

# 因子和相关性分析在黄鳍金枪鱼腹部肌肉理化分析与感官鉴定的相关比较中的应用

路昊, 包建强

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

**摘要:** 从理化指标分析和感官鉴定上, 研究了不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉随贮藏时间的增加而发生的品质变化, 并对理化和感官测定值进行因子分析和相关距离分析。在实验中发现, 相同的贮藏时间下, 贮藏温度越低, 黄鳍金枪鱼的品质保存得越好。通过测定感官指标可大体表征其理化指标的变化, 也能反映黄鳍金枪鱼的品质变化。

**关键词:** 黄鳍金枪鱼; 理化指标分析; 感官鉴定; 因子分析; 相关分析

**中图分类号:** TS254.4; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1673-9078(2007)07-0004-06

## Application of factor and correspondence analysis in comparative study on the ventral muscle of *Thunnus Albacares* for physical and chemical specifications analysis and sensory evaluation

LU Hao, BAO Jian-qiang

(College of Food Science, Shanghai Fishery University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The qualitative change of ventral muscle of yellow fin tuna (*Thunnus Albacares*) during the storage period was researched at different refrigerated temperature by physical and chemical specifications analysis and sensory evaluation. The factor analysis and correspondence analysis in distance of data were under taken on the qualitative change. It was found that in the same storage time, the lower the temperature, the better the quality. The sensory evaluation could characterize the change in physical and chemical specifications. It could also reflect the quality change of ventral muscle of yellow fin tuna.

**Key words:** yellow fin tuna(*Thunnus Albacares*); physical and chemical specifications analysis, sensory evaluation, factor analysis, correspondence analysis

黄鳍金枪鱼, 学名 *Thunnus Albacares*。鱼体呈纺锤形, 稍侧扁, 头小, 尾部长而细, 肉粉红色。体背呈蓝青色, 带点黄色, 有点状横带, 成鱼的二背鳍和臀鳍及其后面的小鳍, 均呈现黄色。第一背鳍和腹鳍均带有黄色。体长为 1~2 m, 因不同海区而异, 体重一般为 40~60 kg, 最重可达 170 kg 以上。黄鳍金枪鱼食性很广, 以鱿鱼、表层鱼和大型甲壳类为主。作长距离洄游, 其洄游与海流的季节变化有关。在热带雨季, 它远离较淡的沿岸水域, 游向高盐度的海区。主要分布在太平洋、大西洋和印度洋以及地中海的南、北纬 40° 间的海域。

收稿日期: 2007-03-27

基金项目: 上海水产大学校长基金(科 04-93), “上海市重点学科”建设项目资助(T1102)

作者简介: 路昊(1982-), 男, 硕士研究生, 专业方向为水产品冻藏保鲜

黄鳍金枪鱼占全球金枪鱼产量的 35%, 其中体形较小的用来制成罐头, 其余的则是作为生鱼片原料鱼。由于黄鳍金枪鱼主要用来生食, 因此对其的贮藏要求十分苛刻, 一般要求贮藏于 -50~-60 °C。这极大地增大了金枪鱼的运输和销售的成本, 也限制了金枪鱼的销售区域。另外, 对于短期消费的金枪鱼来讲, -50~-60 °C 也没有必要。由于在销售、运输过程中, 很难达到 -50~-60 °C 的低温。这就需要做出金枪鱼的 T.T.T. (Time-Temperature Tolerance) 时间-温度经历关系曲线。如能完成这方面的研究工作, 则可根据研究成果在一定的温度下进行金枪鱼的贮藏及销售工作, 这具有较大的社会意义和经济价值。

