

生物保鲜剂对冷藏条件下海湾扇贝品质变化与生物胺相关性的研究

齐凤生¹, 张浩杰¹, 刘红英¹, 王颀²

(1. 河北农业大学海洋学院, 河北秦皇岛 066000) (2. 河北农业大学食品科技学院, 河北保定 071000)

摘要: 将海湾扇贝(*Argopecten irradians*)经生物保鲜剂处理后在4℃和0~-1.6℃条件下贮藏, 通过研究其在贮藏过程中感官品质、菌落总数、挥发性盐基氮、K值以及生物胺等指标的变化, 以探求海湾扇贝的生物胺与腐败指标之间的相关性。结果表明: 随着贮藏时间的延长, 海湾扇贝的菌落总数、TVB-N、K值均呈现上升趋势, 但低温贮藏和经保鲜剂处理后的样品各指标上升速率减缓; 同时低温和生物保鲜剂均可抑制7种生物胺的产生, 其中对腐胺和尸胺抑制效果显著($P < 0.05$), 对其余五种生物胺抑制效果不显著($P > 0.05$)。海湾扇贝在冷藏过程中变化最显著的生物胺是腐胺和尸胺, 且腐胺和尸胺与其他评价指标在0.05水平上显著相关, 因此, 尸胺和腐胺可作为海湾扇贝品质判定的指标, 其含量变化可客观反映海湾扇贝的腐败变质进程。

关键词: 海湾扇贝; 生物保鲜剂; 冷藏; 品质变化; 生物胺; 相关性

文章编号: 1673-9078(2015)7-167-172

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.7.027

Effect of Biological Preservatives on Quality and Changes in Biogenic Amines in *Argopecten irradians* during Chilled Storage

QI Feng-sheng¹, ZHANG Hao-jie¹, LIU Hong-ying¹, WANG Jie²

(1. Ocean College of Hebei Agricultural University, Qinhuangdao 066000, China)

(2. College of Food Science and Technology, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China)

Abstract: *Argopecten irradians* was stored at 4℃ and 0℃ to -1.6℃ after pre-treatment with biological preservatives. Possible correlation between biogenic amines and decay index was investigated in terms of sensory quality, total bacteria counts (TBC), total volatile basic nitrogen (T-VBN), K value, and content of seven biogenic amines. The results showed that with the extension of storage time, TBC, T-VBN and K values increased, but the samples stored at low temperature and treated with preservatives showed slower rates of increase. In addition, low temperatures and biological preservatives prevented the production of seven kinds of biogenic amines. In these samples, the inhibitory effect on putrescine and cadaverine was significant ($p < 0.05$), while that on the remaining five kinds of biogenic amines was not significant ($p > 0.05$). Variations in putrescine and cadaverine were the most significant in *Argopecten irradians* stored under chilled conditions. Moreover, putrescine and cadaverine significantly correlated with other evaluation indicators at the 0.05 significance level. Cadaverine and putrescine were indicators of the spoilage process, and therefore, can be used as quality indicators for *Argopecten irradians*.

Key words: *Argopecten irradians*; biological preservative; chilled storage; quality changes; biogenic amines; correlation

生物胺是一类具有生物活性的低分子量有机含氮化合物, 广泛存在于富含蛋白质和氨基酸的水产品、肉制品、干酪、酒类等食品中。食品中的生物胺除了天然胺类, 主要由微生物产生脱羧酶催化氨基酸脱羧作用生成。微量的生物胺是生物体内的正常活性成分, 在生物活细胞中具有重要的生理功能^[1], 但过量时有

收稿日期: 2014-10-22

基金项目: 海洋公益性行业科研专项经费项目 (201205031)

作者简介: 齐凤生 (1963-), 硕士, 副教授, 从事水产品加工与贮藏方面教学与科研工作

通讯作者: 刘红英教授, 王颀教授

可能引起中毒, 甚至危及生命^[2]。正是由于生物胺的潜在毒性, 目前有关水产品中生物胺的研究已成为热点问题, 中外许多专家学者研究了水产品贮藏过程中生物胺的变化以及周围环境对生物胺的影响^[3-8]。

