

北太平洋鱿鱼低温贮藏中的品质变化与货架期

沈萍^{1,2}, 李学英^{1,*}, 杨宪时¹, 迟海¹, 黄洪亮¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;

2. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要:以感官、色差、质构、总挥发性盐基氮(TVB-N)和微生物为指标,研究了北太平洋鱿鱼在0(冰藏)、5、10、15 °C贮藏过程中的品质变化和货架期,并探讨了各指标的一致性程度。结果表明,在0、5、10、15 °C贮藏过程中,北太平洋鱿鱼的高品质期终点分别为360、239、96、47 h,货架期终点分别为525、286、147、86 h;不同温度贮藏过程中, a^* 值无显著差异($p>0.05$), L^* 值、 b^* 值均呈现上升趋势,剪切力与咀嚼性均先增加后降低。各温度高品质期终点和货架期终点时TVB-N均值分别为(17.15±0.31)、(30.06±0.92) mg/100g,菌落总数(TVC)分别为(5.89±0.40)、(8.33±0.30) lg(CFU/g),嗜冷菌数分别为(5.61±0.5)、(8.36±0.23) lg(CFU/g),假单胞菌数分别为(5.23±1)、(7.58±0.57) lg(CFU/g);相关性分析表明,TVB-N、TVC、嗜冷菌数和假单胞菌数作为北太平洋鱿鱼低温贮藏中的品质变化指标与感官评分有较好的一致性($|r|>0.9$)。

关键词:鱿鱼,低温贮藏,品质变化,货架期

Changes in quality and shelf life of the north pacific squid during low temperature storage

SHEN Ping^{1,2}, LI Xue-ying^{1,*}, YANG Xian-shi¹, CHI Hai¹, HUANG Hong-liang¹

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;

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

Abstract: The quality change and shelf life of squid stored at 0, 5, 10, 15 °C were investigated by sensory, color, texture, TVB-N and microbiological method (TVC, *Psychrobacteria*, *Pseudomonas*). And also the correlations among these indicators were discussed. The north pacific squid samples stored aerobically at 0, 5, 10, 15 °C showed high quality within 360, 239, 96, 47 h, respectively, and shelf lives of 525, 286, 147, 86 h. During storage in different temperatures, a^* value was not notable, L^* value and b^* value were showed increasing trend, maximum shear force and chewiness were increased first and then decreased. Averagely, TVB-N, at the ends of better-quality periods and shelf lives at the above storage temperatures were (17.15±0.31), (30.06±0.92) mg/100g, TVC (5.89±0.40), (8.33±0.30) lg(CFU/g), *Psychrobacteria* (5.61±0.5), (8.36±0.23) lg(CFU/g), *Pseudomonas* (5.23±1), (7.58±0.57) lg(CFU/g), respectively. According to the correlation analysis, TVB-N, TVC and *Pseudomonas* as quality indicators of the north pacific squid in low temperature storage had a good consistency with sensory evaluation, the correlation between *Psychrobacteria* and *Pseudomonas* was significant ($|r|>0.9$).

Key words: squid; low temperature storage; quality change; shelf life

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)16-0343-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.16.061

鱿鱼属软体动物门头足纲枪乌贼科,是头足类海洋动物中枪乌贼和柔鱼的俗称,约有50种。目前,鱿鱼加工的品种主要有北太平洋鱿鱼(*Todarodes pacificus*)、阿根廷鱿鱼(*Illes argentinus*)、新西兰鱿鱼

(*Nototodaras sloani*)等。本实验选用的北太平洋鱿鱼是主要的鱿鱼加工品种之一,其年加工量在15~30万吨之间。在中国和日本,北太平洋鱿鱼的加工量尤其多。鱿鱼胴体的含脂量较低,主要成分是磷脂,为高

收稿日期: 2014-10-20

作者简介: 沈萍(1988-),女,硕士研究生,主要从事水产品加工与质量安全控制方面的研究, E-mail: 972716838@qq.com。

* 通讯作者: 李学英(1983-),女,硕士,助理研究员,主要从事水产品贮藏加工和品质保障技术方面的研究, E-mail: 531386897@qq.com。

基金项目: 国家863计划(2012AA092303);上海市农业科技成果转化项目[沪农科转字(2015)第2-1号];农业部948计划(2011-Z12)。

度不饱和脂肪,有很强的生理功能。蛋白质含量高,必需氨基酸组成接近全蛋白,同时含有丰富的维生素及矿物质,因其在外国有被加工成类似鲍鱼的罐头出售,而被冠以“穷人的鲍鱼”的美称^[1]。近年来,我国相继开展了罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)^[2]、大黄鱼(*Pseudosciaenacrocea*)^[3]、鲤鱼(*Cyprinus carpio*)^[4]等冷藏中鲜度变化和货架期的研究,而对鱿鱼,尤其是低温贮藏条件下品质变化及特定腐败菌生长动力学模型的研究工作甚少,这一研究对于鱿鱼的实际加工、运输及销售环境来说具有很大实用意义。

