

贮藏温度对半滑舌鲷品质特性的影响 Effects of different storage temperature on quality and fresh-keeping of *Cynoglossus Semilaevis Gunther*

李娜^{1,2,3} 谢晶^{1,2,3}

LI Na^{1,2,3} XIE Jing^{1,2,3}

(1. 上海水产品加工及贮藏工程技术研究中心, 上海 201306; 2. 上海冷链装备性能与节能评价
专业技术服务平台, 上海 201306; 3. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

(1. *Shanghai Engineering Research Center of Aquatic Product Processing & Preservation, Shanghai 201306, China;*
2. *Shanghai Professional Technology Service Platform on Cold Chain Equipment Performance and
Energy Saving Evaluation, Shanghai 201306, China;*
3. *College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China*)

摘要:分别采用10, 4, 0, -3℃对半滑舌鲷进行贮藏, 研究其菌落总数、滴水损失、蒸煮损失、电导率、挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值、K值、生物胺、总氨基酸含量的变化, 综合感官评价可得出: 保水性随着贮藏时间延长而下降, 电导率、TVB-N值、K值、总氨基酸含量、菌落总数随着贮藏时间延长呈上升趋势, 且降低贮藏温度可明显延缓各指标变化速率。半滑舌鲷在贮藏期间积累的生物胺主要为尸胺、腐胺和酪胺, 仅有少量精胺检出, 且降低温度可明显抑制生物胺的生成。10, 4, 0℃货架期分别为8, 13, 15d; 相比较于10, 4, 0℃, 采用-3℃微冻贮藏可分别延长货架期19, 14, 12d, 可见降低温度可明显延长半滑舌鲷货架期。

关键词:半滑舌鲷; 贮藏温度; 品质; 货架期

Abstract: The effect of storage temperatures (such as 10, 4, 0 and -3℃) on the change of quality characteristics and fresh-keeping of *Cynoglossus semilaevis gunther* was investigated. The changes in TVC, dripping loss, cooking loss, electric conductivity, TVB-N, K value, biogenic amines and total amino acid were studied. Combined with sensory evaluation, it could be concluded that with the extension of storage time, water hold capacity decreased, and electric conductivity, TVB-N, K value, total amino acid, and TVC increased. The change rate of every index decreased by the decreasing

基金项目:农业部海水鱼产业体系(编号: CARS-47); 2016年上海市科技兴农重点攻关项目[编号: 沪农科攻字(2016)第1-1号]; 上海市科委平台能力建设项目(编号: 16DZ2280300); 上海市科委公共服务平台建设项目(编号: 17DZ2293400)

作者简介:李娜, 女, 上海海洋大学在读硕士研究生。

通信作者:谢晶(1968—), 女, 上海海洋大学教授, 博士。

E-mail: jxie@shou.edu.cn

收稿日期:2017-12-15

of storage temperature. The biogenic amines accumulated during the storage period of cadaverine, putrescine and tyrosine, and only a small amount of spermine was detected. Low temperature could significantly inhibit the information of biogenic amines. Shelf lives of *Cynoglossus semilaevis gunther* were 8 d, 13 d and 15 d at 10℃, 4℃ and 0℃ respectively. Compared with 10℃, 4℃ and 0℃, -3℃ could extend shelf life with 19 d, 14 d and 12 d respectively. The results showed that decreasing storage temperature can obviously prolong the shelf life of *Cynoglossus semilaevis gunther*.

Keywords: *Cynoglossus emilaevis gunther*; storage temperature; quality; shelf life

半滑舌鲷为近海名贵鱼类, 营养丰富, 是中国重要的海水鲆类养殖鱼种^[1]。随着中国高密度养殖模式下人工繁育、养殖技术的日益成熟, 半滑舌鲷产量逐年增加, 在中国国民消费结构中所占比重也逐步上升^{[2]2-24}。但据统计^[3], 全球因贮藏、运输等导致品变劣变而无法正常食用的鱼类占30%, 极大影响水产市场的经济效益。同样营养丰富的半滑舌鲷也极容易因环境因素而腐败变质, 失去食用价值, 因此对其保鲜技术的研究具有重要现实指导意义。

低温贮藏是目前用于保持鱼类良好品质特性的最有效方法, 已广泛应用于各种水产品, 特别是微冻保鲜凭借其良好的保鲜效果而备受中外学者的关注^[4-5]。苏辉等^[6]分析了不同温度贮藏的鲳鱼品质及微观组织变化, 结果表明, -18℃贮藏可使鲳鱼货架期达到60d, 比-3℃延长40d。同时, 微冻组鲳鱼肌纤维仅发生部分位移, 较好保持了鲳鱼良好的肌纤维组织形态, 而冷冻组鲳鱼肌纤维会发生大规模位移和形变, 这充分表明了微冻保鲜的优越性。赫佳明^[7]研

究了不同贮藏温度对南极大磷虾可溶性蛋白含量、氨基酸含量、粗酶液的酶活性变化,结果表明温度与粗酶活性到达峰值的时间、酶活性呈反比,且温度极大影响了可溶性蛋白、氨基酸含量增加或减小的速率。Beaufort等^[8]研究表明-2℃贮藏可使三文鱼货架期达到28d,分别比8,4℃延长了18,20d,说明微冻贮藏可有效延缓三文鱼品质劣变。对于半滑舌鲷,目前国内外主要集中于对其生活史、食性、卵及胚胎发育观察、染色体和遗传多样性、人工繁殖和养殖技术等方面研究^{[2]24-105},但是对其保鲜技术的报道相对较少,也未见将应用广泛的低温保藏用于半滑舌鲷保鲜的实际效果研究。