海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 是主要的海产经济贝类之一, 其味道鲜美、营养价值高, 是广大消费者所喜爱的海洋食品之一, 也是我国出口创汇的重要品种之一。但海湾扇贝死后由于其体内酶的作用和微生物的生长繁殖, 导致其鲜度迅速下降, 为了抑制内源酶的作用和微生物的生长繁殖, 尽可能长时间地保持其鲜度, 目前一些学者已对海湾扇贝贮藏过程中的

品质变化进行了研究^[9,10], 但关于其品质变化与生物胺的相关性尚未见报道。此外, 加工和贮藏环境条件是影响生物胺变化的重要因素, 有学者研究了 pH、盐度及包装等环境条件对生物胺的影响^[11], 但有关复合生物保鲜剂对海湾扇贝生物胺的影响还未见有相关报道。因此笔者试验以感官评价、菌落总数、挥发性盐基氮(TVB-N)、K 值以及生物胺为指标, 对海湾扇贝冷藏过程的品质变化与生物胺的相关性及经复合生物保鲜剂处理后生物胺的变化进行研究, 从而探索贮藏温度及复合生物保鲜剂对生物胺的影响以及这几种生物胺作为海湾扇贝品质监测指标的可行性。

1 材料与方法

1.1 材料试剂与仪器

鲜活海湾扇贝, 购自秦皇岛市水产品批发市场; 包装材料, 聚偏氯乙烯真空包装袋。

主要试剂: 三氯乙酸、硼酸、碳酸钾、盐酸、高氯酸等均为分析纯; 平板计数琼脂培养, 北京陆桥技术有限责任公司; 乙腈(色谱纯)、甲醇(色谱纯), 吉林市融信化工有限公司; ATP 关联物标准品 ATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hx 以及生物胺标准品色胺(Try)、酪胺(Tyr)、组胺(His)、腐胺(Put)、尸胺(Cad)、亚精胺(Spd)、精胺(Spe)和内标(IS, 1,6-二氨基己烷)均购自 Sigma 公司。三甲胺盐酸盐(AR): 西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司。茶多酚、羧甲基壳聚糖、蜂胶溶液均为食品级。

酸度计 PHS-3C, 上海精密科学仪器有限公司; 组织捣碎机, 江苏金坛市亿通电子有限公司; 生物培养箱(YLD-6000), 江苏定坛市宏华仪器厂; 无菌操作台 SW-CJ-2F, 苏州安泰空气技术有限公司; 冷冻离心机, sigma 公司; 高效液相色谱仪, 北京东西电子有限公司。紫外可见分光光度计 UV-1700PharmaSpec 型, 日本岛津。数显温度计 RS2222, 天津今明公司产品。

1.2 试验方法

鲜活带壳海湾扇贝用水冲洗后立即开壳取肉, 用生理盐水清洗贝柱, 随机分组。将分组后的样品分别在复合生物保鲜剂^[11]中浸泡 10 min, 取出室温下快速沥干后, 立刻装入无菌保鲜袋中, 置于 4 °C 和 0 °C~-1.6 °C (冰温) 下贮藏。用生理盐水处理的样品作空白对照, 定时测定每组样品的生物胺及其相关品质指标, 每组样品平行测定 3 次。

A 组为对照组, 4 °C 贮藏; B 组为复合生物保鲜

剂处理后 4 °C 贮藏; C 组为对照组, 冰温贮藏; D 组为复合生物保鲜剂处理后冰温贮藏。

1.3 测定方法

1.3.1 菌落总数的测定

按照 GB/T 4789.2-2010《食品卫生微生物学检验: 菌落总数测定》进行测定。

1.3.2 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定

参照国家标准 GB/T5009.44-2003 进行测定。

1.3.3 感官指标测定

感官评分标准参照^[10], 由 6 人组成感官评定小组, 对海湾扇贝的组织形态、体表色泽、弹性和气味 4 方面进行综合评分, 总分值在 20 分(极新鲜)和 4 分(完全腐败)之间, 12 分以下表明样品已不可食用。