本实验以感官评价、色泽、质构、菌落总数(Total Viable Counts, TVC)、嗜冷菌(*Psychrobacter*)数量、假单胞菌(*Pseudomonas*)数量、挥发性盐基氮(Total volatile Base Nitrogen, TVB-N)为指标,对北太平洋鱿鱼在0、5、10、15℃贮藏过程中的感官、理化和微生物指标进行定量研究,主要侧重于微生物指标和新型的质构特性等方面的研究,以探讨和分析不同贮藏温度下北太平洋鱿鱼品质变化与货架期及各指标的一致性,旨在为鱿鱼特定腐败菌生长动力学模型以及优化鱿鱼冷藏链提供基础数据。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

样品 2013年9月在经纬度为42°55′、155°42′的公海区域捕捞的北太平洋鱿鱼。船上冻结后经-20℃贮藏运输至实验室,-80℃贮藏备用;营养琼脂 假单胞菌专用培养基,北京陆桥技术有限责任公司;HCl标准液 购于上海市计量测试技术研究院;氯化钠、硼酸、氧化镁(轻质)、次甲基蓝、甲基红 均购于国药集团化学试剂有限公司,分析纯。

S560型色差仪 Microptix Corporation,美国;TMS-Pro型质构仪 Food Technology Corporation,美国;JYL-350型绞肉机 上海九阳股份有限公司;MPR-414F型冰箱 Sanyo,日本;IUL型均质机 西班牙;5810R型高速冷冻离心机 Eppendorf,德国;Sanyo-MR153、253、553高精度培养箱 日本;SEX-TJ系列净化工作台 上海整新电子设备;半微量定氮仪 上海国药集团化学试剂有限公司;JY12001电子天平 上海精天电子仪器厂;YXQ-LS-50SII型全自动立式压力蒸汽灭菌器 上海博讯实业有限公司医疗设备厂。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理 将样品从-80℃冰箱取出,室温解冻,去皮去内脏,只保留胴体部分,将鱼肉切成所需

重量的小块,分装在各个保鲜袋中,每袋正好用于一次实验,于不同温度下贮藏。

1.2.2 贮藏实验 将各个小袋装的鱿鱼(有氧包装)放入高精度低温培养箱中,并将贮藏温度分别控制为(5±0.1)、(10±0.1)、(15±0.1)℃,其中0℃贮藏鱿鱼是按层层层鱼装入带有滴水孔的塑料泡沫箱内,再置于(5±0.1)℃培养箱中,并适时加冰,即为0℃贮藏(冰藏)。根据预实验的分析,每隔适当时间(按不同贮藏温度下的腐败速率进行调整,如15℃大致每隔6h,后期按照腐败速率增加频率)随机抽取样品,进行感官评定和质构实验;用绞肉机绞碎,称取适量(依据文中各指标标准)进行理化指标测定和微生物计数。

1.2.3 感官评价 由6名经过训练的评价员组成感官评定小组,参照李莎等^[5]提出的感官评价标准,对鱿鱼的色泽、气味、体表粘液、肌肉弹性进行评价打分,20分为最好品质,12分为高品质期终点,4分为终点品质。感官评分标准见表1。

1.2.4 色泽测定 将样品绞碎,采用色差仪测定样品的L*、a*、b*值。其中,L*表示亮度,L*=0表示黑色,L*=100表示白色;a*值为正值时,其值越大,颜色越接近纯红色;a*为负值时,其绝对值越大,颜色越接近纯绿色;b*为正值时,其值越大,颜色越接近纯黄色;b*为负值时,其绝对值越大,颜色越接近纯蓝色。每组样品测定10次。

1.2.5 质构测定 将鱿鱼样品切成大小约20 mm×20 mm的方块,使用质构仪对试样进行TPA实验,采用P/5柱形探头,测试速度为60 mm/min,应变量为60%。同时,采用燕尾剪切探头对试样进行剪切实验,测试速度为60 mm/min,回程距离为25 mm。每组样品测定6次。

1.2.6 TVB-N的测定 称取10.0 g绞碎的样品于锥形瓶中,加入90 mL蒸馏水,用玻璃棒搅匀,浸渍30 min后,在5000 r/min条件下离心10 min,取上清液按半微量定氮法进行测定,每个样品做3个平行。TVB-N单位表示为mg/100g,即每100 g样品中所含TVB-N毫克数。