本研究拟将半滑舌鲷分别贮藏于10,4,0,-3℃,观察其菌落总数、保水性、电导率、TVB-N值、K值、生物胺种类、总氨基酸含量变化,并结合其感官变化,研究贮藏温度对半滑舌鲷品质变化的影响,以期为今后半滑舌鲷及其他鲜鲷类鱼的保鲜技术提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

新鲜养殖半滑舌鲷:上海市浦东新区芦潮港水产批发市场,规格大体一致,质量(700±50)g,体长(40±2)cm,采用一层碎冰一层半滑舌鲷的方式置于泡沫箱中,立即运回实验室进行处理;

HClO₃、乙酸铵、乙腈、甲醇:色谱纯,上海安谱实验科技股份有限公司;

柠檬酸钠、苯酚、MgO、NaHCO₃、甲基红、溴甲酚绿、单酰氯:分析纯,生工生物工程(上海)股份有限公司。

1.1.2 仪器与设备

恒温恒湿箱:BPS-100CB型,上海一恒科学仪器有限公司;

多点温度采集仪:F2640型,成都众邦凯测科技有限公司;

台式高速冷冻离心机:H-2050R型,湖南湘怡实验室仪器开发有限公司;

电导率仪:FiveEasy Plus型,梅特勒-托利多仪器有限

公司;

凯氏定氮仪:Kjeltec8400型,丹麦FOSS公司;

精密数显酸度计:Sartorius PB-10型,赛多丽丝科学仪器有限公司;

全自动氨基酸分析仪:L-8800型,上海日立高新技术有限公司;

高效液相色谱仪:waters e2695型,美国Waters公司。

1.2 试验内容

1.2.1 样品处理 将新鲜半滑舌鲷用蒸馏水洗净沥干,去头、尾、内脏,迅速切段,分装于聚乙烯保鲜袋中密封,分别置于10,4,0,-3℃恒温恒湿箱,根据感官状况在不同贮藏时间不定期取样,测定其菌落总数、保水性(滴水损失、蒸煮损失)、电导率、TVB-N值、K值、生物胺含量、总氨基酸含量,各指标做3次平行,取平均值。

1.2.2 冰点测定 根据文献^[9],修改如下:取半滑舌鲷背部肌肉于聚乙烯包装袋中,将多点温度采集仪的温度探头插入鱼样中并用橡皮筋捆扎好,放入-23℃冰箱中冻结,记录数据,根据冻结曲线得出半滑舌鲷冻结点。

1.2.3 感官评定 参考GB/T 18108—2008标准和文献^[10],修改如下:从色泽、气味、组织形态、弹性、黏液角度进行评价,感官评分等级分为极好(5分)、较好(4分)、好(3分)、一般(2分)和差(1分),由固定的10名经感官评定培训的人员进行评分,取平均值作为感官评分最终结果。具体评分标准见表1。

1.2.4 电导率测定 根据文献^[11],修改如下:准确称取鱼样2.5g,机械匀浆,加入25mL去离子水,3000r/min离心5min,取上清液,用电导仪测定其电导率。

1.2.5 蒸煮损失测定 根据文献^[12],修改如下:取大小约3cm×3cm×1cm鱼块,准确称取其质量m₁(精确到0.0001g)。将其密封包装并于80℃水浴锅中蒸煮15min后,蒸煮结束冷却到室温,用滤纸吸干鱼样表面水分,再次称其质量m₂(精确到0.0001g)。蒸煮损失率按式(1)计算:

$$c = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

表1 半滑舌鲷感官特性检验评分标准

Table 1 The evaluation standards of sensory characteristics of *Cynoglossus semilaevis gunther*

项目	色泽	气味	组织形态	弹性	黏液
极好(5分)	色泽正常,肌肉切面富有光泽	固有香味浓郁	肌肉组织致密完整,文理清晰	坚实富有弹性,手指按压后凹陷立即消失	无
较好(4分)	色泽正常,肌肉切面稍有光泽	固有香味稍浓郁	肌肉组织紧密,纹理较清晰	坚实有弹性,手指按压后凹陷较快消失	有少许,透明
好(3分)	色泽稍暗淡,肌肉切面有光泽	固有香味清淡,略有异味	肌肉组织不紧密,呈部分松散状态	较有弹性,手指按压后凹陷消失较慢	多,较透明
一般(2分)	色泽较暗淡,肌肉切面无光泽	固有香味消失,有腥臭味	肌肉组织不紧密但不松散状	稍有弹性,手指按压后凹陷消失很慢	较多,较浑浊
差(1分)	色泽暗淡,肌肉切面无光泽	有浓重的腥臭味或氨臭味	肌肉组织不紧密,呈松散状	无弹性,手指按压后凹陷消失很慢或不消失	大量,浑浊

