

咸鱼品质的质构与感官相关性分析

张 婷^{1,2}, 吴燕燕¹, 李来好^{1*}, 王雅楠^{1,2}, 任中阳^{1,2}

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 国家水产品加工技术研发中心,
农业部水产品加工重点实验室, 广东 广州 510300;
2. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要: 为了探讨咸鱼品质的质构与感官评定的相关性, 对其品质的感官评定结果与质构仪器分析结果进行了研究。以 3 种咸鱼, 11 个样品为研究对象, 对其质构进行人工感官评价与质构仪 (TPA 模式) 测定, 对测定结果进行方差分析, 结果显示 11 个样品的感官评价具有显著性差异 ($P < 0.05$), TPA 各个参数之间也存在一定的差异性。对仪器质构测定结果与感官评定结果进行相关性分析, 结果表明仪器质构测定结果与感官评定结果之间有密切的相关性。其中, 仪器测定的弹性参数与感官评价指标均具有显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 相关性, 相关系数为 0.398 ~ 0.859; 而咀嚼性只与硬度具有显著相关, 相关系数为 0.650; 其他参数均存在不同的相关性 ($r = -0.355 \sim 0.829$)。对感官评价总分与仪器分析结果进行相关性分析, 得出硬度、咀嚼性与感官评价总分呈显著正相关关系 ($P < 0.05$, $R = 0.974 \sim 0.994$), 内聚性、弹性、黏着性与感官评价总分呈显著负相关关系 ($P < 0.05$, $R = 0.937 \sim 0.998$)。3 种咸鱼品质的质构仪器分析值与感官评价值具有很好的相关性, 为质构仪在咸鱼品质评价上的应用提供了理论依据。

关键词: 咸鱼; 感官评价; 质构分析; 相关性

中图分类号: S 917.4

文献标志码: A

咸鱼是我国一种具有独特风味的传统水产加工食品。鱼体经过腌制后, 不仅大致保存了其原有的营养价值, 而且产生了独特的口感和风味, 所以咸鱼一直深受大众的喜爱, 具有非常广泛的市场需求^[1-2]。质构特性是食品重要的物理特性, 可反映食品的质地品质, 通常利用感官评定或者质构仪进行分析。感官评定可以比较快速的反映食品的质地, 但是重现性和定量性受人为因素的影响较大。与主观的感官评定相比, 质构仪分析具有客观、精确、结果可量化, 灵敏性高, 重现性好等优点。因此利用仪器分析对质构这类感官性状进行预测一直是食品质量评价领域研究的热点^[3-4]。

自从 1962 年发明了测量肉制品质构的仪器

以来^[5], 不少科学家开始对质构仪的分析结果与感官评价结果的相关性进行分析。王栋^[6]进行了客观质构评定与感官方法相关性的研究, 发现二者之间的高度相关性, 并且通过一系列的实验进一步证明食品的感官特性与仪器分析指标是高度相关的。但是, 也出现过一些相悖的意见, Szaesniak^[7]认为, 不能盲目的将感官评定与仪器分析联系起来, 仪器分析应该尽量模仿感官评价进行的条件。在国内, 殷俊等^[8]分别利用感官和质构仪测定了 10 种肉丸的质构特性, 得到了具有统计意义的感官硬度、粘聚性和多汁性的预测方程。彭义峰等^[9]以不同面粉制作的面包为研究对象, 对其品质进行人工评分和仪器测定, 结果显示面包的各项质地指标均与感官评分密切相关。

收稿日期: 2012-06-19 修回日期: 2012-09-21

资助项目: 中国水产科学研究院基本科研业务费资助 (2012A0901, 2013A1001); 广东省海洋渔业科技推广专项 (A201101101); 国家支撑计划项目 (2012BAD28B06); 现代农业产业技术体系专项 (CARS-49); 广东省教育部产学研结合项目 (2011B090300002)

通信作者: 李来好, E-mail: laihaoli@163.com

但是对咸鱼的感官评定与质构分析的相关性研究相对较少。因此,为了更好的说明感官评定与质构分析之间的关系,文章选用3种具有代表性的咸鱼作为实验样品,通过感官评定,得出不同品质和种类咸鱼的感官评价总分,利用质构仪分析咸鱼各项 TPA (Texture Profile Analysis) 参数,分析咸鱼感官评价总分与仪器分析数据之间的关系,揭示咸鱼感官评价与质构测定的相关性,为下一步对咸鱼的品质评价和分级提供基础理论依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

从江门咸鱼批发市场购买 鳢鱼 (*Otolithes ruber*), 蓝圆鲈 (*Decapterus maruadsi*) 和红笛鲷 (*Lutjanus sanguineus*) 3 种咸鱼, 凭借多年从事咸鱼销售的人员的经验, 将 3 种咸鱼分别区分为不