本研究的目的是分析实验中选定的理化指标分析和感官鉴定的相似程度, 为以后的实验提供一定的参照依据。

## 1 材料与实验方法

### 1.1 原料

本实验所采用的金枪鱼是斐济岛黄鳍金枪鱼的背、腹部肉。把原料鱼肉切割成 10 cm×5 cm×5 cm, 重约 100 g 的鱼块。原料鱼块分别冷藏于 255K (-18 ℃), 248 K (-25 ℃), 243 K (-30 ℃) 和 193K (-80 ℃) 的低温环境中。每隔 10 d 取样一次, 每次作三个平行实验。

### 1.2 实验仪器:

洁净不锈钢刀, 80 目铜网, 电子天平 (Sartorius), 离心管, 离心机 (LG10-2.4A, 北京医用离心机厂), 质构测定仪 (Ottawa Texture Measuring System, model mc1061), 烘箱 (CS101-2A 型), 低温冰箱 4 台: 255K (SHARP CBCD-171D), 248K (SIEMENS KK26E12T1), 243K (SHARP CBCD-171D) 和 193K (SANYO MDF-U32V)。

### 1.3 理化测定方法:

分别从四个不同冻藏温度的冰箱中取出 1 组样品, 在常温下让其解冻后, 测定下列理化指标。

#### 1.3.1 硫代巴比妥酸(TBA)实验

解冻后的金枪鱼肉用洗净的不锈钢刀取肉, 并剁碎, 称取 5 g, 置于磨口烧瓶中, 加入 0.2% 硫代巴比妥酸 25 mL, 20% 三氯醋酸 10 mL, 在沸水浴中回流 25 min。从冷凝管上口加入 0.1 mol/L 盐酸 15 mL, 冲洗附在管壁上的硫代巴比妥酸, 并使溶液呈酸性。取下磨口烧瓶, 烧瓶内物质以 3000 r/min 离心 15 min, 上清液以 535 nm 比色测定其光密度值<sup>[1]</sup>。

TBA 值= $E_{1\text{cm}}^{1\% 535\text{nm}} \times 46$ , 在 535 nm 下 1 cm 比色皿, 样品浓度为 1% 的光密度。46 是换算系数。如曾用蒸馏水稀释过的样品, 须乘上稀释倍数。

#### 1.3.2 高铁肌红蛋白相对百分含量测定

取 5 g 金枪鱼肉在 pH 6.8, 离子强度为 0.04 的磷酸缓冲液中浸泡 0.5~1 h, 然后测定其在  $A_{525}$ ,  $A_{545}$ ,  $A_{565}$ ,  $A_{572}$  的吸光值, 按如下公式计算高铁肌红蛋白相对百分含量 (y):  $Y = (-2.514R_1 + 0.777R_2 + 0.800R_3 + 1.098) \times 100\%$ <sup>[4]</sup>, 其中:  $R_1 = A_{572}/A_{525}$ ;  $R_2 = A_{565}/A_{525}$ ;  $R_3 = A_{545}/A_{525}$

#### 1.3.3 灰分含量测定

灰分是指食品中有机物被灼烧或被完全氧化后剩余的无机残留物。本试验采用干灰化法。把用盐酸烧煮过的坩埚洗净, 置马福炉中在 600 ℃ 灼烧 30 min。冷至 100 ℃ 以下后, 取出放入干燥器中冷至室温精密称量, 并重复灼烧至恒量, 误差小于 0.5 mg。加入 2~5

g 精密称量的样品。先用煤气灯将样品炭化至无烟, 移入马福炉中在 550~600 ℃ 下炭化至白色灰烬为止。冷却至 200 ℃ 以后取出放入干燥器中冷却至室温称量, 重复灼烧至前后两次称量相差不超过 0.5 mg 为恒重。

