

生食金枪鱼产品质量评价关键指标研究

朱文嘉^{1,2}, 姚琳^{1,2}, 郭莹莹^{1,2}, 杨祯祯³, 江艳华^{1,2}, 李娜^{1,2}, 王联珠^{1,2*}, 李旒^{4,5*}

(1. 农业农村部水产品质量安全检测与评价重点实验室, 山东 青岛 266071; 2. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 3. 山东国茂医药有限公司, 山东 青岛 266071; 4. 福建安井食品股份有限公司, 福建 厦门 361000; 5. 厦门市速冻调制食品重点实验室, 福建 厦门 361000)

摘要:对影响生食金枪鱼品质的感官要求、理化指标和污染物指标进行研究,为生食金枪鱼的生产、贮藏及销售过程中的品质控制提供技术支持,也为修订生食金枪鱼行业标准提供科学依据。选取不同来源的 26 个生食金枪鱼样品,分析其所含中心温度、一氧化碳、总挥发性盐基氮含量和组胺含量对品质的影响;通过感官评分和 TVB-N 值测定,探讨不同贮藏温度下生食金枪鱼的品质变化规律。在加工过程中,应控制生食金枪鱼的中心温度为冰鲜产品 $-1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $-4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$; 深冷产品 $< -50\text{ }^{\circ}\text{C}$; 一氧化碳(CO)含量为 $\leq 200\text{ }\mu\text{g/kg}$; 挥发性盐基氮含量为 $\leq 15\text{ mg/100 g}$; 组胺含量为 $\leq 5\text{ mg/100 g}$ 。本研究确定了生食金枪鱼品质的关键指标,为制定生食金枪鱼产品标准和提高中国生食金枪鱼产品的质量水平提供了数据支撑和技术支持。[中国渔业质量与标准, 2021, 11(6): 17-22]

关键词:生食金枪鱼; 质量评价; 组胺; 挥发性盐基氮

中图分类号:TS254, S94

文献标志码:A

文章编号:2095-1833(2021)06-0017-06

金枪鱼(*Thunnus obesos*), 又称鲔鱼、吞拿鱼, 属鲈形目鲭科, 是一种生活在海洋中上层水域中的鱼类, 多分布在太平洋、大西洋和印度洋的热带、亚热带和温带广阔水域^[1-2]。从生物学的分类上讲, 广义的金枪鱼是指鱼类中的鲭科、箭鱼科和旗鱼科, 共计约 30 种。目前, 中国捕获的具有较大经济价值的金枪鱼种类主要有北方蓝鳍金枪鱼(*Thunnus thynnus*)、马苏金枪鱼(*Thunnus maccoyii*)、大眼金枪鱼(*Thunnus obesus*)、长鳍金枪鱼(*Thunnus alalunga*)、黄鳍金枪鱼(*Thunnus albacares*)、鰹(*Katsuwonus pelamis*)等。据统计, 2020 年中国远洋渔业捕获的金枪鱼总产量为 32.74 万 t^[3], 同比降幅达 22.74%, 其资源日趋减少, 因此对有限资源的合理利用迫在眉睫。金枪鱼以其经济价值高、分布范围广、资源储量丰富等特点, 成为当今世界远洋渔业发展的重点目标鱼种, 也是世界水产品贸易中的第三大类商品, 仅次于底层鱼和虾的贸易^[4]。近几年全球对于新鲜及冷冻金枪鱼的需求迅速增长^[5]。

金枪鱼肉质柔嫩鲜美, 富含蛋白质、脂肪、维生素 A、维生素 D 和多种微量元素, 是现代人不可多得的健康美食^[6-7]。金枪鱼的食用方式主要分为熟食和

生食, 目前国内市场上的熟食金枪鱼主要是长鳍金枪鱼和鰹, 多以罐头的形式进行食用, 生食金枪鱼主要有蓝鳍金枪鱼、马苏金枪鱼、大眼金枪鱼、黄鳍金枪鱼^[8]。生食金枪鱼不但营养价值全面而且口感鲜美, 成为越来越流行的食用方式。由于国内标准 SC/T 3117—2006《生食金枪鱼》已发布 15 年, 随着加工工艺和保鲜技术的提升, 已经无法有效的评价生食金枪鱼的产品品质, 同时国外尚无生食金枪鱼产品标准借鉴, 导致市场监管缺少技术支持, 因此亟需对影响生食金枪鱼品质的关键指标进行研究。