同品质。其中鳢鱼有 4 种品质, 蓝圆鲈有 4 种品质, 红笛鲷有 3 种品质, 共 11 种样品, 分别定义为 鳢鱼 1, 鳢鱼 2, 鳢鱼 3 和 鳢鱼 4; 蓝圆鲈 1, 蓝圆鲈 2, 蓝圆鲈 3 和 蓝圆鲈 4; 红笛鲷 1, 红笛鲷 2 和红笛鲷 3。

1.2 前处理

样品于室温条件下放置 1 h, 放置在沸水上蒸 15 min, 冷却至室温。

1.3 咸鱼质构感官评定

取上述 11 种样品若干, 邀请 13 名经过一定感官评定培训的人员对前处理后的鱼体进行感官评价。评价标准采取 10 分制, 具体评分标准参照表 1 中的各种参照物^[10]。每个测试样品的感官评分数据去掉最高和最低评分后取算术平均值。感官评价总分通过加权统计计算, 每个指标权重均为 0.2。

表 1 咸鱼质构感官定义及评定标准

Tab.1 Definition and criterion of sensory texture evaluation for salted fish

感官质构指标 sensory texture index	定义 definition	评定标准参照物 reference of evaluation criterion
硬度 hardness	将样品放在白齿间或舌头与上腭间并均匀咀嚼, 评价压迫食品所需的力量	奶油奶酪 = 1, 法兰克福香肠 = 3, 花生 = 6, 水果硬糖 = 9
弹性 springiness	将样品放在白齿间或舌头与上腭进行局部压迫, 停止压迫, 评价样品恢复形状的速度和程度	奶油奶酪 = 0, 法兰克福香肠 = 3, 果汁软糖 = 6, 果冻 = 9
粘聚性 adhesiveness	将样品放在白齿间进行压迫, 评价其断裂前的变形量	玉米饼 = 1, 美洲奶酪 = 5, 白三明治面包 = 7, 果干 = 10
紧密型 tightness	将样品放在白齿间进行咀嚼, 评价样品断面的紧密度	幼麦面包 = 2, 全麦饼干 = 5, 法兰克福香肠 = 3, 明胶布丁 = 10
易嚼性 chewiness	将样品放在口腔中以每秒一次的速度进行咀嚼, 咀嚼力度与 0.5 s 内咬穿一块口香糖的力量相同, 评价可以将样品吞咽时所需咀嚼的次数或能量	奶油奶酪 = 1, 幼麦面包 = 3, 全麦饼干 = 6, 果汁软糖 = 9

1.4 咸鱼质构的仪器分析

咸鱼样品经过前处理后, 沿肌肉纤维方向切成 5 mm × 30 mm 的条, 有皮的一面朝下, 水平固定于探头底座上。每一样品至少测试 3 次, 取多次测量的平均值进行数据分析。采用英国 QTS-25 型质构仪加载 TA-39 平底柱形探头。测试条件: 探头下降速度 2.0 m/s, 测试速度 2.0 m/s, 返回速度 10.0 m/s, 压缩距离 10 mm, 返回距离 10 mm, 触及力 5 g。通过分析力量 - 时间曲线 (图 1) 获得硬度 (hardness)、内聚性 (cohesiveness)、弹性 (springiness)、咀嚼性 (chewiness) 和黏着性 (adhesiveness) 5 个 TPA 参数, 参数定义见表 2。

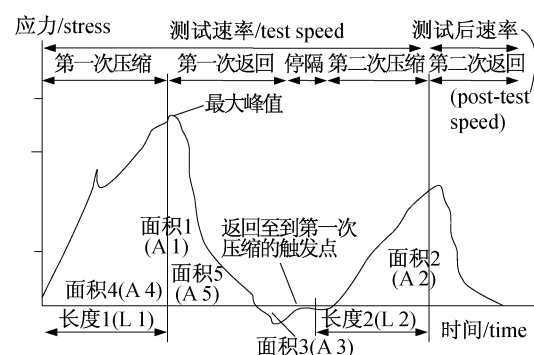


图 1 TPA 力量 - 时间曲线

A. 面积; L. 长度。

Fig. 1 TPA curve for stress and time

A. area; L. length.

表 2 TPA 各参数的定义
Tab.2 Definition of parameters of TPA

参数 parameters	定义 definition
硬度 hardness	第一次压缩时的最大峰值
内聚性 cohesiveness	测试样品经过第一次压缩变形后所表现出来的对第二次压缩的相对抵抗能力,在曲线上表现为两次压缩所做正功之比(图 1 中 A2 与 A1 的比值)
弹性 springiness	变形样品在解除压迫后恢复到初始高度的高度比率,用第二次压缩中检测到的样品恢复高度与第一次压缩的变形量的比值表示(图 1 中的 L2 与 L1 的比值)
咀嚼性 chewiness	将样品咀嚼成可吞咽状态时所需的能量,即硬度 × 内聚性 × 弹性
黏着性 adhesiveness	第一次压缩曲线终止与第二次压缩曲线开始的曲线所构成的负面积(图 1 中 A3 的值)