1.3.4 K 值的测定

取匀浆后的海湾扇贝肉组织 1.0 g 加入 2 mL 预冷过的 10% 的 PCA (高氯酸) 中, 用玻璃棒搅匀后在 (0~4) °C 条件下离心(5000 r/min)15 min, 收集上清液, 沉淀部分再用 2 mL 5% 的 PCA 抽提并离心, 合并上清液, 先后用 10 mol/L KOH 和 1 mol/L KOH 将其中和至 pH 6.4~6.8, 定容至 10 mL, 通过孔径为 0.22 μm 的滤膜, 滤液于 -80 °C 保存, 待测。

检测条件: 色谱柱: C-18 (4.60 mm×250 mm, 5 μm Catalog No: U35D5.S/N: 9A7U73.); 流动相: pH 6.8 的 0.05 mol/L 磷酸盐缓冲液 (K₂HPO₄, KH₂PO₄); 检测波长: 254 nm; 流速: 1.0 mL/min; 进样量: 10 μL。

计算公式:

$$K(\%) = \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} \times 100\%$$

1.3.5 生物胺测定

参照 Kim 等^[12]方法略作修改取 5.0 g 混合均匀肉样放入离心管, 加入 0.6 mol/L 高氯酸 15 mL 及 100 μL 1000 mg/kg 的内标, 匀浆后 10000 r/min 于 4 °C 离心 15 min, 取上清液; 重复操作 1 次, 合并 2 次上清液, 用 2 mol/L 氢氧化钠溶液调 pH 值至约 9.5 左右, 定容至 25 mL 棕色容量瓶中。

取 1000 μL 样液, 依次加入 500 μL 饱和碳酸氢钠溶液和 10 g/L 丹磺酰氯衍生剂 1000 μL (丙酮配制), 于 45 °C 避光反应 55 min。反应结束后加入 250 μL 浓氨水, 静置 30 min, 用乙腈定容至 7.5 mL, 混合均匀, 样液经过 0.45 μm 滤膜过滤, 滤液直接测定或于 -20 °C 贮存。

检测条件: 色谱柱: C-18 (4.60 mm×250 mm, 5 μm Catalog No: U35D5.S/N:9A7U73.); 流动相: 0.1% 冰乙酸水溶液和乙腈; 柱温: 30 °C; 流速: 1.0 mL/min;

进样量: 10 μL; 检测波长 245 nm。

在相同条件下测定色胺、酪胺、组胺、腐胺、尸胺、亚精胺、精胺等 7 种单标及混合标准液的种类和浓度, 通过比较样品和标准品的保留时间与峰面积计算各生物胺的含量。

1.4 数据处理

采用 Excel 进行绘图, 利用 SPSS 17.0 软件进行相关性分析。P<0.01 时为极显著差异, P<0.05 时为显著性差异, P>0.05 时差异不显著。

2 结果与分析

2.1 菌落总数的变化

不同条件下贮藏海湾扇贝菌落总数的变化如图 2 所示, 初始菌落总数为 4.49 lgCFU/g, 在贮藏的第 1 d 内, 各组菌落总数都有所下降, 随后四组海湾扇贝肉菌落总数均呈增长趋势, 而且贮藏时间和贮藏温度对菌落总数的增长影响差异性显著 (P<0.05)。A 组的增长速度明显快于复合保鲜剂处理的 B 组 (P<0.05), 冰温贮藏的 D 组微生物生长速度缓慢, 第 13 d 时菌落总数为 6.04 lg CFU/g, 相同温度下的 C 组 (对照组) 第 9 d 时其菌落总数为 5.92 lg CFU/g, 接近二级鲜度标准, 两组差异显著 (P<0.05); B 组和 C 组开始阶段无差异 (P>0.05)。因此复合保鲜剂能有效地抑制微生物的生长繁殖, 延缓海湾扇贝的腐败变质。