感官评价是反映消费者食用感受最为直接的评价方式; 中心温度和一氧化碳(CO)是控制生食水产品的加工及贮藏过程中品质的重要参数; 挥发性盐基氮(TVB-N)是评价水产品新鲜程度的指示物; 而污染物和组胺含量是生食水产品食用安全性的基本要求。因此, 本研究从感官评价、中心温度、一氧化碳、挥发性盐基氮、污染物和组胺含量等方面进行关键指标的确定, 为制定生食金枪鱼产品标准、规范和提高中国生食金枪鱼产品的质量水平、以及全面科学地评价生食金枪鱼产品质量提供科学依据。

收稿日期:2021-08-12; **接收日期:**2021-10-14

资助项目:生食金枪鱼产品质量评价关键指标研究(XKLQFPF2021-01)

第一作者:朱文嘉(1984-), 副研究员, 研究方向为水产品质量安全与标准化, E-mail: zhuwj@ysfri.ac.cn

通信作者:王联珠, 研究员, 研究方向为水产品质量安全与标准化, E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn; 李旒, 工程师, 研究方向为食品工程, E-mail: 2134392602@qq.com

1 材料与方法

1.1 材料

生食金枪鱼采自辽宁、山东等主产省份的超市和生产企业,品种包括北方蓝鳍金枪鱼(大西洋)、大眼金枪鱼(太平洋/印度洋)、黄鳍金枪鱼(太平洋/印度洋)、剑鳍(太平洋/印度洋),共计 26 个样品。

1.2 试验方法

中心温度采用 SC/T 3117—2006《生食金枪鱼》^[9]方法测定;一氧化碳采用 SN/T 2052—2008《进出口水产品中一氧化碳残留量的检验方法 气相色谱法》^[10]方法测定;挥发性盐基氮采用 GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》^[11]方法测定;组胺采用 GB/T 20768—2006《鱼和虾中有毒生物胺的测定 液相色谱-紫外检测法》^[12]方法测定;铅采用 GB 5009.12—2017《食品安全国家标准 食品中铅的测定》^[13]方法

测定;镉采用 GB 5009.15—2014《食品安全国家标准 食品中镉的测定》^[14]方法测定;甲基汞采用 GB 5009.17—2014《食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定》^[15]方法测定。

1.3 感官评价方法

参考 SC/T 3117—2006《生食金枪鱼》^[9]和汤元睿等^[16]的方法。由 7 位具有感官评定经验的食物专家组成评定小组,在光线充足、无异味的环境中将试样平置于白色搪瓷盘或不锈钢工作台上,采用目测、鼻嗅、口尝及手触等方法,按照表 1 的感官评分标准,对生食金枪鱼的颜色、气味、组织形态和组织弹性 4 个方面进行评分,各评价项目分为优(5 分)、良(4 分)、中(3 分)、差(2 分)、劣(1 分)共 5 个级别,评定结果用感官综合得分表示,感官综合得分=(色泽平均得分+气味平均得分+组织形态平均得分+组织弹性平均得分)。冰鲜样品直接进行检验,冻品应解冻后检测。当生食金枪鱼变褐色或棕褐色、组织松软、氨臭味较浓时已失去食用价值,总分评定为低于 6 分。

表 1 生食金枪鱼感官评分表
Tab.1 Sensory score table of the tuna for raw consumption

项目 Items	感官评分 Sensory score				
	优	良	中	差	劣
色泽	鱼肉呈鲜红色,肌肉切面富有油感光泽	鱼肉呈红色,肌肉切面稍有油感光泽	鱼肉呈暗红色,肌肉切面稍有光泽	鱼肉呈褐色,肌肉切面几乎无光泽	鱼肉呈棕褐色,肌肉切面无光泽
气味	鱼香味浓郁	鱼香味稍淡	鱼香味消失无异味	稍带鱼腥味或氨臭味	有强烈腥臭味或氨臭味
组织形态	肌肉组织紧密完整,肌纤维清晰	肌肉组织紧密完整,肌纤维较清晰	肌肉组织局部松软,但不松散	肌肉组织松软,局部松散	肌肉组织软密,松散
组织弹性	肌肉组织坚实有弹性,手指压后凹陷立即消失	肌肉组织坚实有弹性,手指压后凹陷较快消失	肌肉组织较有弹性,手指压后凹陷消失较慢	肌肉组织稍有弹性,手指压后凹陷消失很慢	肌肉组织无弹性,手指压后凹陷不消失

1.4 数据统计与分析

数据采用 SPSS 19.0 和 Excel 2010 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 感官评价结果