1.5 数据处理

采用 SPSS 13.0 统计软件对试验数据进行统计分析。对感官评价平均值与仪器测定结果进行方差分析;计算感官评价指标与皮尔逊(Pearson)相关系数;分析得到咸鱼感官评价总分,并计算出感官评价总分与仪器参数之间线性相关性方程,通过相关性系数 R 和决定性系数 R^2 来确定回归方程的相关显著性和实用性。

2 结果与分析

2.1 咸鱼感官质构评价结果与评价总分

通过感观评定,得出鲷鱼,蓝圆鲹,红笛鲷这 3 种鱼不同品质的感官评价结果与评价总分(表

3,图 2)。由表 3 可以看出,各感官评定结果差异显著,具体表现为不同鱼体之间和同种鱼体之间两个方面的差异性。不同鱼体之间表现为鲷鱼与蓝圆鲹、红笛鲷之间具有显著差异性。同种鱼体则表现为鲷鱼 1 与鲷鱼 2 之间无显著差异,鲷鱼 1 与鲷鱼 4 之间差异显著;蓝圆鲹 1、2、3、4 之间仅硬度有显著性差异;红笛鲷 1、2、3 之间硬度与易嚼性之间有显著性差异,其他指标差异不明显。图 2 是综合 5 种感官质构指标值所得到的综合评价总分。由图可知,11 个样品之间的总体品质有显著差异。结合图 2 与表 3 可见,不同品质的鱼体的各个感官质构指标不同,综合评价总分不同。

表 3 咸鱼感官质构测定结果
Tab.3 Determination results of sensory texture evaluation of salted fish

样品 samples	硬度 hardness	弹性 springiness	粘聚性 adhesiveness	紧密性 tightness	易嚼性 chewiness
鲷鱼 1 <i>Otolithes ruber</i> 1	4.0 ± 1.00 ^a	8.6 ± 1.14 ^a	7.8 ± 0.84 ^a	7.2 ± 2.04 ^a	8.2 ± 0.85 ^a
鲷鱼 2 <i>Otolithes ruber</i> 2	4.2 ± 0.83 ^a	7.8 ± 0.84 ^{ab}	7.0 ± 1.00 ^a	6.6 ± 2.30 ^a	5.9 ± 0.74 ^b
鲷鱼 3 <i>Otolithes ruber</i> 3	6.0 ± 1.58 ^b	7.0 ± 1.22 ^{ac}	6.6 ± 1.67 ^{ab}	7.0 ± 1.22 ^a	4.4 ± 0.89 ^c
鲷鱼 4 <i>Otolithes ruber</i> 4	8.0 ± 0.70 ^c	6.8 ± 1.64 ^{ad}	6.6 ± 1.67 ^{ac}	7.2 ± 0.83 ^a	3.5 ± 0.5 ^{cf}
蓝圆鲹 1 <i>Decapterus maruadsi</i> 1	2.6 ± 0.54 ^d	5.8 ± 1.79 ^{cde}	5.8 ± 1.78 ^{ad}	5.0 ± 2.34 ^{ab}	6.9 ± 1.24 ^{be}
蓝圆鲹 2 <i>Decapterus maruadsi</i> 2	3.6 ± 0.54 ^{ad}	6.4 ± 1.51 ^{bcd}	6.2 ± 1.64 ^{ae}	6.0 ± 1.41 ^{ac}	5.4 ± 0.89 ^{bc}
蓝圆鲹 3 <i>Decapterus maruadsi</i> 3	5.6 ± 0.54 ^b	4.9 ± 1.34 ^{efg}	4.4 ± 1.81 ^{bcd}	5.2 ± 1.30 ^{ad}	4.2 ± 0.83 ^c
蓝圆鲹 4 <i>Decapterus maruadsi</i> 4	7.4 ± 0.65 ^{ce}	4.5 ± 1.41 ^{eh}	4.4 ± 2.30 ^{bcd}	4 ± 1.87 ^{bcd}	2.3 ± 0.83 ^d
红笛鲷 1 <i>Lutjanus sanguineus</i> 1	2.6 ± 0.89 ^d	6.8 ± 0.83 ^{abcd}	6.0 ± 1.87 ^{af}	6.0 ± 2.34 ^{ae}	7.4 ± 0.83 ^{ae}
红笛鲷 2 <i>Lutjanus sanguineus</i> 1	3.4 ± 0.54 ^{ad}	6.6 ± 2.07 ^{bcdg}	6.0 ± 2.44 ^{ag}	5.8 ± 1.92 ^{ae}	5.4 ± 1.14 ^{bc}
红笛鲷 3 <i>Lutjanus sanguineus</i> 1	6.4 ± 0.54 ^{be}	5.4 ± 1.81 ^{cdgh}	4.6 ± 2.60 ^{bcd}	5.4 ± 1.81 ^{ae}	2.8 ± 0.83 ^{df}