1.2.7 微生物计数 参照GB 4789.2-2010^[6]。在无菌室内操作,称取绞碎的25.0 g鱿鱼样品,放入无菌均质袋中,加入225 mL生理盐水,用拍击式均质器拍打1次,制成1:10的样品匀液,并将上述样品匀液依次进行10倍梯度稀释。为确保最终计数平板菌落数在30~300之间,参照预实验微生物的增长态势,选择2~

表1 鱿鱼的感官评价标准

Table 1 Criteria of sensory evaluation for squid

分值	色泽	气味	粘液	肌肉弹性
5	色泽正常,肌肉切面富有光泽	具有鱼特有的风味,无异味	无粘液,干净	肌肉坚实富有弹性,手指压后凹陷立即消失
4	色泽正常,肌肉切面有光泽	具有鱼特有的风味,无明显异味	稍有粘液,无腐烂	肌肉坚实有弹性,手指压后凹陷消失较慢
3	色泽稍暗淡,肌肉切面稍有光泽	略有鱼腥味	粘液较多,稍有腐烂	肌肉较有弹性,手指压后凹陷消失稍慢
2	色泽较暗淡,肌肉切面无光泽	有明显鱼腥味	粘液多,腐烂明显	肌肉稍有弹性,手指压后凹陷消失很慢
1	色泽暗淡,肌肉切面无光泽	有强烈腥臭味或氨味	粘液满溢,完全腐烂	肌肉无弹性,手指压后凹陷明显

3个适宜稀释度的样品匀液,吸取0.1 mL涂布于已制备好的无菌平板内,每个稀释度做2个平行平板。其中菌落总数和嗜冷菌数为营养琼脂培养基,假单胞菌是专用假单胞菌培养基;菌落总数和假单胞菌数是置于37 ℃培养48 h后计数,嗜冷菌数置于5 ℃培养72 h后计数。

1.3 数据处理

实验数据采用Microsoft Excel 2007进行统计分析,并采用平均数±标准差来表示。采用SPSS19.0进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 鱿鱼低温贮藏中感官评价的变化

从图1中可以看出,鱿鱼在0、5、10、15 ℃低温贮藏条件下,到高品质期终点的时间分别为360、239、96、47 h,即感官评分达到12分;达到货架期终点的时间分别为525、286、147、86 h,此时感官评分为4分。鱿鱼在不同温度贮藏的品质变化很大,0 ℃贮藏的货架期达到525 h,但是5 ℃和10 ℃的货架期仅为286 h和147 h。Ramirez-Suarez等^[7]报道的鱿鱼在冰藏中的货架期为360 h,这结果与本实验中鱿鱼0 ℃条件下货架期有一定差异,这可能与鱿鱼的捕捞时间、地点以及捕捞之后的加工处理方式有关。而Aubourg等^[8]研究养殖大菱鲆冰藏时高品质期为336 h,货架期为528 h,这结果与本实验鱿鱼冰藏中的结果反而差异不明显,这就说明鱼的品种可能对冰藏条件下的货架期影响不大,温度还是限制微生物生长的主导因素。

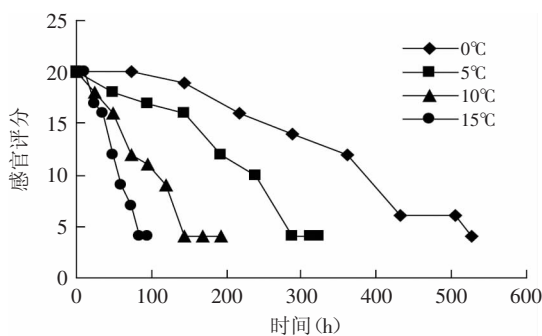


图1 鱿鱼低温贮藏中感官评价的变化
Fig.1 Sensory evaluation of squid during low temperature storage

2.2 鱿鱼低温贮藏中色泽的变化

采用色度学上CIE(国际照明委员会)推荐的LAB表色系统,对鱿鱼进行L*、a*、b*值测定,结果见表2。

由表2可知,不同贮藏温度下的L*值、b*值均呈现出增加的趋势,a*没有明显的趋势,数值较稳定,除了15 ℃贮藏时变化幅度较大,而L*表示亮度,+a*表示红,+b*表示黄,这说明随着贮藏时间的增加,鱿鱼色泽有变亮、变黄的趋势。本实验鱿鱼样品去皮后表面仍有一层薄膜进行保护,其被氧化速率较低,因此,红度变化小。而对于亮度的变化,据实验过程的观察,期间产生的粘液水分越来越多覆盖在表层膜