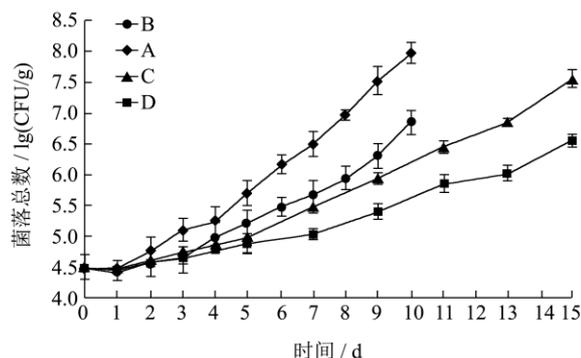


图 1 海湾扇贝贮藏过程菌落总数的变化

Fig.1 Changes in TBC during storage

2.2 不同条件下海湾扇贝肉的感官评分、

TVB-N 值和 K 值的变化

在冷藏过程中, 海湾扇贝的感官分值随着贮藏时间的延长而逐渐下降 (图 2)。在贮藏的前 3 d 内, 冷藏和冰藏的感官分值无明显差异 (P>0.05), 且感官分值在 16 分以上。第 4 d 后, A 组感官分值迅速下降,

但冰温贮藏的 C 组感官分值仍明显高于 A 组贮藏 (P<0.05)。A 组贮藏到第 6 d 的感官分值已经低于 12 分, 而冰藏到第 10 d 左右的感官分值才低于 12 分。用保鲜剂处理的海湾扇贝在贮藏过程中, 其感官分值始终高于相应对照组, 效果显著 (P<0.05)。

挥发性盐基氮(T-VBN)是由于在水产品腐败过程中酶和微生物对其作用, 使蛋白质分解产生氮以及胺类等挥发性的碱性含氮物质。国家标准规定的海水贝类 T-VBN 值≤15 mg/100 g。如图 3 所示, 海湾扇贝初始的 T-VBN 为 4.94 mg/100 g, 随贮藏时间的延长而增加。贮藏前期各组的 T-VBN 无明显差别 (P>0.05), 第 4、5 d 后, A 组样品开始迅速增加, 而冰温贮藏到第 9 d T-VBN 达到 14.85 mg/100 g, 接近国家标准, 复合保鲜剂处理 D 组第 15 d 增长至 15.45 mg/100 g, 在整个贮藏过程中变化缓慢, 保鲜时间延长了 5~6 d。

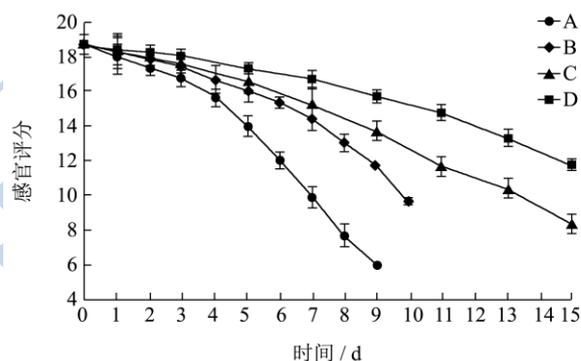


图 2 海湾扇贝贮藏过程感官评分的变化

Fig.2 Changes in sensory evaluation results during storage

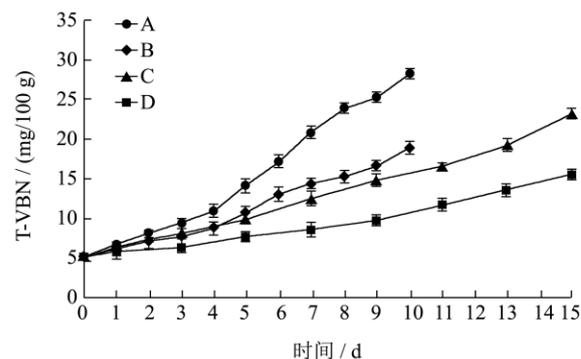


图 3 海湾扇贝贮藏过程挥发性盐基氮的变化

Fig.3 Changes in T-VBN during storage

海湾扇贝贮藏过程中 K 值如图 4 所示, 新鲜海湾扇贝初始 K 值为 0.24%, 各组样品的 K 值随着贮藏时间的延长, 均呈上升趋势, 贮藏时间与复合保鲜剂对海湾扇贝 K 值的变化影响极显著 (P<0.01)。A 组贮藏到第 3 d K 值达到了 21.87%, 复合组的保鲜时间比对照组延长了 2 d。冰温条件下贮藏海湾扇贝的 K 值上升速度减缓, 对照组在贮藏第 7 d 的 K 值超过 20%,