注:表中数据为平均值 ± 标准差。同一列数值上标不同字母者表示差异显著($P < 0.05$)。

Notes: All values are presented as means ± SD. Values with different letters in the same column have significant difference ($P < 0.05$).

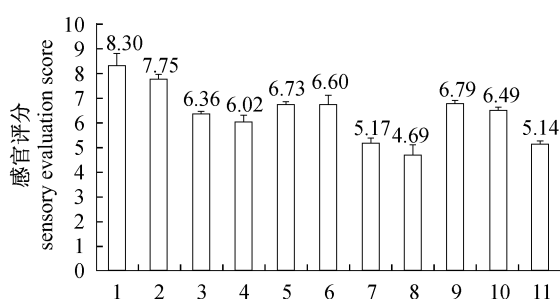


图2 咸鱼质构感官评价总分

1~4. 鲢1~4; 5~8. 蓝圆鲈1~4; 9~11. 红笛鲷1~3。

Fig. 2 Total score of texture measurement of salted fish by sensory evaluation

1-4. *O. ruber* 1-4; 5-8. *D. maruadsi* 1-4; 9-11. *L. sanguineus* 1-3.

2.2 咸鱼质构仪器测定结果

咸鱼质构仪器分析结果见表4。由表4可知,各个样品的TPA参数都具有显著的差异性。在品质不同的同类咸鱼中,除内聚性和弹性外,各个TPA指标都具有显著性差异。不同鱼种的各个咸鱼样品的咀嚼性指标和黏着性指标差异显著。结合表3与表4可以发现,感官评定的结果

与仪器评定的结果具有一定的相关性。

2.3 咸鱼感官评价指标与TPA参数的相关性分析

仪器测定的硬度与感官评定的硬度($r = 0.615, P < 0.05$)达到了显著地正相关,与感官评定的弹性($r = -0.355, P < 0.01$)、粘聚性($r = -0.374, P < 0.01$)和易嚼性($r = -0.776, P < 0.05$)之间达到了显著或极显著的负相关。Meullenet等^[11]与Rahman等^[12]在研究大米和鱼肉香肠质构时也证明质构仪测定的硬度等指标与感官评定的多项指标均具有显著的相关性。仪器测定的内聚性与感官评定的硬度($r = -0.739, P < 0.05$)达到了显著负相关,与易嚼性($r = 0.829, P < 0.05$)呈显著正相关。仪器测定的弹性与感官评定的各项指标都具有显著或极显著的相关性,这与殷俊等^[8]、Di Monaco等^[13]的研究结果相反,原因是咸鱼通过腌制加工而产生了特殊组织结构。仪器测定的咀嚼性与黏着性和感官评定结果之间的相关性较差,只与硬度之间达到显著正相关性($r = 0.650, r = 0.753, P < 0.05$),与易嚼性达到显著负相关($r = -0.758, P < 0.05$)。由表5可知,感官评定与仪器测定结果之间具有一定的相关性。