式中:

c ——蒸煮损失率, %;

m_1 ——蒸煮前鱼样质量, g;

m_2 ——蒸煮后鱼样质量, g。

1.2.6 滴水损失测定 根据文献[13], 修改如下: 取大小约 3 cm × 3 cm × 1 cm 鱼块, 准确称取其质量 m_1 (精确到 0.000 1 g), 将其置于聚乙烯包装袋中放置 1 h 后, 用滤纸吸干鱼样表面水分, 再次称其质量 m_2 (精确到 0.000 1 g)。滴水损失率按式(2)计算:

$$c = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

c ——滴水损失率, %;

m_1 ——放置前鱼样质量, g;

m_2 ——放置后鱼样质量, g。

1.2.7 TVB-N 测定 按 GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》执行。

1.2.8 K 值测定 按 SC/T 3048—2014《鱼类鲜度指标 K 值的测定 高效液相色谱法》执行。

1.2.9 生物胺测定 根据文献[14], 修改如下: 准确称取 2 g 鱼样, 机械匀浆, 加 10 mL 的 0.4 mol/L 高氯酸进行提取, 3 000 r/min 离心 10 min, 转移上清液于 25 mL 容量瓶中, 重复上述步骤, 定容。取 1 mL 提取液于 10 mL 容量瓶, 依次加 100 μ L 的 2 mol/L 氢氧化钠、300 μ L 饱和碳酸氢钠、2 mL 的 10 mg/mL 单酰氯, 于 40 $^{\circ}$ C 恒温水浴锅中反应 45 min 后加入 100 μ L 氢氧化铵, 放置 30 min 后用乙腈定容, 用 0.45 μ m 的有机过滤膜过滤于棕色小样瓶待测。

HPLC 条件: 采用 C_{18} 反相色谱柱和外检测器, 柱温为 40 $^{\circ}$ C, 流动相 A 为 0.1 mol/L 的乙酸铵溶液, 流动相 B 为 100% 乙腈, 流速为 1 mL/min; 进样量为 20 μ L; 检测波长为 254 nm。

1.2.10 氨基酸含量测定 按 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》执行。

1.2.11 菌落总数测定 按 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》执行。

1.3 数据分析

采用 Origin 8.5、SPSS 22.0 对试验数据进行综合分析。

2 结果与分析

2.1 冰点

由图 1 可知, 半滑舌鲷冻结过程分为 3 个阶段: 半滑舌鲷初始温度为 24.57 $^{\circ}$ C, 随着时间延长, 鱼样温度迅速下降至 0 $^{\circ}$ C 以下。当温度下降为 -1.723 $^{\circ}$ C 时, 冻结曲线出现拐点, 5 min 内维持基本稳定, 理论上这个拐点所在温度为半滑舌鲷的冻结点^[15]。随后, 鱼样温度再次进入快速下降阶段, 直至冻结。综上所述, 半滑舌鲷的冰点温度为 -1.723 $^{\circ}$ C。微冻保鲜定义规定贮藏温度为冰点温度以下 1~2 $^{\circ}$ C, 为便于温度控制, 选取微冻温度为 -3 $^{\circ}$ C。

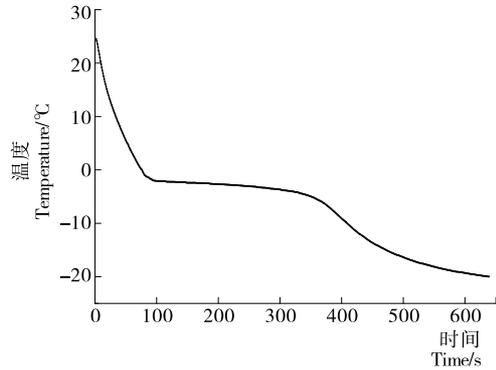


图 1 半滑舌鲷冻结曲线

Figure 1 Freezing curve of *Cynoglossus semilaevis gunther*

2.2 感官

如图 2 所示, 不同温度贮藏的半滑舌鲷感官变化趋势表现出一致性: 感官品质均随贮藏时间的延长而下降, 这主要是微生物生长繁殖及酶活性化学反应的共同作用所致^[16]。其中, 10 $^{\circ}$ C 的半滑舌鲷感官品质下降最快, 9 d 后感官达到不可接受程度; 4, 0 $^{\circ}$ C 贮藏的半滑舌鲷在前 10 d 感官品质差异不显著 ($P < 0.01$), 随后 4 $^{\circ}$ C 组变化速率明显大于 0 $^{\circ}$ C 组, 分别于贮藏 12, 15 d 后接近感官不可接受程度; -3 $^{\circ}$ C 贮藏的半滑舌鲷在 25 d 后仍处于可接受范围。综上所述, 降低温度可明显延缓半滑舌鲷感官品质劣变, 微冻保鲜具有明显优势。

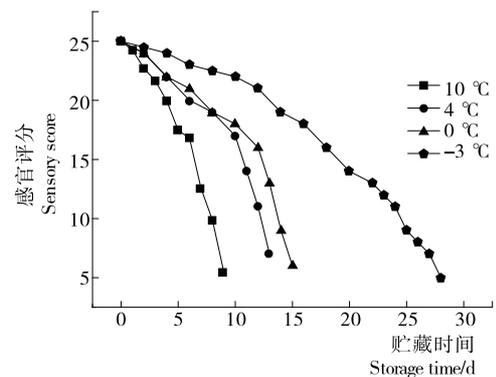


图 2 不同贮藏温度下半滑舌鲷感官评分的变化

Figure 2 Changes of sensory scores of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