#### 1.3.4 水分含量测定

取洁净称量瓶置于 95~105 ℃ 干燥箱中, 瓶盖斜支于瓶边, 加热 0.5~1.0 h。盖好取出, 置干燥器内冷却 0.5 h 称量, 并重复干燥至恒重。准确称量 100~200 g 切碎或磨碎的样品, 放入称量瓶中, 样品厚度约 5 mm 加盖, 精密称量后, 置 95~100 ℃ 干燥箱中。瓶盖斜支于瓶边, 干燥 2~4 h。盖好取出, 放入干燥器内冷却 0.5 h 后称量, 然后再放入 95~100 ℃ 干燥箱中干燥 1 h 左右, 取出放干燥器内冷却 0.5 h 后再称量。至前后再次称量不超过 2 mg 即为恒重。

#### 1.3.5 pH 测定

称取 10 g 切碎样品, 加新煮沸后冷却的水至 100 mL, 摇匀, 浸渍 30 min 后过滤。取约 50 mL 滤液于 100 mL 烧杯中用 320-S 型 pH 酸度计测定 pH 值。

#### 1.3.6 挥发性盐基氮 (TVB-N) 测定

挥发性盐基氮是指动物性食品由于酶和细菌的作用, 在腐败过程中, 使蛋白质分解而产生氨以及胺类等碱性含氮物质。此类物质具有挥发性, 在碱性溶液中蒸出后, 用标准酸滴定计算含量。本试验按 GB 5009.44-1985 微量扩散法测定挥发性盐基氮。

#### 1.3.7 持水率测定

选用压出液滴测量法。称取 2.5 g 切碎样品, 置 80 目铜网上, 3000 r/min 离心 10 min。再称量离心后样品, 所得质量差为压出液滴量。

#### 1.3.8 蛋白质含量测定

蛋白质是含氮的有机化合物。食品与硫酸和催化剂一同加热消化, 使蛋白质分解, 分解的氨与硫酸结合生成硫酸铵。然后碱化蒸馏使氨游离, 用硼酸吸收后再以硫酸或盐酸标准溶液滴定, 根据酸的消耗量乘以换算系数, 即为蛋白质含量。本试验按 GB/T 5009.5-1985 采用凯氏定氮法。

#### 1.3.9 挤压剪切测试

一般而言, 肉品的感官可用挤压剪切来量化。挤压剪切是肌肉嫩度的指标。它是肉品内部结构的反映, 并且在一定程度上反映了肉中肌原纤维、结缔组织以及肌肉脂肪含基、分布和化学结构状态。

本实验用 Ottawa 质构测定仪和 Ottawa 剪切挤压室来完成。挤压室是长为 39 mm, 宽为 39 mm, 高为 80 mm 的矩形槽, 槽底有 6 根金属棍的隔栅, 被测样

品在其中被平底圆柱形探头挤压。探头直径为 26 mm，下行速度 1 mm/s，底部间隙 3.5 mm。测定时，探头对测定样品施加挤压、剪切等力，使样品产生形变或破断，通过功率放大、信号转换等，由数字显示器显

示读数，并转换为样品受力值。

### 1.4 感官评定标准的设定

利用内省法，定量描述评定并参考资料<sup>[5]</sup>制定出本次实验的感官评定标准，评分标准见表 1（5 分制）：

表 1 感官鉴定评分表

特征	分值				
气味	具有海水气味(5)	无异味(4)	轻微鱼腥味(3)	鱼腥味(2)	腐败味(1)
色泽	红色(5)	暗红色(4)	红褐色(3)	褐红色(2)	褐色(1)
质地	紧密有弹性(5)	弹性一般(4)	弹性较差(3)	有松软感(2)	松软(1)

## 2 结果与分析

使用 Excel 2003 和 SPSS 13 对实验数据进行统计分析。

### 2.1 理化指标实验数据

从图 1~9 可知，冻藏在 193 K 时的样品的理化指标测定值随储藏时间的增加基本维持不变。而冻藏在 255 K 时的样品随着时间的延长，变质情况很严重，在实验结束期时，其质量不能被全体感官鉴定员接受。从不同的冻藏温度分析，保藏温度越低，黄鳍金枪鱼的质量越好。而且，在相同温度时，质量随着冻藏时间的加长而变差。