表2 不同贮藏温度中鱿鱼的L*、a*、b*值

Table 2 The value of L*, a*, b* of squid during low temperature storage

贮藏温度(℃)	时间	L*	a*	b*
0	初始点	58.29±0.93	-3.12±0.09	-4.48±0.19
	高品质期终点	65.57±0.19	-2.56±0.34	-1.57±0.39
	货架期终点	66.85±0.08	-2.31±0.06	1.74±0.12
5	初始点	58.87±0.48	-2.21±0.13	-4.37±0.07
	高品质期终点	64.49±0.34	-2.31±0.12	-3.49±1.30
	货架期终点	66.69±0.16	-2.78±0.14	0.57±0.25
10	初始点	59.56±0.83	-2.32±0.12	-4.44±0.32
	高品质期终点	64.27±0.64	-2.52±0.32	-3.47±0.26
	货架期终点	68.57±0.27	-3.47±0.26	2.52±0.29
15	初始点	60.86±1.04	-0.62±0.24	-3.29±0.70
	高品质期终点	68.01±1.06	-0.6±0.13	-2.55±0.83
	货架期终点	73.97±0.86	-0.12±0.26	-2.12±0.65

上产生镜面反射导致其亮度反而增加。至于黄度明显的增加趋势,这显然是由于褐变反应的发生^[9]。Rattana等^[10]报道中表明,去皮鱿鱼的a*值基本无变化,未去皮鱿鱼a*值随贮藏时间增加呈上升趋势,去皮和未去皮鱿鱼的b*值都随贮藏时间延长而增加,本实验结果与其研究结果一致。Juan等^[7]报道显示,鱿鱼的L*值无太大变化,虽然与本实验结果不一致,但是本实验也恰好在一定程度上反映了鱿鱼随时间延长,体表粘液增加,品质下降,与感官评价达到一致。

2.3 鱿鱼低温贮藏中的质构特性

一些质构参数可反应鱼类死后出现的僵硬、软化等变化,汪莉莎等^[11]TPA实验所得各项质地参数间相关性的研究表明:在其实验条件下,其硬度与内聚性、咀嚼性呈较好的正相关(相关系数R²均大于8%),且咀嚼性在数值上为硬度、凝聚性、弹性三者乘积,也就是说咀嚼性的增加或降低是硬度、弹性、内聚性等相关指标综合作用的结果。因此本实验选取咀嚼性来表示不同低温贮藏温度下鱿鱼的肉质变化情况。图2是鱿鱼在0、5、10、15 ℃贮藏时最大剪切力的变化情况,剪切力值是最常用的通过仪器来衡量嫩度的一个指标,它是肉品内部结构的反映,肌肉中各种蛋白质的结构特性决定了肉的嫩度,正常肉

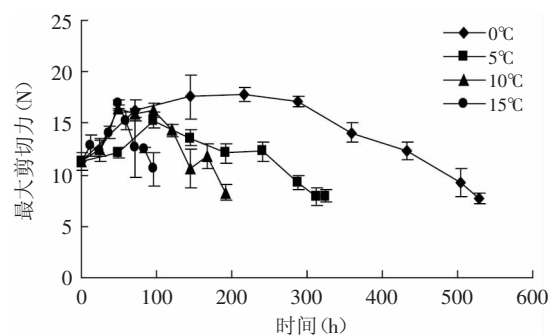


图2 鱿鱼低温贮藏中最大剪切力的变化
Fig.2 Maximum shear force changes in squid during low temperature storage

剪切力值与嫩度成反比关系^[12]。

从图2中可以看出四个温度的最大剪切力均有先上升再下降的趋势,说明鱿鱼的肉质先是由于肌肉僵硬导致的嫩度下降而后由于贮藏时间延长导致肉质腐烂而变软。其中15℃贮藏下上升的最快,下降的也快,0℃则较平缓。表明冰藏更能维持肉质品质的稳定,但是0℃的最大剪切力最大,较初始值偏高,可能肉质经0℃贮藏后较新鲜鱿鱼稍有变硬的缘故。