2.3 电导率

电导率可衡量水产品浸出液的导电能力, 是评价水产品鲜度的快速有效方法之一^[17]。如图 3 所示, 各温度贮藏的半滑舌鲷电导率都呈上升趋势, 这是由于半滑舌鲷会在贮藏过程中发生自溶现象, 鱼肉中蛋白质、脂肪等大分子营养物质一方面因微生物生长繁殖所需, 另一方面因内源性酶作用而分解为小分子物质, 导致其浸出液的离子浓度增大, 导电能力增强^[18]。其中, 10 $^{\circ}$ C 组的电导率增长最快, 贮藏 8 d 后就由最初的 1 579 μ S/cm 增长为 1 886 μ S/cm, 4, 0, -3 $^{\circ}$ C 的半滑舌鲷电导率在前 7 d 无明显差异, 从第 10 天起出现较明显差异, 其中 -3 $^{\circ}$ C 变化最缓慢, 27 d 才达到 1 957 μ S/cm。说明半滑舌鲷电导率变化与贮藏温度密切相关, 低温可通过

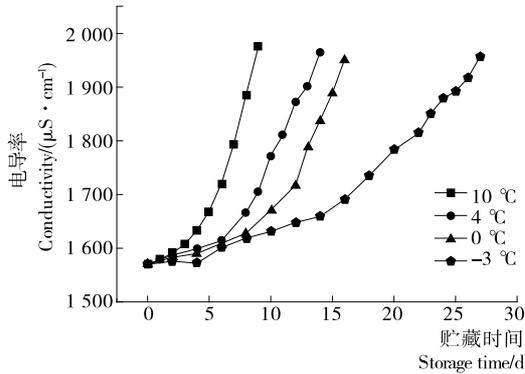


图3 不同贮藏温度下半滑舌鲷电导率的变化

Figure 3 Changes of conductivity of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

抑制营养物质分解延缓品质劣变进程,延长货架期。

2.4 保水性

水产品的保水性直接影响其感官、风味及营养品质,通常由蒸煮损失和滴水损失进行评价。从图4、5可知,半滑舌鲷滴水损失、蒸煮损失都随着温度的下降而降低,且4,0,-3 °C贮藏的半滑舌鲷滴水损失和蒸煮损失明显低于10 °C,可能是降低温度可大幅减小因肌肉蛋白质变性而引起肌球蛋白的网状结构失水,从而提高保水性^[19]。同时,随着时间延长,不同温度贮藏的半滑舌鲷滴水损失、蒸煮损

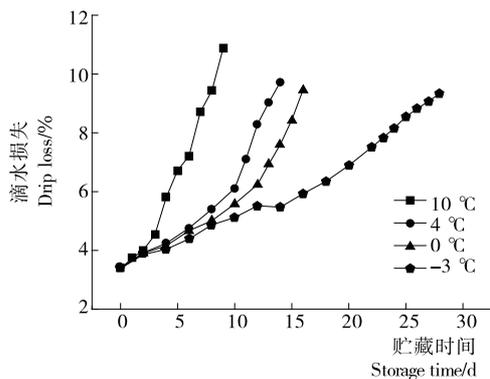


图4 不同贮藏温度下半滑舌鲷滴水损失率的变化

Figure 4 Changes of dripping loss of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

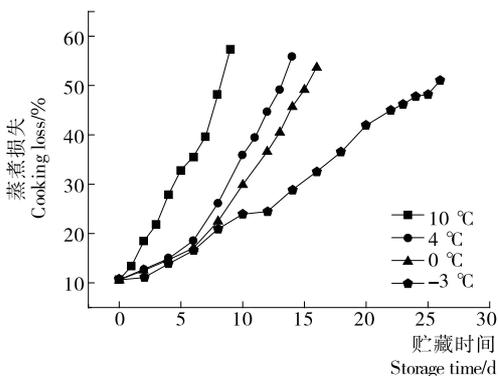


图5 不同贮藏温度下半滑舌鲷蒸煮损失率的变化

Figure 5 Changes of cooking loss of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

失都呈上升趋势,变化差异极显著($P < 0.01$)。经相关性分析,滴水损失率和蒸煮损失率在10,4,0,-3 °C的相关系数分别为0.991,0.989,0.986,0.986($P < 0.01$),可见两者对评价半滑舌鲷品质具有高度一致性。

2.5 TVB-N 值

TVB-N 值是评价海产品新鲜度的重要指标,GB 2733—2015《鲜、冻动物性水产品卫生标准》规定:TVB-N ≤ 13 mg/100 g为一级鲜度;TVB-N ≤ 20 mg/100 g为二级鲜度;TVB-N > 30 mg/100 g为不可接受程度。从图6可看出,新鲜半滑舌鲷TVB-N 值为9.91 mg/100 g,10 °C贮藏的半滑舌鲷TVB-N 值迅速上升,第9天可达到34.08 mg/100 g,超过可食用极限。4,0 °C条件下的TVB-N 值在贮藏前期上升相对较慢,直至10 d后迅速上升,分别于第15天和第17天后超过可接受范围。-3 °C条件下TVB-N 变化曲线在贮藏早期较为平缓,第22天时仅上升至19.26 mg/100 g,未超过二级鲜度,直至第28天才达到不可接受程度。综上,从TVB-N 值角度出发,10,4,0,-3 °C贮藏的半滑舌鲷货架期分别为8,13,15,27 d。经相关性分析,10,4,0,-3 °C贮藏的半滑舌鲷电导率与TVB-N 值相关系数分别为0.984,0.961,0.989,0.984($P < 0.01$),与张丽娜等^[18]的研究结果一致。