感官评价是通过视觉、嗅觉、味觉和听觉而感知到的食品及其他物质的特征或者性质的一种科学方法^[17]。感官评价方法在生食金枪鱼品质评价中起着极为重要的作用,是对其品质变化的综合性评估,也是影响消费者购买力的主要因素。按照表 1 的生食

金枪鱼感官评分表,对收集的 26 个样品进行颜色、气味、滋味、外观、组织形态等感官特性的评价,结果见表 2,其中 92% 的生食金枪鱼样品符合安全食用的要求。影响生食金枪鱼感官评价的主要因素是鱼肉颜色,其体现了氧化的程度,与高铁肌红蛋白含量息息相关,通常情况下肌红蛋白与亚铁离子结合,由于肌红蛋白分子内部的疏水环境使亚铁离子不易被氧化,当鱼肉环境发生改变时亚铁离子极易被氧化而生成高铁肌红蛋白,从而使鱼肉发生褐变^[18]。新鲜生鱼片色泽呈鲜红色,高铁肌红蛋白相对含量≤20%,品质鲜度佳;红色为 30%,品质鲜度良好;褐红色为

50% ,是品质生食终点;当高铁肌红蛋白含量达到 70% 以上鱼肉呈褐色,为品质腐败点^[19]。

表 2 生食金枪鱼样品的感官评价结果

Tab. 2 The sensory evaluation results of the tuna for raw consumption

等级	感官综合评分	样品数/个	所占比例/%
Grade	Sensory comprehensive score	Sample number	Percentage
优	18 ~ 20	10	39
良	14 ~ 18	9	34
中	10 ~ 14	5	19
差	6 ~ 10	1	4
劣	4 ~ 6	1	4

为科学评价生食金枪鱼品质,建议从外观、组织形态、色泽、气味、杂质等方面,规定感官品质要求(见表 3),并对冻结状态、冰鲜或解冻状态的生食金枪鱼分别规定外观和组织形态。

表 3 生食金枪鱼的感官要求

Tab. 3 The sensory requirements of the tuna for raw consumption

项目	冻结状态	冰鲜或解冻状态
Items	Frozen state	Ice fresh or thawed state
外观	个体间应易分离,表面无干耗和软化,真空包装产品包装袋完整,无漏气	表面有油感,无干耗和软化,真空包装产品包装袋完整,无漏气
组织形态	无成片血点,无肌肉淤血	无成片血点,肌纤维清晰,有弹性,无液化的脂肪斑点,无突刺的触摸异常感觉
色泽	呈鲜红色、深红色、浅红色等固有色泽	
气味	具有金枪鱼特有气味,无异味	
杂质	无肉眼可见外来杂质,无骨刺	

2.2 中心温度

就保藏加工方式而言,金枪鱼生鱼片市场主要为冰鲜和速冻的产品。冰鲜鱼舱的温度,一般控制在0 ~ 2 ℃ 之间,货架期为 12 d,14 d 为保藏极限。冰鲜金枪鱼的冰点一般在 - 1.6 ℃ ,低于该值即为冻结状态,不能称其为冰鲜产品,而金枪鱼的肉质变化温度拐点是 4.4 ℃ ,所以,生食金枪鱼冰鲜产品恰当的中心温度范围是 - 1.6 ~ 4.4 ℃ 。为了金枪鱼更长时间的保鲜,维持鱼肉品质,更普遍的方式是选择在捕捞船上进行冻结保藏。由于金枪鱼肌红蛋白的氧化速度比哺乳动物快 1 ~ 3 倍,而且温度影响特别明显,为了使金枪鱼在长期贮藏中保持鱼肉的色泽、口感不变,一般于 - 50 ~ - 60 ℃ 超低温室中速冻。因此,生食金枪鱼速冻产品的中心温度应低于 - 50 ℃ 。

2.3 一氧化碳

为了保证生食金枪鱼的品质,延长保鲜期,生食金枪鱼速冻产品应在 - 50 ℃ 的超低温冷冻条件下进

行物流运送,苛刻的保鲜条件大大提高了生食金枪鱼的配送和加工成本,稍微保存不好就会发生褐变,从而影响肉质的美观和销售。因此一些经销商为了以尽可能低的成本获取利益最大化,往往不使用价格昂贵、成本高的金枪鱼保鲜设备,而用一氧化碳(CO)气体对金枪鱼肉进行熏制。金枪鱼肉经 CO 处理后,直至腐败仍可以保持鲜红色,常常导致变质的金枪鱼被食用后引发组胺中毒^[20]。