表4 咸鱼质构仪器分析(TPA)测定结果

Tab. 4 Determination results of texture (TPA model) of salted fish

样品 sample	硬度/g hardness	内聚性 cohesiveness	弹性/mm springiness	咀嚼性/g chewiness	黏着性/g adhesiveness
鲢鱼1 <i>O. ruber</i> 1	111.00 ± 0.22 ^a	1.13 ± 0.01 ^a	0.62 ± 0.02 ^a	22.14 ± 0.11 *	103.94 ± 0.35 *
鲢鱼2 <i>O. ruber</i> 2	113.33 ± 0.35 ^b	1.07 ± 0.05 ^b	0.54 ± 0.01 ^{be}	41.99 ± 0.23 *	117.37 ± 0.25 *
鲢鱼3 <i>O. ruber</i> 3	118.00 ± 0.22 ^c	1.01 ± 0.05 ^b	0.43 ± 0.01 ^c	53.57 ± 0.14 *	123.19 ± 0.14 *
鲢鱼4 <i>O. ruber</i> 4	122.00 ± 0.10 ^d	0.93 ± 0.03 ^c	0.38 ± 0.07 ^c	71.25 ± 0.49 *	137.73 ± 0.44 *
蓝圆鲈1 <i>D. maruadsi</i> 1	113.33 ± 0.46 ^b	1.16 ± 0.06 ^{ad}	0.54 ± 0.04 ^{be}	26.56 ± 0.04 *	107.17 ± 0.02 *
蓝圆鲈2 <i>D. maruadsi</i> 2	114.67 ± 0.45 ^e	1.09 ± 0.09 ^{ab}	0.39 ± 0.06 ^c	32.51 ± 0.02 *	115.35 ± 0.36
蓝圆鲈3 <i>D. maruadsi</i> 3	117.00 ± 0.37 ^c	1.04 ± 0.02 ^b	0.28 ± 0.03 ^f	29.35 ± 0.05 *	135.47 ± 0.61 *
蓝圆鲈4 <i>D. maruadsi</i> 4	121.23 ± 0.55 ^d	0.96 ± 0.08 ^c	0.20 ± 0.05 ^g	43.58 ± 0.15	141.37 ± 0.47 *
红笛鲷1 <i>L. sanguineus</i> 1	117.33 ± 0.28 ^c	1.07 ± 0.03 ^{bd}	0.61 ± 0.06 ^b	43.28 ± 0.03	114.51 ± 0.09 *
红笛鲷2 <i>L. sanguineus</i> 2	120.33 ± 0.53 ^f	1.00 ± 0.01 ^b	0.44 ± 0.05 ^{cd}	45.59 ± 0.28 *	115.35 ± 0.15
红笛鲷3 <i>L. sanguineus</i> 3	122.67 ± 0.60 ^d	0.95 ± 0.04 ^c	0.24 ± 0.04 ^f	48.38 ± 0.39 *	116.76 ± 0.08 *

注:表中数据为平均值 ± 标准差。同一列数值上标有不同字母表示差异显著($P < 0.05$),同一列数值上标有*表示显著性差异($P < 0.05$)。

Notes: All values are presented as means ± SD. Values with different letters in the same column have significant difference ($P < 0.05$), values with * in the same column means significant difference at the 0.05 level.

表 5 感官评定与 TPA 参数之间的皮尔逊相关系数
Tab. 5 Pearson correlation coefficients among the results of sensory evaluation and TPA

TPA 参数	感官评定参数				
	硬度 hardness	弹性 springiness	粘聚性 adhesiveness	紧密型 tightness	易嚼性 chewiness
硬度 hardness	.615 **	-.355 *	-.374 *	-.234	-.776 **
内聚性 cohesiveness	-.739 **	.329	.316	.266	.829 **
弹性 springiness	-.624 **	.569 **	.451 **	.398 *	.859 **
咀嚼性 chewiness	.650 **	.016	-.064	.097	-.604
黏着性 adhesiveness	.753 **	-.331	-.261	-.171	-.758 **

注: ** 在 0.01 水平(双侧)上显著相关, * 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

Notes: ** Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed), * Correlation is significant at the 0.05 level(2-tailed).

2.4 咸鱼感官评价总分与 TPA 参数的相关性分析

咸鱼感官评价总分与硬度的相关性 由图 3 可知,咸鱼感官总分与硬度之间呈极显著负相关。肉的硬度在一定意义上可以理解为消费者在咀嚼肉体的过程中所需要消耗的能量,肉的硬度越大,所需要的能量就越多,当超过了消费者所能接受的范围时,该硬度值将影响肉体的感官评价,感官评价总分就会降低。咸鱼在腌制过程中会发生一系列的物理变化,其中包括水分的渗出、食盐的渗入和肌肉组织中的成分在盐卤中的溶出。由于高浓度食盐的作用,会加大肌肉纤维组织紧密度,使组织结构变硬,所以咸鱼在总体上硬度比较大。同时鱼体可能会因为蛋白质的高级结构受到破坏而使得蛋白质变性,影响鱼体的硬度。在相同的感官评分下,鲮鱼、红笛鲷和蓝圆鲹 3 种鱼的硬度依次降低,而这 3 种鱼的平均脂肪含量分别为 4.33%、6.16% 和 6.31% (湿重),呈现依次递增的状态,说明脂肪可能通过改善肌肉纤维的活动影响咸鱼的硬度,这一结论与李蕙蕙等^[14]对添加脂肪对鸡肉火腿肠质构影响的研究结果一致。