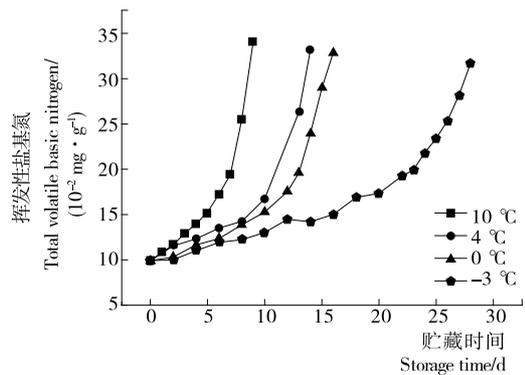


图6 不同贮藏温度下半滑舌鲷TVB-N 的变化

Figure 6 Changes of TVB-N value of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

2.6 K 值

K 值可表征海产品在贮藏过程中 ATP 分解程度,进而衡量海产品鲜度状况。一般而言,K 值低于20%,为极新鲜状态,可用于生食;K 值处于20%与60%之间,为新鲜状态,可用于食品加工;K 值超过60%,则进入腐败状态。由图7可知,10 °C贮藏的半滑舌鲷K 值变化差异显著($P < 0.01$),在第9天上升为68.73%,进入腐败阶段。4,0,-3 °C组的K 值在贮藏前9 d无明显差异,随后4,0 °C组的K 值变化速率明显高于-3 °C,在第14天和第16天分别达到63.94%,62.54%,而-3 °C组在第22天时仅有38.11%,直至第28天才超过60%(63.17%),可能是贮藏后期微生物生长繁殖的能量需求可极大促进 ATP 分解,且贮藏温度与此促进作用正相关。综上,采用-3 °C微冻贮藏可大幅度延缓半滑舌鲷品质劣变,可能是降低温度可抑制 ATP 分解相关酶的活性^[20]。

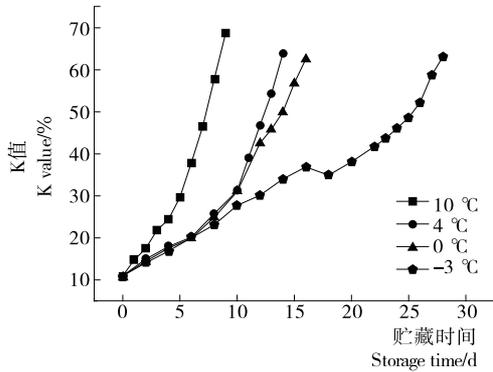


图 7 不同贮藏温度下半滑舌鲷 K 值的变化

Figure 7 Changes of K value of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

2.7 生物胺

海产品容易因贮藏环境因素生成过量的生物胺而造成食物中毒,直接对人体健康构成威胁,因此生物胺含量与海产品食用安全性密切相关。赵中辉等^[21-22]发现,红肉鱼易引起大量组胺生成而导致中毒,但红肉鱼并不是判断组胺中毒的绝对依据,作为白肉鱼的牙鲆在 20 °C 贮藏 4 d 后含有的组胺已超过美国 FDA 规定的 50 mg/kg 安全限量。本试验发现,10,4,0 °C 的半滑舌鲷在贮藏期间主要积累了尸胺、腐胺和酪胺,仅有极少量精胺生成,可忽略不计。且尸胺含量最多,腐胺次之,酪胺较少,与王秀等^[22]的研究结果相吻合。其中-3 °C 贮藏的半滑舌鲷在贮藏后期仅有极少量精胺生成,可忽略不计,其他生物胺均未检出。这是由于低温可抑制微生物生长繁殖,且半滑舌鲷自身含有的各种酶活性也很低。由图 8~10 可看出,10,4,0 °C 贮藏的半滑舌鲷尸胺、腐胺、酪胺变化差异显著 ($P < 0.01$),尸胺最多可积累到 58.65 mg/kg,腐胺、酪胺分别为 38.52,29.74 mg/kg,且产生速率随着贮藏温度降低显著降低。同时,可得出半滑舌鲷贮藏后期在一定程度上存在安全隐患,因酪胺本身毒性较大,而腐胺和尸胺反应可生成杂环类致癌物质^[23],降低贮藏温度可明显降低半滑舌鲷在贮藏过程中生物胺的积累。

2.8 氨基酸

氨基酸含量可衡量海产品的蛋白质特性状况,试验中发

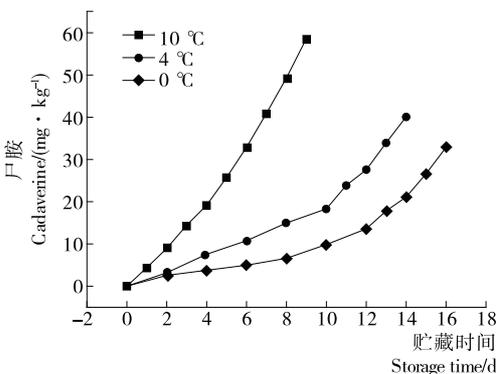


图 8 不同贮藏温度下半滑舌鲷中尸胺的变化

Figure 8 Changes of cadaverine of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

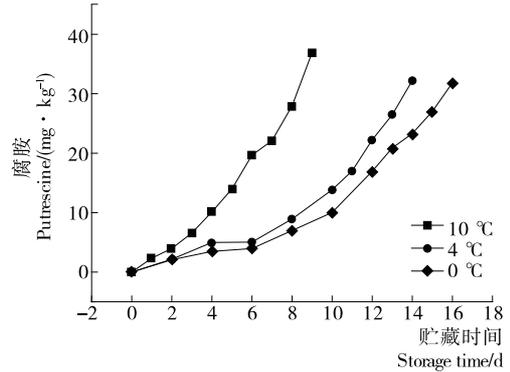


图 9 不同贮藏温度下半滑舌鲷中腐胺的变化

Figure 9 Changes of putrescine of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