在样品的鉴定值中，TBA、TVB-N 和 metMb 值随冻藏时间的延长而变大。持水力、蛋白质、灰分和水分含量值时间的延长而降低。

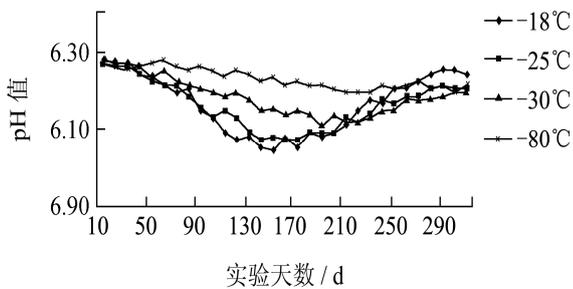


图 1 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉 pH 值随贮藏时间变化图

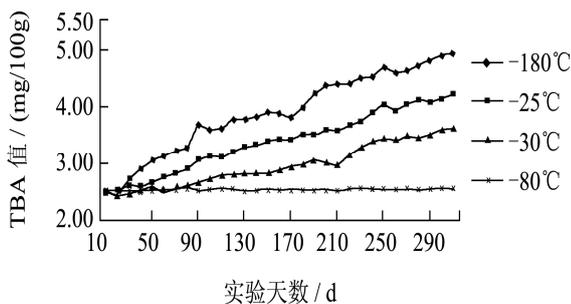


图 2 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉 TBA 值随贮藏时间变化图

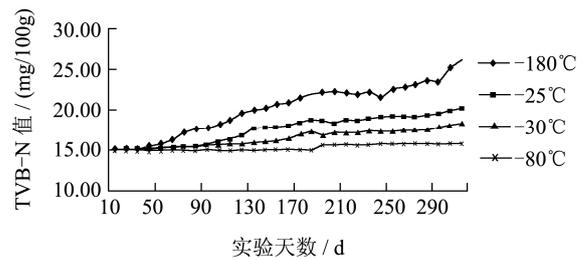


图 3 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉 TVB-N 值随贮藏时间变化图

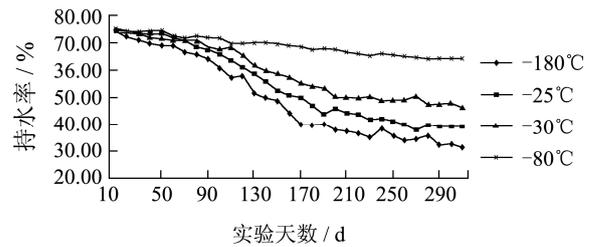


图 4 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉持水力随贮藏时间变化图

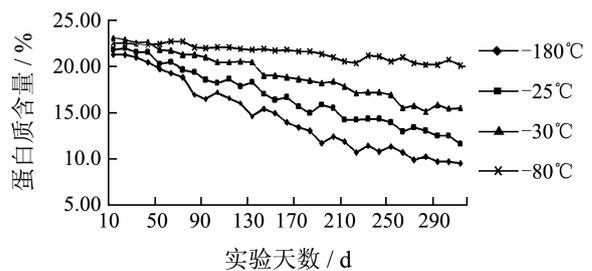


图 5 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉蛋白质含量随贮藏时间变化图

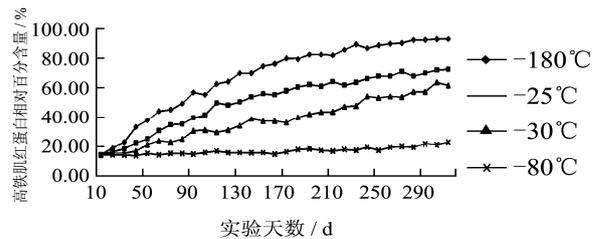


图 6 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉高铁肌红蛋白相对百分含量随贮藏时间变化图