第 11 d 超过了 40% 的二级鲜度界限, 保鲜剂处理的 D 组贮藏到第 15 d 的 K 值为 47.30%。

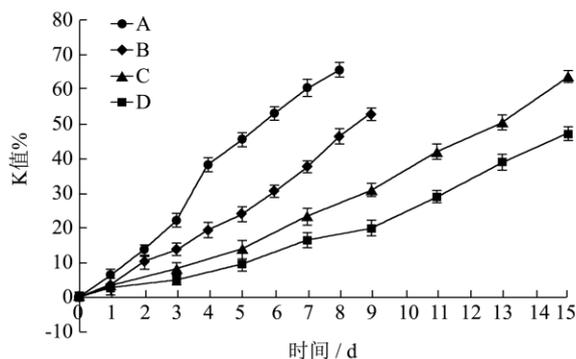


图 4 海湾扇贝贮藏过程 K 值的变化

Fig.4 Changes in K value during storage

2.3 不同温度条件下海湾扇贝中生物胺的变化

在新鲜水产品中, 生物胺的含量很低, 但随着贮藏时间的延长, 在微生物的作用下生物胺含量不断增加, 生物胺的生成与微生物腐败关系密切, 因此有学者提出生物胺可作为水产品质量与安全的指标^[13]。

从表 1 可见, 在海湾扇贝样品初始含量中, Spe 和 Spd 含量较高, 分别为 (8.46±0.96 mg/kg) 和 (3.23±0.56 mg/kg), 这可能与精氨酸在海湾扇贝中

普遍含量较高^[14]有关, 但在不同的贮藏温度条件下, 这两种生物胺的含量均发生不同程度的降低。精胺和亚精胺的变化与贮藏时间没有良好相关性。而在扇贝的贮藏过程中, Tyr、His 和 Try 变化则呈现轻微波动, 这与徐杰等^[5]报道的凡纳滨对虾中生物的变化趋势大致相同。

在新鲜海湾扇贝中, 7 种生物胺中 Cad 和 Put 是含量变化最显著的生物胺, A 组贮藏, Cad 和 Put 的含量从第 0 d 低于 2 mg/kg, 到第 10 d 分别高于 80 mg/kg 和 45 mg/kg, Cad 和 Put 的含量分别从第 6 d 和第 4 d 开始迅速增加。冰温贮藏, Cad 的含量从第 4 d (3.73±0.26 mg/kg) 迅速增加, 第 14 d 达到 (53.37±3.16 mg/kg); 而 Put 的含量从第 6 d (较 4 °C 贮藏推迟 2 d) (7.41±0.35 mg/kg) 迅速增加, 第 14 d 达到 38.15±2.08 mg/kg, A 组 Cad 和 Put 含量的增加速率明显大于冰温组 (P<0.05)。经生物保鲜剂处理 B 组和 D 组与相对应的未经保鲜剂处理的 A 组和 C 组相比有显著差异 (P<0.05), 这可能与生物保鲜剂抑制了产生物胺菌的生长有关。

从整个贮藏过程 7 种生物胺的变化情况来看, 腐胺和尸胺的变化起着主导作用, 为主要生物胺。

2.4 生物胺与其他品质指标的相关性分析

生物胺和其他品质指标的总体相关性见表 2。

表 1 海湾扇贝不同贮藏条件下生物胺含量的变化

Table 1 Changes in content of biogenic amines in *Argopecten irradians* during storage under different conditions