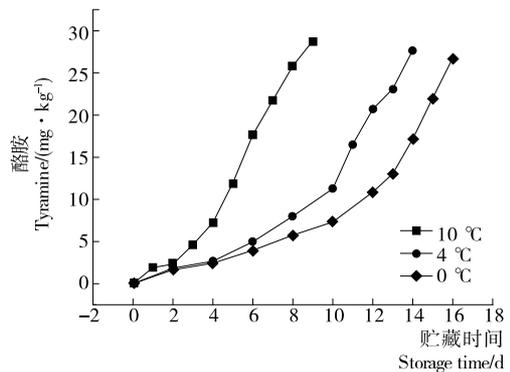


图 10 不同贮藏温度下半滑舌鲷中酪胺的变化

Figure 10 Changes of tyramine of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

现半滑舌鲷含有 16 种氨基酸,种类较齐全。由图 11 可知,各组半滑舌鲷在贮藏过程中氨基酸总量均呈下降趋势,10 °C 组变化速率最快,在贮藏 9 d 后氨基酸总量由最初的 65.88 g/kg 降为 24.45 g/kg,-3 °C 组最慢,在贮藏 27 d 后仍为 39.48 g/kg,表明-3 °C 可显著降低氨基酸含量变化速率。同时,从图 12~15 可看出,不同温度贮藏的半滑舌鲷均谷氨酸含量最多,天冬氨酸次之,且两者变化差异极显著 ($P < 0.01$),降低速率随着温度的降低而减小。同时,组氨酸、精氨酸等含量低且变化不明显,与生物胺中精胺、组胺的极少

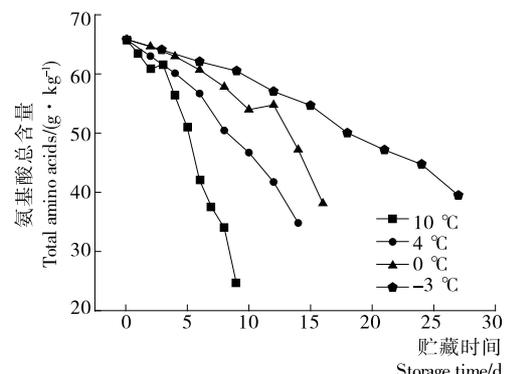


图 11 不同贮藏温度下半滑舌鲷氨基酸总量的变化

Figure 11 Changes of total amino acid content of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

生成量结果相一致。总而言之,降低贮藏温度可以有效延缓氨基酸含量的降低,保持半滑舌鲷良好品质。

2.9 菌落总数

微生物生长繁殖是海产品腐败的重要缘由^[24],中国海水鱼类卫生标准规定:菌落总数低于4 lg CFU/g 为一级鲜度,菌落总数介于4 lg CFU/g 与6 lg CFU/g 之间为二级鲜度。从图16可知,不同温度贮藏的半滑舌鲷菌落总数差异极显著(P<0.01),且菌落总数随着贮藏温度的下降而减少,

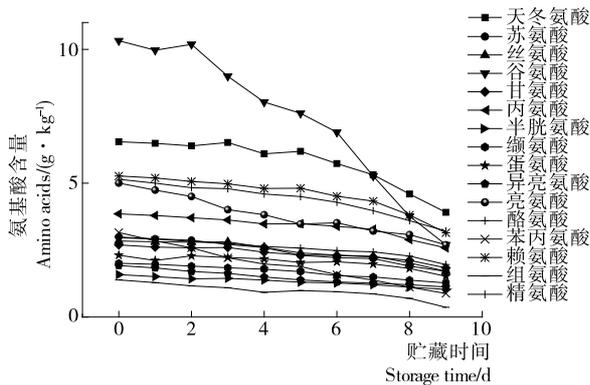


图12 10 °C贮藏环境中半滑舌鲷各氨基酸含量的变化
Figure 12 Changes of every amino acid content of *Cynoglossus semilaevis gunther* at 10 °C

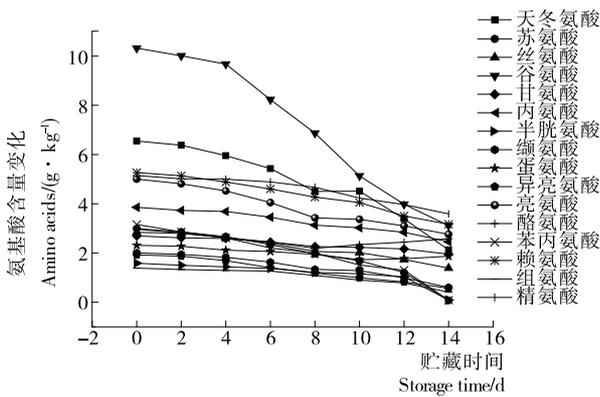


图13 4 °C贮藏环境中半滑舌鲷各氨基酸含量的变化
Figure 13 Changes of every amino acid content of *Cynoglossus semilaevis gunther* at 4 °C

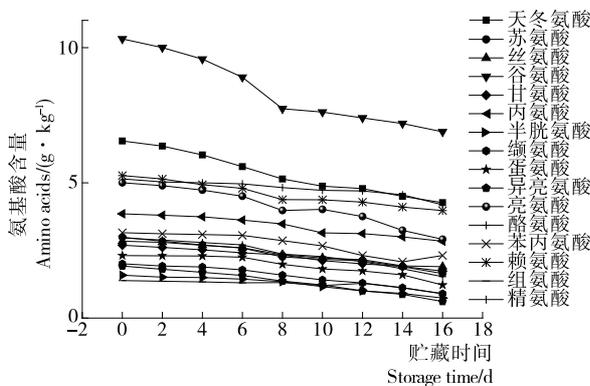


图14 0 °C贮藏环境中半滑舌鲷各氨基酸含量的变化
Figure 14 Changes of every amino acid content of *Cynoglossus semilaevis gunther* at 0 °C