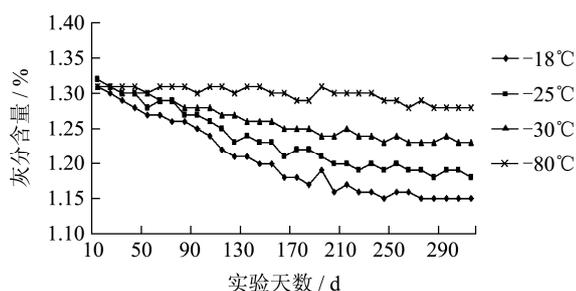


图7 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉灰分含量随贮藏时间变化图

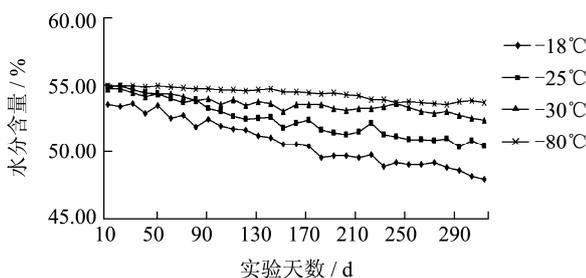


图8 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉水分含量随贮藏时间变化图

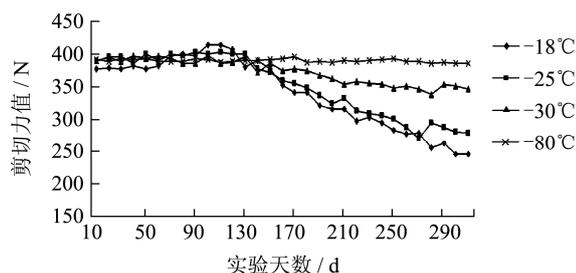


图9 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉挤压剪切值随贮藏时间变化图

## 2.2 感官鉴定数据

用 Excel 2003 对实验数据进行分析。从图 10~12 可知, 冻藏在 $-80^{\circ}\text{C}$  的黄鳍金枪鱼背、腹部肌肉的感官指标经历了 310 d 的贮藏时间后。其感官值未发生明显的变化, 这和通过理化指标得出的结论相符。而冻藏在其它 3 个温度的样品感官值随时间的延长出现了质量变差的趋势。冻藏在 $-18^{\circ}\text{C}$  的样品最为明显。并且, 就感官评定评分标准而言, 色泽变化最为明显。从鲜红色逐渐向暗红色、褐红色和褐色过渡。这和高铁肌红蛋白百分含量的数值变化有关。气味的变化可以从 TVB-N 值得变化上得到验证, 随着冻藏时间的延长, 金枪鱼肉在酶和细菌的作用下, 其蛋白质开始分解并产生氨和胺类等碱性含氮物质, 导致鱼肉产生鱼腥味, 严重时腐败的臭味。质地的变化也符合理化指标中挤压剪切值的变化趋势。