贮藏条件	贮藏时间 /d	生物胺含量/(mg/kg)						
		Sad	Try	Cad	Spe	His	Tyr	Put
A 组	0	3.23±0.56	0.71±0.17	0.45±0.06	8.46±0.96	0.48±0.04	0.97±0.14	0.48±0.18
	2	3.45±0.08	1.75±0.13	2.51±0.11	8.13±0.43	0.75±0.07	0.45±0.12	0.75±0.12
	4	2.78±0.17	7.72±0.19	5.62±0.26	7.41±0.61	0.69±0.05	0.64±0.09	10.87±0.24
	6	1.79±0.24	3.17±0.34	14.21±0.38	5.48±0.24	0.65±0.11	0.61±0.07	21.29±0.86
	8	1.98±0.16	2.57±0.16	42.83±1.64	7.12±0.18	2.58±0.09	2.02±0.13	33.74±0.67
	10	1.83±0.06	5.24±0.21	81.63±2.58	5.68±0.27	1.14±0.14	1.91±0.08	47.43±2.35
B 组	0	3.23±0.56	0.71±0.17	0.45±0.06	8.46±0.96	0.48±0.04	0.97±0.14	0.48±0.18
	2	1.92±0.21	0.74±0.14	1.82±0.07	7.49±0.37	0.41±0.08	0.19±0.05	0.62±0.12
	4	1.87±0.16	6.72±0.09	3.51±0.26	6.51±0.41	0.49±0.06	0.50±0.06	8.61±0.36
	6	1.43±0.08	4.47±0.13	9.35±0.92	5.82±0.16	0.41±0.05	0.35±0.07	12.78±0.97
	8	0.84±0.06	5.88±0.22	31.58±2.53	4.26±0.08	0.19±0.07	0.23±0.08	25.39±1.53
	10	1.36±0.09	5.04±0.28	50.72±1.48	3.87±0.24	0.89±0.11	0.68±0.10	36.69±2.18
C 组	0	3.23±0.56	0.71±0.17	0.45±0.06	8.46±0.96	0.48±0.04	0.97±0.14	0.48±0.18
	2	2.03±0.24	0.75±0.05	0.75±0.08	7.39±0.42	0.75±0.07	0.45±0.06	2.37±0.26
	4	1.48±0.95	3.49±0.24	3.73±0.26	4.71±0.25	0.86±0.11	0.69±0.08	2.85±0.19
	6	1.44±0.23	0.86±0.12	7.78±0.64	2.86±0.13	0.68±0.05	0.64±0.07	7.41±0.35

转下页

接上页

	8	1.04±0.35	1.89±0.26	9.98±0.76	4.02±0.17	2.27±0.42	2.07±0.16	12.38±1.31
	10	1.12±0.51	3.05±0.16	15.44±1.24	3.28±0.87	0.35±0.06	0.61±0.06	17.81±1.67
	12	0.91±0.23	2.55±0.23	32.98±2.72	5.71±0.76	2.58±0.37	2.02±0.21	26.96±2.34
	14	0.56±0.39	2.28±0.34	53.37±3.16	3.38±0.66	1.13±0.31	4.91±0.37	38.15±2.08
	0	3.23±0.56	0.71±0.17	0.45±0.06	8.46±0.96	0.48±0.04	0.97±0.14	0.48±0.18
	2	1.78±0.34	2.01±0.27	1.52±0.25	5.19±0.64	0.63±0.12	0.45±0.11	2.23±0.09
	4	1.87±0.15	0.71±0.14	1.29±0.19	3.27±0.36	0.49±0.08	0.44±0.09	2.34±1.06
D 组	6	1.74±0.21	0.74±0.08	3.05±0.24	2.05±0.27	0.44±0.06	0.19±0.05	3.89±0.48
	8	1.03±0.14	1.72±0.13	6.58±0.37	2.79±0.38	0.49±0.11	0.51±0.07	8.78±0.37
	10	1.01±0.25	2.47±0.28	10.65±0.61	2.77±0.42	0.42±0.05	0.35±0.08	13.02±0.76
	12	0.87±0.13	0.88±0.11	25.36±0.52	4.17±0.73	0.19±0.04	0.22±0.05	17.28±0.94
	14	0.49±0.26	2.04±0.24	34.72±1.94	2.66±0.35	0.78±0.07	1.01±0.14	23.13±1.03

表 2 海湾扇贝冷藏过程中生物胺和其他品质指标的相关性

Table 2 Correlation between biogenic amine content and other indicators of *Argopecten irradians* during chilled storage