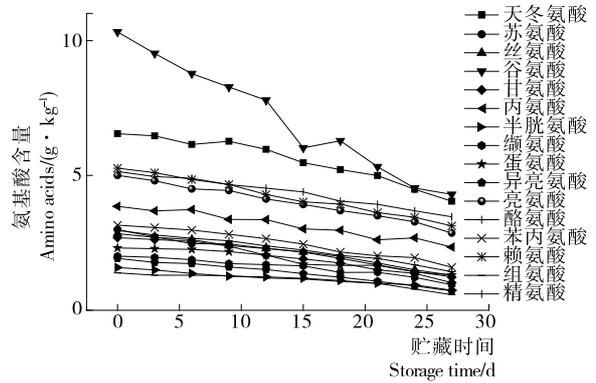


图15 -3 °C贮藏环境中半滑舌鲷各氨基酸含量的变化
Figure 15 Changes of every amino acid content of *Cynoglossus semilaevis gunther* at -3 °C

10 °C组的菌落总数在贮藏8 d就已接近不可接受界限值,4,0 °C组的菌落总数分别于14,16 d超出可接受范围。而-3 °C贮藏的半滑舌鲷贮藏早期菌落总数呈下降趋势,可能是一-3 °C处于最大冰晶生成温度带,细菌体液中水分发生一定程度冻结,体积增大所产生的挤压作用使菌体破裂死亡^[25]。随后,-3 °C贮藏的半滑舌鲷菌落总数开始上升但增速相对缓慢,直至第28天才为6.12 lg CFU/g。Duun等^[26]发现,低温可抑制蛋白分解酶等酶活性,从而减缓了营养物质分解为小分子的速率,从而影响微生物生长对营养物质的需求,延缓了水产品品质劣变。从菌落总数变化来看,10,4,0,-3 °C贮藏的半滑舌鲷货架期分别为8,13,15,27 d,与TVB-N得出的货架期一致。

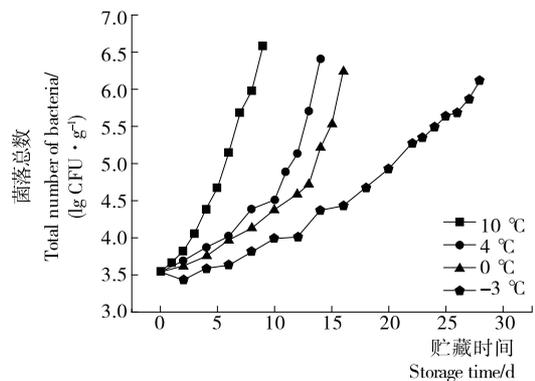


图16 不同贮藏温度下半滑舌鲷菌落总数的变化
Figure 16 Changes of TVC of *Cynoglossus semilaevis gunther* at different temperature

3 结论

本试验结果表明,不同温度贮藏的半滑舌鲷各指标变化趋势表现出一致性:随着贮藏时间延长,感官品质、保水性、氨基酸含量总体下降,电导率、TVB-N、K值、生物胺、菌落总数总体呈上升趋势,其中积累的生物胺主要为尸胺、腐胺和酪胺,谷氨酸和天冬氨酸含量在贮藏过程中变化差异明显。总体来看,降低贮藏温度可明显延缓各指标变化速率,-3 °C贮藏的半滑舌鲷保鲜程度最佳,10 °C最差。综合各指标变化可得出,10,4,0,-3 °C贮藏的半滑舌鲷货架期分

别为 8,13,15,27 d, -3 ℃ 微冻保鲜可极好地保持其感官品质、理化特性及安全性,具有广阔的应用前景。但本试验中缺少对半滑舌鳎脂肪酸、蛋白质品质的研究,今后可进一步深入研究脂肪酸、肌原纤维蛋白功能及结构特性,为半滑舌鳎保鲜技术研究提供理论根据。