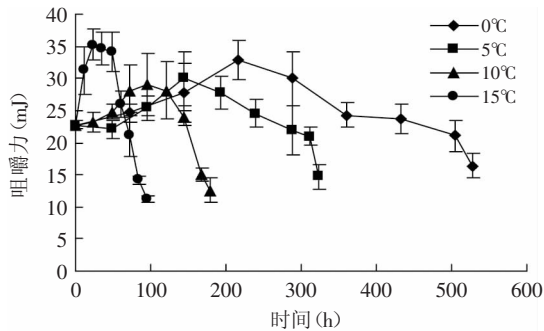


图3 鱿鱼低温贮藏中咀嚼性的变化

Fig.3 Chewiness changes in squid during low temperature storage

图3是鱿鱼在四个不同贮藏温度下随着时间延长其咀嚼性的变化趋势。从图3中可以看到咀嚼性的测量值较不稳定,具有显著性差异($p < 0.05$),但总体而言有一定的变化趋势,并且与最大剪切力的变化趋势一致。Juan等^[7]在0℃对鱿鱼肌肉的质构研究结果也是有先增加后减少的趋势。鱿鱼的肉质较厚,富含蛋白质,弹性较大,一旦出现僵直明显能使各指标如弹性、硬度、内聚性等增加,从而导致咀嚼性增加;之后减少可能是由于鱿鱼的细胞结构、肌肉组织以及蛋白质的立体结构在逐渐地被破坏。

2.4 鱿鱼低温贮藏中TVB-N的变化

TVB-N通常被用来作为评价鲜鱼的腐败指标,即表示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的氨以及胺类等碱性含氮物质(总挥发性盐基氮)。图4是鱿鱼在0、5、10、15℃贮藏过程中TVB-N的变化趋势。

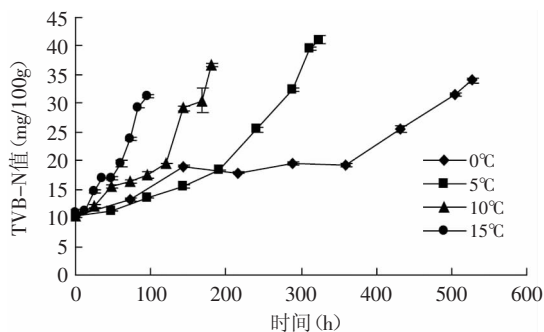


图4 鱿鱼低温贮藏中TVB-N的变化

Fig.4 TVB-N changes in squid during low temperature storage

从图4中可以看到四个温度的TVB-N随着时间的延长均呈上升趋势。相同贮藏时间下,除了0℃和

5℃最初时期,5℃的TVB-N要低于0℃,总体上还是温度越高TVB-N越大。鱼类TVB-N的变化与鱼的种类,鱼被捕捞的季节及环境的影响甚至与鱼的性别都有关系,这些都有可能是导致其增长速率有所变化的原因。GB 2733-2005《鲜(冻)动物性水产品卫生标准》规定海水鱼、虾、头足类TVB-N应不超过30 mg/100g,本实验鱿鱼初始点的TVB-N分别为10.45、10.45、10.45、11.01 mg/100g,这与Tomac等^[13]的TVB-N初始值相似。在0、5、10、15℃贮藏下,高品质期终点的TVB-N分别为17.45、17.36、16.8、16.99 mg/100g,货架期终点时TVB-N分别为31.17、30.43、29.5、29.12 mg/100g。贮藏初期的TVB-N主要是腺嘌呤、核苷酸脱氨基产生的,变化并不显著。随着微生物生长繁殖到接近货架期终点时,产生大量TMA、硫化物、有机酸、醛酮类等腐败臭味和异味代谢产物,因此TVB-N会快速上升。各温度下高品质期终点和货架期终点时的TVB-N均值无显著差异($p > 0.05$),说明感官评价基本可以判断出高品质期终点和货架期终点,但由于0℃和5℃实验间隔时间较长,所以TVB-N值略高于货架期标准值,而且温度较低导致气味、颜色等感官表现不明显从而会使人判断产生偏差。

2.5 鱿鱼低温贮藏中TVC的变化

Gram等^[14]指出捕获于温带海域的鱼死后细菌增殖几乎立即进入对数生长期,而热带海域鱼类在冰藏条件下,延滞时间为1~2 h,然后进入对数生长期。鱿鱼在0、5、10、15℃贮藏下货架期内其菌落总数的变化如图5所示,10℃和15℃贮藏下,微生物增长速度较快,几乎直接进入对数期;而0℃和5℃贮藏过程中明显有延滞期。因微生物新陈代谢都需要酶的催化,而酶的催化速率取决于温度,低温则使微生物增长产生延滞。在0、5、10、15℃下,TVC与感官评分有良好的相关性(相关性系数 r 分别为0.966、0.938、0.977、0.963)。图5中,0、5、10、15℃下,菌落总数在高品质期终点时分别为6.04、6.40、5.67、5.44 lg(CFU/g),货架期终点时分别为7.97、8.63、8.63、8.12 lg(CFU/g)。当微生物数量达到5.70 lg(CFU/g)时数值已很高,达到6.70 lg(CFU/g)时,已是可用于食用与加工的上限^[15]。那么就感官而言的高品质期的鱿鱼,温度越低越容易造成假象,表面还是高品质,其实其细菌总数已经很高了,0℃和5℃的高品质期终点菌落总数比10℃和15℃的大。这对于日常生活中用冰箱保鲜食用来