欧盟、日本、澳大利亚等地区和国家均明令禁止运用 CO 对金枪鱼进行发色处理。1997 年日本卫生部制定了 CO 在水产品中的限量标准。当 CO 含量低于 200 μg/kg 则可认为该产品未经过人工 CO 处理,高于 500 μg/kg 可直接认定为 CO 处理产品,如高于 200 μg/kg 低于 500 μg/kg,则需将样品冷冻保存 2 d 后重新再测^[21],如含量基本不变可判定为未作处理,如含量明显减少则判定为受处理样品。

目前,国内 CO 的检测方法是 SN/T 2052—2008 《进出口水产品中一氧化碳残留量的检验方法 气相

色谱法》^[10],该方法的最低检出限是 50 μg/kg,但是当金枪鱼中 CO 为 50 μg/kg 时,回收率只有 69.6% ~ 84.8%;当金枪鱼中 CO 为 210 μg/kg 时,回收率为 82.4% ~ 103.8%;当金枪鱼中 CO 为 699 μg/kg 时,回收率为 86.1% ~ 103.2%。自然环境中 CO 的含量为 0.01 ~ 0.90 mg/m³,在城市地区 CO 的量约 20 mg/m³,最高可达 60 mg/m³^[21]。

综合考虑国际标准规定、方法回收率和中国的环境现状,生食金枪鱼中 CO 含量应低于 200 μg/kg。

2.4 挥发性盐基氮

挥发性盐基氮(TVB-N)是评价水产品新鲜程度的重要参数。金枪鱼属于高蛋白水产品若贮存不当,容易腐败变质。在腐败过程中,由于细菌的生长繁殖和酶的作用,使蛋白质分解而产生胺类及氨等具挥发性的碱性物质^[22-23]。许多研究^[24-25]表明 TVB-N 含量能很好地反映鱼肉的腐败程度,TVB-N 会随着水产品的腐败加剧而增加^[26]。

表 4 生食金枪鱼中挥发性盐基氮含量的统计分析
Tab.4 Statistical analysis for TVB-N content of the tuna for raw consumption

含量区间/[mg·(100 g) ⁻¹]	样品数/个	所占比例/%
Content ranges	Sample number	Percentage
≤10	22	84.6
10~15	2	7.7
>15	2	7.7

采用 GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》第一方法半微量定氮法,对 26 个生食金枪鱼样品进行 TVB-N 检测发现,生食金枪鱼样品中 TVB-N 值为 2.24 ~ 16.57 mg/100 g。由表 4 可知,92.3% 的生食金枪鱼样品中 TVB-N 含量低于 15 mg/100 g。结合市场调研情况,规定 TVB-N

含量为 ≤15 mg/100 g,符合 GB 2733—2015《食品安全国家标准 鲜、冻动物性水产品》^[27]规定的海水鱼、虾中 TVB-N 含量 ≤30 mg/100 g。建议通过测定生食金枪鱼产品中 TVB-N 含量,结合感官评价,来判定生食金枪鱼的新鲜度和产品质量。

2.5 组胺

金枪鱼作为主要的红肉鱼种,其体内含有较多的游离组氨酸,当鱼捕捞后,若不能进行迅速、正确的处理,在产组胺菌的作用下,鱼肉中的组氨酸经过脱羧作用会产生大量的组胺。组胺是金枪鱼贮藏过程中容易产生的生物胺也是其中毒性最强的生物胺,一次性摄入量达到 8 ~ 40 mg 时便可引起轻微中毒现象^[28],因此组胺成了生食金枪鱼安全性评价的重要指标。美国 FDA 规定进口的水产品中组胺不超过 5 mg/100 g^[29];欧盟规定鲭科鱼类中组胺不得超过 10 mg/100 g^[30];中国规定高组胺鱼类中组胺不得超过 40 mg/100 g,其他海水鱼类小于 20 mg/100 g^[31]。采用 GB/T 20768—2006《鱼和虾中有毒生物胺的测定 液相色谱-紫外检测法》^[12]对 26 个生食金枪鱼样品进行检测,方法检出限为 5 mg/100 g,组胺含量均低于方法检出限 5 mg/100 g(见表 5)。建议将组胺作为检验金枪鱼安全与否的指标,并规定含量应低于 5 mg/100 g。