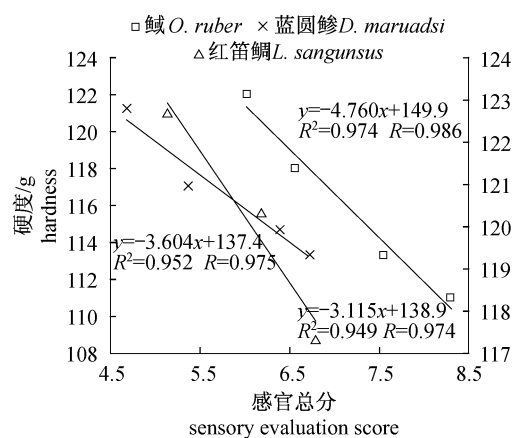


图 3 咸鱼感官总分与硬度的相关性

Fig. 3 Correlation between hardness and sensory evaluation

咸鱼感官总分与内聚性的相关性 鱼体内聚性反映的是咀嚼鱼肉时,鱼肉抵抗受损并紧密连接使其保持完整的性质,它反映了细胞间结合力的大小。由图 4 可知,咀嚼性与感官评价总分呈正相关的关系,这说明内聚性越高,鱼肉总体越完整,咀嚼时越细腻,其口感也越好。章银良^[15]在研究海鳗腌制加工工艺时发现,鱼体在低温、高浓度盐分与短时间的条件下腌制能够得到更好的口感与风味,从而感官评价更好。鱼体肌肉中食盐浓度的增加,会导致鱼体水分含量的减少,氨基酸态氮和可溶性蛋白增高,从而能够提高鱼肉的內聚性,所以咸鱼的感官评分越高,口感越好,内聚性就越高,感官总分与内聚性呈显著正相关关系。

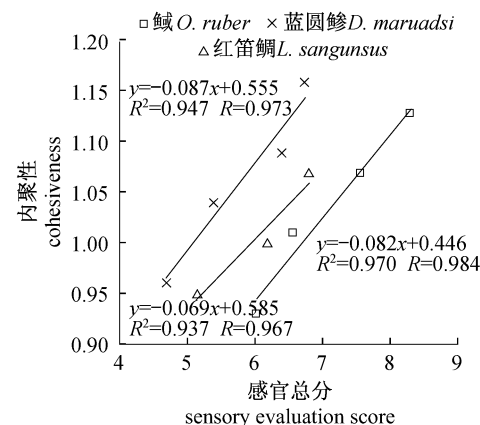


图 4 咸鱼感官总分与内聚性的相关性

Fig. 4 Correlation between cohesiveness and sensory evaluation

咸鱼感官总分与弹性的相关性 由图 5 可知,咸鱼感官总分与鱼体弹性呈正相关关系。弹性指受力按压后能迅速恢复到原有形状的能力。咸鱼制品在制作和储存过程中的蛋白质变性会使其组织结构韧性增加,蛋白质的凝胶性能降低,从

而使得弹性减弱,口感变差,可食性降低。在咸鱼感官评价中,弹性一方面表现为触碰时,鱼体的柔软性以及鱼肉组织结实状态^[16]。另一方面表现为咀嚼时,人体口中所感觉出来的嚼劲^[17]。所以,弹性比较大的咸鱼,柔软性和鱼肉组织状态都相对较好,能产生较好的口感,感官评分就比较高。

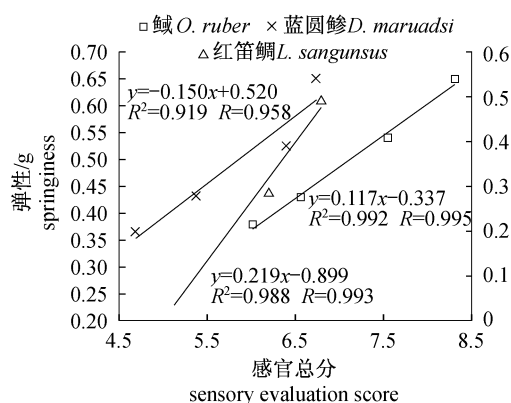


图5 咸鱼感官总分与弹性的相关性

Fig. 5 Correlation between springiness and sensory evaluation

咸鱼感官总分与咀嚼性的相关性 咀嚼性表现为将样品咀嚼至吞咽所需的能量,当食品咀嚼至吞咽状态所需的能量超出了消费者所能接受的范围,这个食品基本上是不会被接受的^[18]。从图6可以看出,咸鱼总体感官评分与咀嚼性呈显著负相关,说明咀嚼性越大,感官评分越低。由表2可知咀嚼性是硬度、内聚性和弹性三者的乘积,而只有硬度与感官评分呈负相关,也可以说明,硬度与咀嚼性具有一定的正相关关系,与表5的分析结果一致,与Di Monaco等^[13]对15种食品的感官质地研究结果也一致。