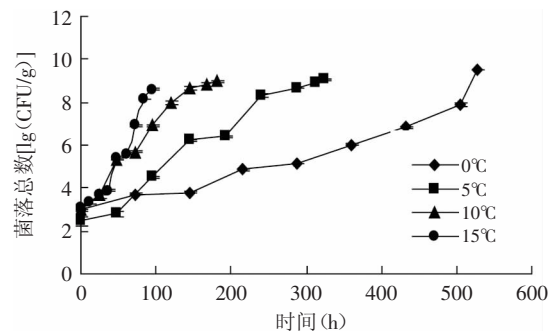


图5 鱿鱼低温贮藏中TVC的变化

Fig.5 TVC changes in squid during low temperature storage

说,仅靠粗略的感官评分而不以其他指标作为参考是值得提高警惕的。正如图5中所示,0℃下贮藏432 h, TVC值为6.86 lg(CFU/g),还可进行加工,525 h则为7.97 lg(CFU/g),超过可接受范围。在5℃贮藏192 h, TVC值为6.42 lg(CFU/g),在可接受范围内;286 h则为8.63 lg(CFU/g),这就已经超过临界值。

2.6 鱿鱼低温贮藏中嗜冷菌数的变化

普通细菌适应生长温度为25~40℃,而嗜冷菌一般是在-15~20℃之间最适宜生长。嗜冷菌种最常见的品种有耶氏菌、李斯特菌和假单胞菌。水产品、肉类等都是较易受其污染的食物。而生长在北太平洋深处的鱿鱼则更易于成为这类嗜冷菌的感染者。从图6可以看到嗜冷菌的增长势态与菌落总数的增长趋势相似,初始点时嗜冷菌数为2.91 lg(CFU/g),与菌落总数相差不大,且在整个贮藏过程中,所有温度条件下,嗜冷菌数和菌落总数增长基本一致,二者相关性良好($r > 0.9$)。这是因为在低温贮藏过程中,非嗜冷菌生长受抑制,而嗜冷菌生长较非嗜冷菌生长有优势。

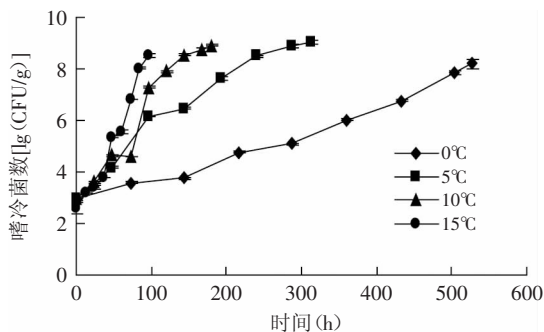


图6 鱿鱼低温贮藏中嗜冷菌数的变化
Fig.6 Psychrobacteria changes of squid during low temperature storage

2.7 鱿鱼低温贮藏中假单胞菌数的变化

耐冷的假单胞菌被认为是低温贮藏海产品的主要腐败菌之一,本实验通过对鱿鱼低温贮藏过程中的菌相进行初步分析,得知假单胞菌的存在及其数目具有可观性,因而对其用专用培养基进行测定。假单胞菌是最常见的嗜冷菌品种,图7是鱿鱼冷藏过程中假单胞菌数的变化。

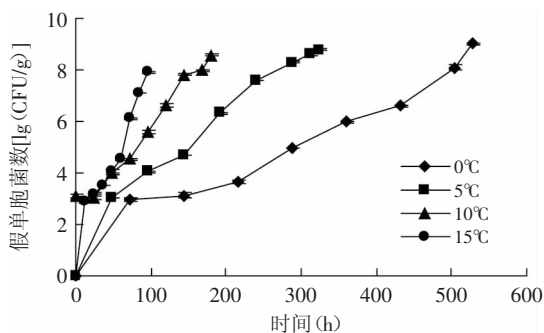


图7 鱿鱼低温贮藏中假单胞菌数的变化
Fig.7 Pseudomonas changes in squid during low temperature storage

从图7中可以看出初始点假单胞菌数较少,其中0、5、10℃下的假单胞菌数为零,而菌落总数为2.89 lg(CFU/g),这是因为初始点微生物种类繁多,随着贮藏时间的延长,假单胞菌开始增长,货架期终点时则达到7.58 lg(CFU/g)。各个贮藏温度下,假单胞菌的数量变化趋势与嗜冷菌的增长趋势相一致,两者有极好的相关性($r > 0.9$),可见假单胞菌数在鱿鱼低温贮藏过程中占嗜冷菌中的主导地位。