参考文献

- [1] SUN Zhong-zhi, LIU Xue-zhou, XU Yong-jiang, et al. Technique and technology of productive scale seedling rearing of *Cynoglossus semilaevis* Günther[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2007, 14(2): 244-288.
- [2] 房景辉. 半滑舌鳎对温度和营养胁迫的生长响应及其生理生态学机制[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.
- [3] GHALY A E, DAVE D, BUDGE S, et al. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: review[J]. *American Journal of Applied Sciences*, 2010, 7(7): 859-877.
- [4] 易宇文, 范文教, 贾洪峰, 等. 基于电子舌的微冻鲢鱼新鲜度识别研究[J]. *食品与机械*, 2014, 30(2): 142-145.
- [5] LIU Qian, KONG Bao-hua, HAN Jian-chun, et al. Effects of superchilling and cryoprotectants on the quality of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi: Microbial growth, oxidation, and physiochemical properties[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2014, 57(1): 165-171.
- [6] 苏辉, 谢晶, 黎柳, 等. 不同温度下鲳鱼品质及微观组织的变化研究[J]. *现代食品科技*, 2014(8): 106-111.
- [7] 赫佳明. 不同贮藏条件下南极大磷虾的品质变化研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012: 16-25.
- [8] BEAUFORT A, CARDINAL M, LE-BAIL A, et al. The effects of superchilled storage at -2 ℃ on the microbiological and organoleptic properties of cold-smoked salmon before retail display [J]. *International Journal of Refrigeration*, 2009, 32(7): 1 850-1 857.
- [9] 俞静芬, 赵培城, 丁玉庭. 鲷鱼近微冻保鲜过程中的品质变化特性[J]. *食品工业科技*, 2007(7): 186-188.
- [10] 李敬, 韩冬娇, 刘红英. 复合生物保鲜剂对半滑舌鳎保鲜效果的研究[J]. *河北农业大学学报*, 2016, 39(1): 84-88.
- [11] 胡玥, 杨水兵, 余海霞, 等. 微冻保鲜方法对带鱼品质及组织结构的影响[J]. *食品科学*, 2016, 37(18): 290-297.
- [12] 朱文慧, 宦海珍, 步营, 等. 不同解冻方式对秘鲁鲑鱼肌肉保水性和蛋白质氧化程度的影响[J]. *食品科学*, 2017, 38(11): 6-11.
- [13] MU G, BERGSSON A B, JONSSON A, et al. The effects of ambient temperature and holding time during processing on drip of saithe (*Pollachius virens*) and deepwater redbfish (*Sebastes mentella*) fillets[J]. *Journal of Food Engineering*, 2017, 200: 40-46.
- [14] 刘辰麒, 王锡昌, 丁卓平. 水产品中生物胺的测定方法[J]. *上海海洋大学学报*, 2007, 16(4): 357-361.
- [15] 李来好, 彭城宇, 岑剑伟, 等. 冰温气调贮藏对罗非鱼片品质的影响[J]. *食品科学*, 2009, 30(24): 439-443.
- [16] 陈卫明, 赵卉双, 钟机, 等. 水产品物理保鲜技术与应用[J]. *科学养鱼*, 2016(3): 76-79.
- [17] PARISI G, FRANCI O, POLI B M. Application of multivariate analysis to sensorial and instrumental parameters of freshness in refrigerated sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during shelf life[J]. *Aquaculture*, 2002, 214(1): 153-167.
- [18] 张丽娜, 罗永康, 李雪, 等. 草鱼鱼肉电导率与鲜度指标的相关性研究[J]. *中国农业大学学报*, 2011, 16(4): 153-157.
- [19] 杨芳, 吴永沛, 陈梅香, 等. 阿根廷鲑鱼肌原纤维蛋白及肌肉组织凝胶保水性研究[J]. *水产科学*, 2008, 27(8): 386-389.
- [20] ANDO M, NAKAMURA H, HARADA R, et al. Effect of super chilling storage on maintenance of freshness of kuruma prawn[J]. *Food Science & Technology Research*, 2004, 10(1): 25-31.
- [21] 赵中辉, 林洪, 徐杰. 高效液相色谱法检测牙鲜体内的生物胺[J]. *现代食品科技*, 2011, 27(2): 228-231.
- [22] 王秀, 李宗权, 刘永乐, 等. 冷藏期间草鱼和鲢鱼鱼片特征生物胺变化差异[J]. *食品与机械*, 2017, 33(3): 103-109.
- [23] 张阳. 水产品中生物胺含量 UPLC 检测方法的建立及其变化规律的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012: 4-9.
- [24] 郑振霄. 不同贮藏方法对鲈鱼品质变化影响的研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2016: 41-48.
- [25] 高昕, 韩芳, 许加超, 等. 微冻贮藏条件下鲈鲜度和质构变化[J]. *水产学报*, 2010, 34(8): 1 294-1 302.
- [26] DUUN A S, RUSTAD T. Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets[J]. *Food Chemistry*, 2007, 105(3): 1 067-1 075.

(上接第 88 页)

可证,并对网络订餐平台的自律义务和具体的监管措施等进行了较为详细的规定,从而在网络订餐服务的法律规制方面迈出了实质性的步伐。然而,由于这一法律只是部门性法规,并不能从根本上解决当前网络订餐食品安全方面的法律规制问题。只有针对这些食品安全隐患的存在,以《食品安全法》的修改为核心,采取层次更高且更为严厉的针对性法律规制措施,才能保证网络订餐的正常健康发展。

参考文献

- [1] 黄颖, 卢心语. 我国网民超 7 亿,日均上网 3.8 小时[J]. *青年记者*, 2016(23): 52-52.
- [2] 张志祥, 石岩然. O2O 平台上外卖食品安全问题的研究[J]. *食品工业*, 2017(1): 218-221.
- [3] 艾媒咨询. 2017 上半年中国在线餐饮外卖行业研究报告[R/OL]. (2017-08-21) [2018-01-16]. <http://www.iimedia.cn/54716.html>.
- [4] 陈财, 徐双, 叶程程, 等. 网络订餐的安全监管问题浅析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2016, 28(5): 634-637.
- [5] 全国人大常委会执法检查组: 网络订餐平台存监管空白[J]. *中国食品学报*, 2016(7): 258.
- [6] 李小兵. 饿了的风投被“饿了么”噎着了[J]. *华商*, 2016(3): 44-45.
- [7] 陈雨萌. 中国食品安全监管中行政法的规制研究[J]. *食品与机械*, 2016, 32(8): 227-229.
- [8] 食品安全法实施条例征求意见, 强化外卖平台监管[J]. *中国食品学报*, 2016(10): 46-46.