2.6 污染物检测情况

对 26 个生食金枪鱼产品进行了铅、镉、汞等重金属含量检测,铅检测值范围为 0.05 ~ 0.11 mg/kg,镉检测值均小于 0.02 mg/kg,汞检测值范围为 0.14 ~ 0.31 mg/kg。检测结果表明:污染物指标均符合 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》的规定^[31](铅 ≤0.5 mg/kg、镉 ≤0.1 mg/kg、汞 ≤1.0 mg/kg),见表 5。

表 5 生食金枪鱼产品检验结果汇总分析表
Tab.5 Summary and analysis table of detection results of the tuna for raw consumption

项目	本标准规定	检测范围	合格率/%
Items	Standard requirements	Detection range	Percent of pass
铅(以 Pb 计)/(mg·kg ⁻¹)	≤0.50	0.05~0.11	100.0
镉(以 Cd 计)/(mg·kg ⁻¹)	≤0.10	<0.02	100.0
汞(以 Hg 计)(甲基汞)/(mg·kg ⁻¹)	≤1.00	0.14~0.31	100.0
挥发性盐基氮/[(mg·100 g ⁻¹)]	≤15.00	2.24~16.57	92.3
组胺/[(mg·100 g ⁻¹)]	≤5.00	≤5.00	100.0

3 结论

在保证生食金枪鱼产品品质的前提下,从保障市场公平合理和维护消费者权益的指导思想出发,杜绝利用一氧化碳以次充好的产品,需适当控制生食金枪鱼产品的中心温度、一氧化碳、挥发性盐基氮以及组胺含量。综合考虑生食金枪鱼产品的贮藏性,并结合感官评价结果,在加工过程中,应控制生食金枪鱼的中心温度为冰鲜产品 $-1.6\sim 4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$;深冷产品 $<-50\text{ }^{\circ}\text{C}$;一氧化碳含量为 $\leq 200\text{ }\mu\text{g/kg}$;挥发性盐基氮含量为 $\leq 15\text{ mg/100 g}$;组胺含量为 $\leq 5\text{ mg/100 g}$ 。本研究将为生食金枪鱼的生产、贮藏及销售过程中的品质控制提供技术支持,也为修订生食金枪鱼行业标准提供科学依据。

参考文献:

- [1] 刘爱芳,谢晶,钱韻芳. 冷藏金枪鱼优势腐败菌致腐能力[J]. 食品科学, 2018, 39(3): 7-14.
- [2] WANG XY, XIE J. Evaluation of water dynamics and protein changes in bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during cold storage[J]. LWT-Food Sci Technol, 2019, 108: 289-296.
- [3] 农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水产学会. 2020 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020: 46.
- [4] 孙颖. 中国金枪鱼贸易现状和发展趋势研究[D]. 北京: 对外经济贸易大学, 2007: 16.
- [5] LLAVE Y, TERADA Y, FKUUOKA M, et al. Dielectric properties of frozen tuna and analysis of defrosting using a radio-frequency system at low frequencies[J]. J Food Eng, 2014, 139: 1-9.
- [6] WILLIAMS PG, REID C. Overview of tuna fisheries in the western and Central Pacific Ocean, including economic conditions-2010[M]. Federated States of Micronesia; Western and Central Pacific Fisheries Commission Scientific Committee, 2011: 1-49.
- [7] SILBANDE A, ADENET S, SMITH R J, et al. Quality assessment of ice-stored tropical yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and influence of vacuum and modified atmosphere packaging[J]. Food Microbiol, 2016, 60: 62-72.
- [8] 郑大字,刘蕾,毛伟杰,等. 金枪鱼解冻技术研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2017, 33(1): 56-60.
- [9] 中华人民共和国农业部. SC/T 3117—2006 生食金枪鱼[S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. SN/T 2052—2008 进出口水产品中一氧化碳残留量的检验方法 气相色谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [11] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. GB 5009.228—2016 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 20768—2006 鱼和虾中有毒生物胺的测定 液相色谱-紫外检测法[S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [13] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. GB 5009.12—2017 食品安全国家标准 食品中铅的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [14] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. GB 5009.15—2014 食品安全国家标准 食品中镉的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [15] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. GB 5009.17—2014 食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [16] 汤元睿,谢晶,徐慧文,等. 冷链物流中包装方式对金枪鱼品质的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(7): 187-192.
- [17] LAWLESS H T, HEYMANN H, 王栋. 食品感官评价原理与技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [18] 雷志方,谢晶,李彦妮,等. 不同包装方式对金枪鱼保鲜效果的分析比较[J]. 现代食品科技, 2016, 32(8): 233-239.
- [19] 包海蓉,赵晨,王锡昌,等. 生食金枪鱼肉冷藏过程色泽变化[J]. 食品工业科技, 2014, 35(23): 338-341, 371.
- [20] 李娟,殷平,陈舜胜,等. 金枪鱼中 CO 残留量的定量检测方法的研究及建立[J]. 现代食品科技, 2006, 22(3): 216-218.
- [21] 岑剑伟,李来好,杨贤庆,等. 一氧化碳在水产品中的应用技术及其安全性分析[J]. 食品工业科技, 2010(4): 381-386.
- [22] MARQUEZ-R E, MORAN-PALAEIO E F, LUGO-SANEHEZ M E, et al. Postmortem biochemical behavior of giant squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle stored in ice and its relation with quality parameters[J]. J Food Sci, 2010, 72(7): 356-362.
- [23] PANTAZI D, PAPAVERGOU A, POURNIS N, et al.

- Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions: microbiological, biochemical and sensory attributes[J]. J Food Microbiol, 2008, 25(1): 136-143.
- [24] 李念文, 汤元睿, 谢晶, 等. 物流过程中大眼金枪鱼 (*Thunnus obesus*) 的品质变化[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 319-323.
- [25] 施建兵, 谢晶, 高志立, 等. 臭氧水浸渍后冰温贮藏提高鲳鱼块的保鲜品质[J]. 农业工程学报, 2013, 29(6): 274-279.
- [26] 李少丽, 李来好, 杨贤庆, 等. 网购流通过程中大眼金枪鱼鲜度指标和生物胺的变化研究[J]. 中国渔业质量与标准, 2020, 10(6): 51-58.
- [27] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会. GB 2733—2015 食品安全国家标准 鲜、冻动物性水产品[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [28] 赵中辉. 水产品贮藏中生物胺的变化及组胺形成机制的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011: 14.
- [29] FDA (Food and Drug Administration, USA). Fish and fishery products hazards and controls guide. 3rd ed. Scombrotoxin (histamine) formation [S]. Washington: Food and Drug Administration, 2001.
- [30] European Commission (EC). Commission recommendation of 10 January 2003 concerning a coordinated programme for the official control of foodstuffs for 2003 (2003/10/EC) [S]. Brussels: Official Journal of the European Communities, 2003.
- [31] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. GB 2762—2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

Study on key indicators for quality evaluation of the tuna for raw consumption

ZHU Wenjia^{1,2}, YAO Lin^{1,2}, GUO Yingying^{1,2}, YANG Zhenzhen⁵, Jiang Yanhua^{1,2}, LI Na^{1,2},
WANG Lianzhu^{1,2*}, LI Ni^{3,4*}

(1. Key Laboratory of Testing and Evaluation for Aquatic Product Safety and Quality, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China, Qingdao 266071; 2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 3. Shandong Gowmo Pharma Co., Ltd., Qingdao 266071;
4. Fujian Anjing Food Co., Ltd., Xiamen 361000; 5. Xiamen Key Laboratory of Quick Frozen Prepared Food, Xiamen 361000)

Abstract: The sensory requirements, physicochemical indicators and pollutant indicators affecting the quality of the tuna for raw consumption were studied to provide technical support for the quality control of the tuna for raw consumption during production, storage and sales process, as well as to provide scientific basis for revising the industry standard of the tuna for raw consumption. The effects of central temperature, carbon monoxide (CO), total volatile basic nitrogen (TVB-N) and histamine contents on the tuna quality were analyzed based on 26 raw tuna samples with different sources, and the quality change rules of the tuna for raw consumption at different storage temperatures were studied by sensory score and TVB-N value determination. During processing, the central temperature of the tuna for raw consumption should be controlled as $-1.6 \sim 4.4$ °C for ice fresh products and lower than -50 °C for deep cold products. while CO content should be lower than 200 $\mu\text{g/kg}$, TVB-N lower than 15 mg/100 g, and histamine lower than 5 mg/100g. This study identified key indicators of raw tuna quality and provided data support and technical support for establishing raw tuna product standards and improving the quality level of raw tuna products in China. [Chinese Fishery Quality and Standards, 2021, 11(6): 17–22]

Key words: tuna for raw consumption; quality evaluation; histamine; total volatile basic nitrogen

Corresponding author: WANG Lianzhu, E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn; LI Ni, E-mail: 2134393602@qq.com

(责任编辑: 杨臻)