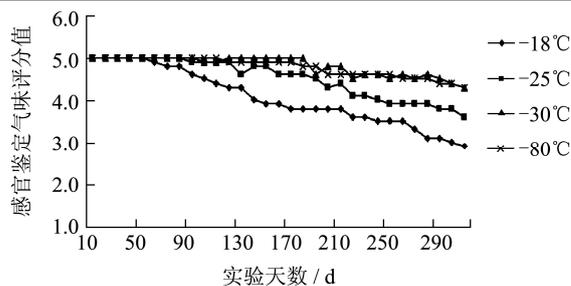


图10 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉感官评定气味评分值随贮藏时间变化图

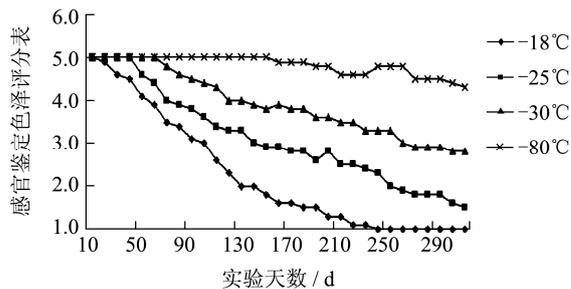


图11 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉感官评定色泽评分值随贮藏时间变化图

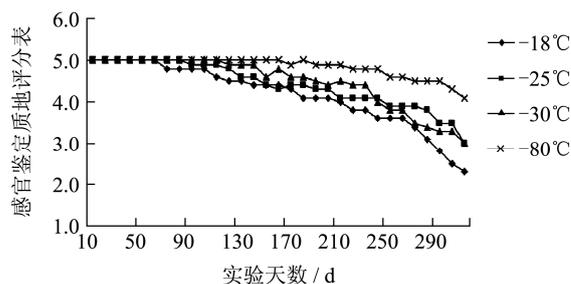


图12 不同冻藏温度下黄鳍金枪鱼腹部肌肉感官评定质地评分值随贮藏时间变化图

## 3 数据统计分析

### 3.1 因子分析法

在分析多变量问题时, 变量间往往密切相关, 使得观测所得数据反映的信息有重叠, 因此, 若能找出少数几个综合变量既能尽可能地反映原来变量的信息, 又彼此间互不相关, 则给分析带来了极大的方便。

因此本实验数据分析采用因子分析法。因子分析就是将错综复杂的实测变量归结为少数几个因子的多元统计分析方法。其目的是揭示变量之间的内在关联性, 简化数据维数, 便于发现规律或本质。其基本原理是根据相关性大小把变量分组, 使得同组变量之间的相关性较高, 不同组变量之间相关性较低。每组变量代表一个基本结构, 这个结构用公共因子来进行解释<sup>[2,3]</sup>。

实验中通过 SPSS 13 软件处理, 先得到理化指标综合因子以及感官指标综合因子, 并获得相应的综合评价函数, 然后对理化指标综合因子和感官指标综合

因子采用距离相关分析, 获得相关系数以及二者的一次拟合曲线。

统计数据如表 2、3 所示。

表 2 黄鳍金枪鱼腹部肌肉理化指标因子分析表

温度	KMO 值	因子	pH	持水率	水分含量	灰分含量	蛋白质含量	挤压剪切测试	TVB-N	TMA	高铁肌红蛋白相对百分含量
255K	0.883	因子 1	-0.028	0.129	0.133	0.124	0.131	0.139	-0.129	-0.13	-0.12
		因子 2	0.789	0.03	-0.033	0.097	0.006	-0.388	-0.017	-0.001	-0.138
248K	0.873	因子 1	-0.182	0.129	0.117	0.103	0.141	0.214	-0.125	-0.149	-0.095
		因子 2	0.872	0.01	0.051	0.104	-0.036	-0.352	-0.024	0.066	-0.134
243K	0.906	因子 1	0.092	0.123	0.115	0.122	0.123	0.116	-0.122	-0.12	-0.123
193K	0.842	因子 1	0.131	0.149	0.148	0.129	0.146	0.083	-0.141	-0.08	-0.144

表 3 黄鳍金枪鱼腹部肌肉感官指标因子分析表

温度	KMO 值	因子	气味	色泽	质地
255K	0.524	因子 1	0.356	0.339	0.340
248K	0.760	因子 1	0.343	0.337	0.345
243K	0.751	因子 1	0.347	0.344	0.354
193K	0.775	因子 1	0.345	0.346	0.341

由表所知, 黄鳍金枪鱼其腹部肌肉在 255 K 和 248 K 提炼出两个综合因子, 在 243 K 和 193 K 提炼出一个综合因子。其在 255 K、248 K、243 K 和 193 K 时的感官指标都只提炼出一个综合因子。

感官指标综合因子及其综合因子累计贡献率:

255 K 腹:  $F1=0.356Z$  (气味)  $+0.339Z$  (色泽)  $+0.340Z$  (质地), 累计贡献率 93.399%;

248 K 腹:  $F1=0.343Z$  (气味)  $+0.337Z$  (色泽)  $+0.345Z$  (质地), 累计贡献率 95.075%;

243 K 腹:  $F1=0.347Z$  (气味)  $+0.344Z$  (色泽)  $+0.354Z$  (质地), 累计贡献率 91.546%;

193 K 腹:  $F1=0.345Z$  (气味)  $+0.346Z$  (色泽)  $+0.341Z$  (质地), 累计贡献率 93.997%;

理化指标综合因子及其综合因子累计贡献率:

255 K 腹:  
 $F1=-0.028Z$  (pH)  $+0.129Z$  (持水率)  $+0.133Z$  (水分含量)  $+0.124Z$  (水分含量)  $+0.131Z$  (蛋白质含量)  $+0.139Z$  (挤压剪切测试)  $-0.129Z$  (TVB-N)  $-0.130Z$  (TBA)  $-0.120Z$  (高铁肌红蛋白相对百分含量), 累计贡献率 83.943%;

$F2=0.789Z$  (pH)  $+0.030Z$  (持水率)  $-0.033Z$  (水分含量)  $+0.097Z$  (水分含量)  $+0.006Z$  (蛋白质含量)  $-0.388Z$  (挤压剪切测试)  $-0.017Z$  (TVB-N)  $-0.001Z$  (TBA)  $-0.138Z$  (高铁肌红蛋白相对百分含量), 累

计贡献率 98.019%;

248 K 腹:

$F1=-0.182Z$  (pH)  $+0.129Z$  (持水率)  $+0.117Z$  (水分含量)  $+0.103Z$  (水分含量)  $+0.141Z$  (蛋白质含量)  $+0.214Z$  (挤压剪切测试)  $-0.125Z$  (TVB-N)  $-0.149Z$  (TBA)  $-0.095Z$  (高铁肌红蛋白相对百分含量), 累计贡献率 81.439%;

$F2=0.872Z$  (pH)  $+0.010Z$  (持水率)  $+0.051Z$  (水分含量)  $+0.104Z$  (水分含量)  $-0.036Z$  (蛋白质含量)  $-0.352Z$  (挤压剪切测试)  $-0.024Z$  (TVB-N)  $+0.066Z$  (TBA)  $-0.134Z$  (高铁肌红蛋白相对百分含量), 累计贡献率 97.928%;

243 K 腹:

$F1=0.092Z$  (pH)  $+0.123Z$  (持水率)  $+0.115Z$  (水分含量)  $+0.122Z$  (水分含量)  $+0.123Z$  (蛋白质含量)  $+0.116Z$  (挤压剪切测试)  $-0.122Z$  (TVB-N)  $-0.120Z$  (TBA)  $-0.123Z$  (高铁肌红蛋白相对百分含量), 累计贡献率 89.230%;

193 K 腹:

$F1=0.131Z$  (pH)  $+0.149Z$  (持水率)  $+0.148Z$  (水分含量)  $+0.129Z$  (水分含量)  $+0.146Z$  (蛋白质含量)  $+0.083Z$  (挤压剪切测试)  $-0.141Z$  (TVB-N)  $-0.080Z$  (TBA)  $-0.144Z$  (高铁肌红蛋白相对百分含量), 累计贡献率 72.707%;

不论是理化因子函数还是感官因子函数中的 Z 都是主成分无量纲数据, 没有确切意义。而各个因子 F 则可以综合反映指标信息, 所以 F 也可称之为品质因子。

### 3.2 相关距离分析

相关距离分析是对变量内部各观察单位间的数值

进行距离相关分析,以考察相互间的接近程度。理化指标的品质因子与感官指标的品质因子密切程度可以由相关系数来描述,相关系数越趋近于1表明两者越密切,说明感官鉴定能结合理化指标反映黄鳍金枪鱼品质变化。