		生物胺						
		Cad	Put	Sad	Try	Spe	His	Tyr
菌落总数	A 组	0.952**	0.997**	-0.881*	0.320	-0.790	0.541	0.848*
	B 组	0.968**	0.994**	-0.703	0.609	-0.949**	-0.931**	-0.689
	C 组	0.895**	0.950**	0.256	0.483	-0.481	0.444	0.756
	D 组	0.829*	0.816*	-0.518	0.184	-0.829*	-0.631	-0.910**
TVBN	A 组	0.876*	0.971**	-0.915*	0.415	-0.835*	0.545	0.730
	B 组	0.932**	0.974**	0.974**	0.638	-0.977**	-0.901*	-0.752
	C 组	0.909**	0.965**	0.021	0.463	-0.640	0.456	0.734
	D 组	0.957**	0.987**	-0.111	0.340	-0.546	-0.913**	-0.779
感官分值	A 组	-0.929**	-0.992**	0.890*	-0.370	0.800	-0.561	-0.807
	B 组	-0.979**	-0.995**	0.713	-0.599	0.951**	0.958**	0.721
	C 组	-0.947**	-0.987**	-0.104	-0.476	0.528	-0.475	-0.772
	D 组	-0.962**	-0.995**	0.074	-0.405	0.506	0.914**	0.748
K 值	A 组	0.934**	0.994**	-0.888*	0.359	-0.798	0.557	0.816*
	B 组	0.930**	0.986**	-0.916*	0.741	-0.994**	-0.846	-0.611
	C 组	0.953**	0.987**	0.056	0.460	-0.585	0.459	0.788
	D 组	0.943**	0.984**	-0.089	0.393	-0.575	-0.904**	-0.783

注: *. 差异显著($P < 0.05$); **. 差异极显著($P < 0.01$).

本文选用 person 积差相关系数进行分析。由表 2 可以看出, person 积差相关系数可以清楚地用来评价腐败过程中菌落总数、T-VBN 值、感官分值、K 值和生物胺之间的相关关系。组胺、精胺、色胺、酪胺、亚精胺与其他品质指标没有表现出相关性, 故这五种生物胺不宜用作海湾扇贝的质量监控指标。海湾扇贝在不同条件下贮藏时, 其菌落总数、T-VBN 值、感官分值、K 值等指标与尸胺、腐胺之间有显著相关性, 除海湾扇贝经保鲜剂处理贮藏于冰温条件下菌落总数与尸胺、腐胺之间在 0.05 水平上显著相关($P < 0.05$)外,

其他条件下尸胺、腐胺与菌落总数、TVBN 值、感官分值、K 值在 0.01 水平上显著相关($P < 0.01$), 说明这两种生物胺在海湾扇贝贮藏中是重要的指标。虽然腐胺和尸胺在新鲜海湾扇贝中含量不是很高, 分别为 $(0.48 \pm 0.18) \text{ mg/kg}$ 、 $(0.45 \pm 0.06) \text{ mg/kg}$, 却同时与菌落总数、T-VBN 值、感官分值、K 值显著相关, 因此菌落总数、TVBN 值、感官分值、K 值、腐胺和尸胺这些指标之间有密不可分的关系。保鲜剂处理后腐胺和尸胺的质量分数有所降低, 且差异显著 ($P < 0.05$), 可见保鲜剂处理对于海湾扇贝中的腐胺和尸胺有显著

的破坏作用。

3 结论

3.1 海湾扇贝在贮藏过程中感官品质随着时间的延长而下降, TVB-N、菌落总数、K值呈现明显的上升趋势, 并且冰温贮藏时各指标的变化速率小于4℃冷藏。生物保鲜剂处理后海湾扇贝与未经处理直接贮藏的各指标的变化速率减缓。

3.2 低温贮藏是控制海湾扇贝产生生物胺的有效措施, 在冷藏加工过程中变化最显著的生物胺是腐胺和尸胺, 腐胺和尸胺与海湾扇贝的感官分值、TVB-N、菌落总数、K值等评价指标有着较好的相关性, 可作为评判海湾扇贝冷藏和冰温贮藏时品质的参考指标。

3.3 生物保鲜剂对海湾扇贝中7种生物胺的含量变化有影响, 其中对腐胺和尸胺影响显著, 对其他五种生物胺的影响不显著, 生物保鲜剂能明显延缓且抑制腐胺和尸胺的产生, 减少其在海湾扇贝中的含量。