3 结论与讨论

北太平洋鱿鱼在0、5、10、15℃贮藏下,严格的感官评价基本与其他指标相一致,且温度高时比低温时判断更准确。尽管TVB-N以及TVC等指标更具科学性,但是日常实际生活中感官评价还是最常用的判断方法。本文研究表明冰藏及以下温度贮藏更容易造成表面假象,在没有严格的感官评分和TVB-N等指标作为依据下,在日常生活中家用冰箱保存鱿鱼还需警惕,注意各温度贮藏的货架期,尽量在短时间内消费。在贮藏期间,最大剪切力和咀嚼性平行数值不稳定,这与鱿鱼样品胴体的厚度差异有关,但总体呈现先增后减的趋势,低温更能保持其咀嚼力;色泽中的L*值、b*值在不同温度下均呈现出增加的趋势,a*值无显著变化,比较稳定。贮藏过程中鱿鱼的TVB-N值、TVC、嗜冷菌数、假单胞菌数都不断增加,各温度高品质期终点和货架期终点时TVB-N均值分别为(17.15±0.31)、(30.06±0.92) mg/100g,菌落总数(TVC)分别为(5.89±0.40)和(8.33±0.30) lg(CFU/g),嗜冷菌数分别为(5.61±0.5)和(8.36±0.23) lg(CFU/g),假单胞菌数分别为(5.23±1)和(7.58±0.57) lg(CFU/g);各温度下TVB-N值在高品质期终点和货架期终点时的均值无显著差异($p > 0.05$),菌落总数、嗜冷菌数、假单胞菌数具有良好的相关性($r > 0.9$)。综合分析表明,TVB-N、TVC、假单胞菌数能很好的表现鱿鱼低温贮藏中的品质变化。值得注意的是温度越高,各指标变化速率越快,对于贮藏时间而言温度越低保存的越久,但是对于口感、咀嚼力等指标而言,温度太低容易使鱿鱼的弹性、硬度等过高,影响品质的综合评价。

参考文献

- [1] 邓弘毅,王月,丁林贤,等. 适于鱿鱼肌肉组织中菌群特征分析的PCR-DGGE方法的建立[J]. 浙江农业科学,2013(3): 342-344.
- [2] 许钟,杨究时,肖琳琳. 低温贮藏罗非鱼的微生物学质量变化特性和保藏期[J]. 中国海洋大学学报,2005,35(4):621-625.
- [3] 郭全友,许钟,杨究时. 冷藏养殖大黄鱼品质变化特征和货架期预测研究[J]. 食品科学,2006,27(4):237-240.
- [4] 张小伟,许钟,杨究时,等. 鲤鱼冷藏中鲜度变化与货架期[J]. 海洋渔业,2010,32(2):211-217.
- [5] 李莎,李来好,杨贤庆,等. 罗非鱼片在冷藏过程中的品质变化研究[J]. 食品科学,2010,31(20):444-447.
- [6] GB 4789.2-2010食品安全国家标准微生物学检验菌落总

(下转第354页)

同货架期的线椒成为可能。LDA方法可以完全区分开A、B、C组1、6 d的线椒挥发性物质,而利用PCA方法不能完全区分B、C组货架1 d的线椒,因此,电子鼻可以对相同货架期下不同包装厚度的线椒较好的判别区分,挥发性成分受包装膜厚度和时间长短的影响很大,LDA方法优于PCA方法。PEN3电子鼻具有性能各异的10个传感器,本研究只是探讨10个传感器对线椒香气的整体贡献率,虽然得到较好地区分,但是后续可以将电子鼻的性能和气质的结果结合起来进行分析。

参考文献

[1] 蓬桂华,耿广东,苏丹,等. 温度对辣椒贮藏特性的影响[J]. 贵州农业科学,2012,40(7):118-191.

[2] 侯田莹,王福东,寇文丽,等. 温度变化和1-MCP处理对青椒贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工,2012,12(5):8-13.

[3] 王淑琴,张庆芳,赵春艳,等. 不同保鲜袋对尖椒耐藏效果的影响[J]. 保鲜与加工,2001,1(3):18-19.

[4] 李家政,周延文,唐巨颖. 甜椒采后生理及保鲜技术研究进展[J]. 北方园艺,2010(19):214-217.

[5] Stashenko E E, Martinez J R. Sampling volatile compounds from natural products with headspace/solid-phase microextraction [J]. J BiochemBiophys Methods,2007,70:235-242.

[6] Risticvic S, Niri V H, Pawliszyn J, et al. Recent developments in solid-phase microextraction [J]. Anal Bioanal Chem, 2009, 393:781-795.

[7] 邹慧琴,刘勇,林辉,等. 电子鼻技术及应用研究进展[J]. 技术综述,2011,17(11):5-10.

