、红绿度和黄蓝度上的差异均较大,而在各质构指标和明亮度上的差异较小,纳入本研究的 25 个蚝油样品呈现出明显的聚类趋势,而聚类的形成可能与样品在酸味、涩味和后味 A(涩的回味)等滋味指标上存在显著差异有关。经相关性分析发现,蚝油的鲜味等特征性指标强度与蛋白质和氨基酸态氮含量呈显著正相关,而与挥发性氨基氮含量呈显著负相关。

参考文献

- [1] 王晓谦.超高压加工牡蛎产品工艺技术研究[D].湛江:广东海洋大学,2015.
- [2] Je JY, Park PJ, Jung WK, et al. Amino acid changes in fermented oyster (Crassostrea gigas) sauce with different fermentation periods[J]. Food Chemistry, 2005, 91(1): 15-18.
- [3] 张建俊,于淑娟,徐献兵,等.糖对蚝油流变性影响[J].食品工业科技,2010,31(22):101-103.
- [4] 邓瑞君,徐荣雄.变性淀粉在蚝油中的应用比较[J].食品科技,2014,39(9):263-266.
- [5] 邓瑞君,徐荣雄.罗望子胶改善蚝油稳定性的研究[J].中国调味品,1998,23(12):14-15.
- [6] 金科.羟基磷灰石对铅吸附性能的研究及其在蚝油中的应用[D].青岛:中国海洋大学,2012.
- [7] 李庆丽.重金属吸附剂的研究及其在蚝油中的应用[D].青岛:中国海洋大学,2009.
- [8] Raithore S, Bai J, Plotto A, et al. Electronic tongue response to chemicals in orange juice that change concentration in relation to harvest maturity and citrus greening or huanglongbing (HLB) disease[J]. Sensors, 2015, 15(12):30062-30075.
- [9] Taniwaki M, Kohyama K. Mechanical and acoustic evaluation of potato chip crispness using a versatile texture analyzer[J]. Journal of Food Engineering, 2012, 112(4):268-273.
- [10] Francis FJ. Quality as influenced by color[J]. Food Quality and Preference, 1995, 6(3):149-155.
- [11] 郭壮,汤尚文,王玉荣,等.基于电子舌技术的襄阳市售米酒滋味品质评价[J].食品工业科技,2015,36(15):289-293.
- [12] Kobayashi Y, Habara M, Ikezaki H, et al. Advanced taste sensors based on artificial lipids with global selectivity to basic taste qualities and high correlation to sensory scores[J]. Sensors, 2010, 10(4):3411-3443.
- [13] Wilkinson L, Friendly M. The history of the cluster heat map[J]. The American Statistician, 2012, 63(2):179-184.