参考文献

- [1] Shalaby A R. Significance of biogenic amines to food safety and human health [J]. Food Research International, 1996, 29(7): 675-690
- [2] Hallstand K. Histamine in cancer immunotherapy: a preclinical background [J]. Seminars in Oncology, 2002, 29(3): 35-40
- [3] 刘寿春, 钟赛意, 马长伟, 等. 以生物胺变化评价冷藏罗非鱼片腐败进程[J]. 农业工程学报, 2012, 28(14): 277-282
LIU Shou-chun, ZHONG Sai-yi, MA Chang-wei, et al. Assessment of spoilage progress for chilled tilapia fillets according to biogenic amines changes [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(14): 277-282
- [4] 包玉龙, 汪之颖, 李凯风, 等. 冷藏和冰藏条件下鲫鱼生物胺及相关品质变化的研究[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(3): 157-162
BAO Yu-lomh, WANG Zhi-ying, LI Kai-feng, et al. Study on the biogenic amines and quality changes of crucian carp (*Carassius auratus*) stored at chill temperature(4℃) and ice(0℃) [J]. Journal of China Agricultural University, 2013, 18(3): 157-162
- [5] 徐杰, 薛长湖, 赵庆喜, 等. 贮藏过程中凡纳滨对虾生物胺的变化[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(4): 105-108
XU Jie, XUE Chang-hu, ZHAO Qing-xi, et al. Changes of biogenic amines in *Litopenaeus vannamei* during storage Marine [J]. Fisheries Research, 2007, 28(4): 105-108
- [6] Kima M K, Mah J H, Hwang J H. Biogenic amine formation and bacterial contribution in fish, squid and shellfish [J]. Food Chem, 2009, 116(1): 87-95
- [7] Yassoralipour A, Bakar J, Rahman R A, et al. Biogenic amines formation in barramundi (*Lates calcarifer*) fillets at 8℃ kept in modified atmosphere packaging with varied CO₂ concentration [J]. LWT-Food Science and Technology, 2012, 48(1): 142-146
- [8] Bakar J, Yassoralipour A, Bakar F A, et al. Biogenic amine changes in barramundi (*Lates calcarifer*) slices stored at 0℃ and 4℃ [J]. Food Chem., 2010, 119(2): 467-470
- [9] 吴雪丽, 申亮, 刘红英. 复合生物保鲜剂对扇贝冷藏保鲜的作用[J]. 核农学报, 2014, 28(2): 278-284
WU Xue-li, SHEN Liang, LIU Hong-ying. Preservation Effect of Composite Biological Preservative on Refrigerated Scallops [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2014, 28(2): 278-284
- [10] 齐凤生, 刘红英, 王颀. 复合生物保鲜剂结合气调包装对海湾扇贝柱冷藏保鲜效果的研究[J]. 现代食品科技, 2014, 30(7): 154-160
QI Feng-sheng, LIU Hong-ying, WANG Jie. Effects of Compound Biological Preservative Combined with Modified Atmosphere Packaging on Fresh-keeping of *Argopectens irradians* in Cold Storage [J]. Modern Food Science and Technology, 2014, 30(7): 154-160
- [11] Krizek M, Vacha F, Vorlova L, et al. Biogenic amines in vacuum-packed and non-vacuum-packed flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures [J]. Food Chem., 2004, 88(2): 185-191
- [12] Kim J Y, Kim D, Park P, et al. Effects of storage temperature and time on the biogenic amine content and microflora in Korean turbid rice wine, Makgeolli [J]. Food Chemistry, 2011, 128(1): 87-92
- [13] Özogul F, Özogul Y, Kuley E. Nucleotide degradation and biogenic amine formation of wild white grouper (*Epinephelus aeneus*) stored in ice and at chill temperature (4℃) [J]. Food Chem., 2008, 108(3): 933-941
- [14] 李伟青, 王颀, 孙剑锋, 等. 海湾扇贝营养成分分析及评价[J]. 营养学报, 2011, 33(6): 630-632
LI Wei-qing, WANG Jie, SUN Jian-feng, et al. The Nutrients Analysis and Evaluation of *Argopectens irradians* [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2011, 33 (6): 630-632