[8] Gomez A H, Wang J, Hu G, et al. Electronic nose technique potentialm on itoring mandarin maturity[J]. Sensors and Actuators B:Chemical,2006,113(1):347-353.

[9] 罗凤莲,欧阳建勋,夏延斌. 发酵辣椒中主要风味物质的研究进展[J]. 食品工业科技,2009,30(7):346-348.

[10] 高瑞萍,刘嘉,蒋智钢,等. 遵义朝天红干辣椒挥发性风味物质的HS-SPME-GC-MS分析[J]. 中国调味品,2013,38(10):

78-80.

[11] 汪正范,杨树民,吴侔天,等. 色谱联用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2001:63-120.

[12] 丛浦珠,苏克蔓. 质谱分析[M]. 北京:化学工业出版社,2000:27-51.

[13] 刘传和,刘岩,谢盛良,等. 不同成熟度菠萝果实香气成分分析[J]. 热带作物学,2009,30(2):234-234.

[14] 张鹏,李江阔,陈绍慧. 气质联用和电子鼻对1-MCP不同处理时期苹果检测分析[J]. 食品发酵与工业,2014,40(9):144-151.

[15] 欧阳晶,苏悟,陶湘林,等. 辣椒发酵过程中挥发性成分变化研究[J]. 食品与机械,2012(6):55-58.

[16] 周春明,袁海波,秦志荣,等. 花香绿茶的香气成分分析[J]. 广州食品工业科技,2004,20(2):101-104.

[17] Mazida M M, Salleh M M, Osman H, et al. 不同成熟阶段辣椒挥发性香味物质的固相微萃取分析[J]. 辣椒杂志,2006,4(2):42-46.

[18] Marisa Z, Concetta C, Vincenza R, et al. Volatile compounds and capsaicin content of fresh hot peppers (*Capsicum annum* L.) of different Calabrian varieties[J]. Food Agric, 2009, 774-780.

[19] 熊学斌,夏延斌,张晓,等. 不同品种辣椒粉挥发性成分的GC-MS分析[J]. 食品工业科技,2012,33(16):161-164.

[20] 宋焕禄. 食品风味化学[M]. 北京:北京工业出版社,2007:133-197.

[21] 周晓媛,邓靖,李福枝,等. 发酵辣椒的挥发性风味成分分析[J]. 食品与生物技术学报,2007,26(1):54-59.

[22] 孙月娥,陈芬. 电子鼻与电子舌在果蔬质量评价中的应用[J]. 食品工业,2011(4):87-89.

[23] 胡青霞,王吉庆,李静,等. 不同厚度薄膜包装、拮抗木霉菌处理对辣椒保鲜效果的研究[J]. 食品工业科技,2007,18(11):218-221.

[24] 韦强,黄漫青,张海英,等. 1-MCP处理对红色甜椒常温贮藏期间呼吸与色素变化的影响[J]. 保鲜与加工,2014,14(11):14-18.

(上接第347页)

数测定[S]. 2010.

[7] Ramirez-Suarez J C, Ibarra-León L R, Pacheco-Aguilar R, et al. Physicochemical and functional changes in jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle during ice storage[J]. Food Chemistry, 2008, 111(3):586-591.

[8] Aubourg S P, Pineiro C, Gallardo J M, et al. Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbo (*Psetta maxima*) [J]. Food Chemistry, 2005(90):445-452.

[9] Liangliang Dong, Junli Zhu, Xuepeng Li, et al. Effect of tea polyphenols on the physical and chemical characteristics of dried-seasoned squid (*Dosidicus gigas*) during storage [J]. Food Control, 2013, 31(2):586-592.

[10] Rattana S, Soottawat B, Kongkarn K. Pink discoloration and quality changes of squid (*Loligo formosana*) during iced storage [J]. Food Science and Technology, 2011, 44(1):206-213.

[11] 汪莉莎,谭雁文,陈光静,等. 不同腌制条件下大叶麻竹笋质构特性及色泽变化规律的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(18):94-98.

[12] 张秋会,李苗云,黄现青,等. 肉制品的质构特性及其评价[J]. 食品与机械,2012(3):36-39.

[13] Tomac A, Mascheroni R H, Yeannes M I. Modeling total volatile basic nitrogen production as a dose function in gamma irradiated refrigerated squid rings [J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 56(2):533-536.

[14] Gram L, Trolle G, Huss H H. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low(0°C) and high(20°C) temperatures [J]. International Journal of Food Microbiology, 1987, 4(1):65-72.

[15] AS Dunn T Rustad. Quality changes during super chilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets [J]. Food Chemistry, 2005, 105:1067-1075.