咸鱼感官总分与黏着性的相关性 由图7可知,三种咸鱼的感官总分与黏着性呈显著正相关关系。黏着性的值呈现负数,黏着性的绝对值越小,鱼体黏性越小,总体感官评分越高。咸鱼的黏着性,主要是鱼体和质构仪的探头表面接触后,鱼体黏附在探头上的能力^[19]。这种能力主要与鱼体的表面状态有关。品质正常的咸鱼,体表干爽,不发黏、无霉斑、无虫蛀,无红变、油烧现象。但是在长期的贮存过程中,由于酶以及微生物等的作用,会造成其体表出现霉变、发粘的现象^[20],鱼体内的脂肪发生氧化,使鱼体表面具有油腻

感。这些现象直接影响其整体的感官评价,导致感官评分降低。

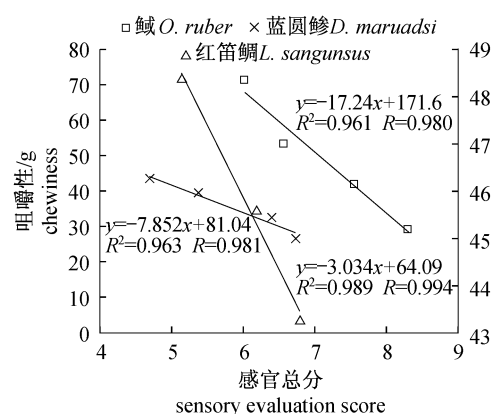


图6 咸鱼感官总分与咀嚼性的相关性

Fig. 6 Correlation between chewiness and sensory evaluation

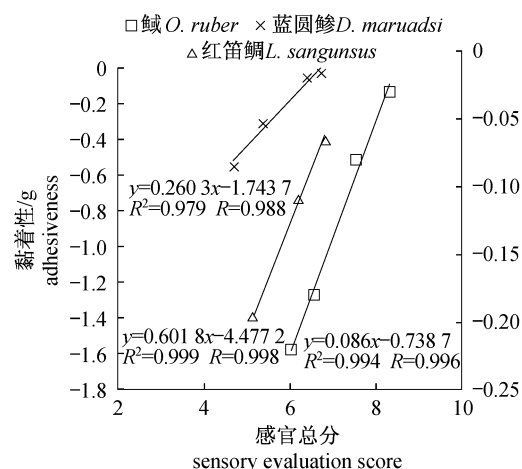


图7 咸鱼感官总分与黏着性的相关性

Fig. 7 Correlation between adhesiveness and sensory evaluation

3 结论

不同种类的鱼所制成的咸鱼的感官指标和TPA参数均具有显著性差异。在鱼腌制过程中发生了很多的生物化学变化,由于腌制的鱼体中所含的微生物酶不同,蛋白质和肌肉成分的含量和种类不同,导致咸鱼制品的口感、组织结构韧性相差较大。

感官评价指标与TPA参数具有良好的相关性。其中TPA弹性参数与感官评价指标均具有显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)相关性,相关系数为0.398~0.859;而咀嚼性只与硬度具有

显著相关,相关系数为 0.650;其他参数存在广泛的程度不同的相关性($r = -0.355 \sim 0.829$)。

各种鱼的 TPA 特性与其感官评价总分的线性关系基本是一致的。鱼体的硬度和咀嚼性与鱼体的感官总分呈显著的负相关关系,内聚性、弹性和黏着性与感官总分呈显著的正相关关系。通过各个相关性方程的 R^2 (0.919 ~ 0.999) 可知,线性方程具有较高的实用价值,用仪器测定质构参数来估计咸鱼样品的感官品质是可行的。通过对比感官的评分标准和范围与 TPA 参数值的范围,可以预测其他鱼类在相同的 TPA 值附近的感官品质。

为了将质构仪在评估咸鱼感官品质中应用的更加普遍,更加具体,需要建立完善的评价模型。这就要求我们对更多的鱼种、更多的质构参数进行分析,以期找到更加全面的变化规律。

参考文献:

- [1] 张婷,吴燕燕,李来好,等. 腌制鱼类品质研究的现状与发展趋势[J]. 食品科学, 2011, 32(S1): 149 - 155.
- [2] Wu Y Y, Liu F J, Li L H, *et al.* Isolation and identification of nitrite-degrading lactic acid bacteria from salted fish[J]. *Advanced Materials Research*, 2012, 393 - 395: 828 - 834.
- [3] Fracois I M, Wins H, Buysens S, *et al.* Predicting sensory attributes of different chicory hybrids using physico-chemical measurements and visible/near infrared spectroscopy[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, 49(3): 366 - 373.
- [4] Meullenet J F C, Gross J. Instrumental single and double compression tests to predict sensory texture characteristics of foods[J]. *Journal of Texture Studies*, 1999, 30(2): 167 - 180.
- [5] Szczesniak A S, Brandt M A, Friedman H H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between of objective and the sensory methods of texture evaluation[J]. *Journal of Food Science*, 1963, 28(4): 397 - 403.
- [6] 王栋(译). 食品感官评价原理与技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [7] Szczaesniak A S. Objective measurements of food texture[J]. *Journal of Food Science*, 1963, 28(4): 410 - 420.
- [8] 殷俊,梅灿辉,陈斌,等. 肉丸品质的质构与感官分析[J]. 现代食品科技, 2011, 27(1): 50 - 55.
- [9] 彭义峰,刘彦军,班进福. 面包总评分与质构分析(TPA)相关性的探讨[J]. 农业机械, 2011, 2(5): 119 - 123.
- [10] 周苏玉,钱平,陈琦,等. GB/T 16860 - 1997 感官分析方法质地剖面检验[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [11] Meullenet J F C, Gross J, Marks B P, *et al.* Sensory descriptive texture analyses of cooked rice and its correlation to instrumental parameters using an extrusion cell[J]. *Cereal Chemistry*, 1998, 75(5): 714 - 720.
- [12] Rahman M S, Al-Waili H, Guizani N, *et al.* Instrumental-sensory evaluation of texture for fish sausage and its storage stability[J]. *Fisheries Science*, 2007, 73(5): 1166 - 1176.
- [13] Di Monaco R, Cacella S, Masi P. Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements[J]. *Journal of Texture Studies*, 2008, 39(2): 129 - 149.
- [14] 李蕙蕙,程海燕,岳晶念,等. 鸡肉火腿肠添加物对质构的影响[J]. 食品工业科技, 2010(1): 116 - 119.
- [15] 章银良. 海鳗腌制加工技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007.
- [16] 王灵昭,陆启玉,袁传光. 用质构仪评价面条质地品质的研究[J]. 郑州工程学院学报, 2003, 24(3): 29 - 33, 49.
- [17] 陈巧林. 肉类及其制品质地的仪器检测方法研究进展[J]. 肉类研究, 2008(5): 73 - 75.
- [18] Mithcell J. Food texture and viscosity: concept and measurement[J]. *International Journal of Food Science and Technology*, 2003, 38(7): 839 - 840.
- [19] Ordonez M, Rovira J, Jaime I. The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters[J]. *International Journal of Food Science & Technology*, 2001, 36(7): 749 - 758.
- [20] Sanchez-brasmbila G Y, Lyon B G, Huang Y W, *et al.* Sensory characteristics and instrumental texture attributes of Abalones, *Haliotis Fulgens* and *Cracherodii*[J]. *Journal of Food Science*, 2002, 67(3): 1233 - 1239.

Correlation analysis of sensory with instrumental texture measurement of salted fish

ZHANG Ting^{1,2}, WU Yanyan¹, LI Laihao^{1*}, WANG Yanan^{1,2}, REN Zhongyang^{1,2}

(1. South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences;

National Research and Development Center for Aquatic Product Processing;

Key Lab of Aquatic Product Processing, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510300, China;

2. College of Food Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: This experiment was conducted to study the correlation between texture and sensory evaluation of salted fish by sensory evaluation and the instrumental texture analyses. Three kinds of salted fish, 11 samples were used as the study object. Several sensory texture attributes of samples were evaluated by trained experts and TPA (Texture Profile Analysis) instrumental texture analyses, respectively. One-way analysis of variance (ANOVA) was used to analyse the correlation of sensory texture attributes and the instrumental texture test data. The results suggested that there were significant difference ($P < 0.05$) between the sensory texture attributes of the 11 samples, and the difference between the TPA parameters were also notable. The result of correlation analysis showed that there was a close correlation between the sensory texture attributes and instrumental texture test parameters. The instrumental test parameters of hardness was significantly ($P < 0.05$) or very significantly ($P < 0.01$) correlated with all the sensory texture attributes with the coefficient between 0.398 – 0.859 ($r = 0.398 - 0.859$), and chewiness was just presented correlation with the sensory hardness with the coefficient of 0.650 ($r = 0.650$), there were widespread correlation among all the other parameters and sensory attributes ($r = -0.355 - 0.829$). The results of the correlation analysis between the sensory evaluation total score and the TPA showed that the hardness and chewiness were notably positively correlated with sensory texture evaluation total score ($P < 0.05$, $R = 0.974 - 0.994$), while the cohesiveness, springiness, adhesiveness showed significantly negatively correlated with sensory texture evaluation total score ($P < 0.05$, $R = 0.937 - 0.998$). The study showed that there was high correlation between the values of the sensory evaluation and the instrumental texture analyses of the three salted fish, which provided an important theory for the application of texture analyzer in the quality evaluation of salted fish.

Key words: salted fish; sensory evaluation; texture analysis; correlation

Corresponding author: LI Laihao. E-mail: laihaoli@163.com