表4 黄鳍金枪鱼腹部肌肉在不同温度下理化指标综合因子与感官指标综合因子距离相关分析表

温度 K	理化指标综合因子	感官指标综合因子 F1
255	F1	0.957
	F2	-0.772
248	F1	0.968
	F2	-0.891
243	F1	0.964
193	F1	0.939

由表4中可以看出,在置信度95%范围内,感官指标综合因子F1与理化指标综合因子F1有很好的相关性。由此,可以看出实验中所设计的感官指标能较好地反映理化指标的变化,对品质也有较好的反映,因此,在一定程度上而言,感官指标的变化可以正向或反向表现一定理化指标的变化,并且反映黄鳍金枪鱼的品质变化。

#### 4 结论

由理化分析和感官鉴定得知,相同的贮藏时间下,贮藏温度越低,黄鳍金枪鱼的品质保存得越好。

通过因子分析,黄鳍金枪鱼腹部肌肉在255 K和248 K条件下理化指标可由两个综合因子反映所有信息的80%以上,其中综合因子F2可反映的信息高达95%;在243 K和193 K可用一个综合因子反映所有信息的85%左右。其腹部肌肉在所有实验温度下的感官指标都由一个主成分反映全部信息率,其值都高于90%。

在综合因子距离相关分析中,各温度条件下理化综合因子F1与感官因子能呈现相当好的相关性。因此所设计的感官指标能较好地反映理化指标的变化,对品质也有较好的反映。

#### 参考文献

- [1] 刘福岭,戴行钧.食品物理与化学方法[M].北京:轻工业出版社,1987
- [2] 李志辉,罗平,洪楠,等.SPSS for Windows 统计分析教程(第2版)[M].北京:电子工业出版社,2005
- [3] 王芳.主成分分析与因子分析的异同比较及应用[J].统计科学与实践,2004(2):26-29
- [4] Krzywichi K. The determination of haem pigments in meats [J]. Meat Science, 1982, 7:130-137
- [5] Begona Ben-Gigirey, Juan M. Vieites Baptista De Sousa, Tomas G. Villa, et al. Chemical Changes and Visual Appearance of Albacore Tuna as Related to Frozen Storage[J]. Journal of Food Science, 1999, 64(1): 20-23

### 食品保质期新规定

轻工总会日前对食品的保质期又作出了新规定,具体标准如下:

奶粉:马口铁罐装为12个月,玻璃瓶装为9个月,塑料袋装为3个月。

甜炼乳:马口铁罐装为9个月,玻璃瓶装为3个月。

麦乳精:镀锡铁罐装为12个月,玻璃瓶装为9个月,塑料袋装为3个月。

糖果:第一季度和第四季度生产的为3个月,第二季度和第三季度生产的为2个月(梅雨季节生产的为1个月)。

罐头:禽类罐头为24个月,水果蔬菜罐头为15个月。

饮料:易拉罐、玻璃瓶装果汁、蔬菜汁饮料为6个月,玻璃瓶装果味汽水为3个月,罐装果味汽水为6个月。

酒类:11度~12度、省优以上的熟啤酒为4个月,普通的为2个月;14度啤酒为3个月;10.5度熟啤酒为50天;果酒为6个月;汽酒为3个月;瓶装黄酒暂定为3个月;露酒为6个月。

此外,塑料袋装方便面为3个月;巧克力、夹心巧克力为3个月,纯巧克力为6个月;油炸干果、番茄酱铁罐装、玻璃瓶装各为12个月;酱油和食醋为6个月。

各类食品的保质期一般都在盛装罐、盛装袋和标识上注明,未注明的可以生产日期按上述规定的保质时限推算。未注明保质期又无出厂日期的为不合格产品,消费者不要购买。