

# 温度对南极磷虾粉贮藏性的影响

袁玥<sup>1,2</sup>, 许兆滨<sup>2</sup>, 杨宪时<sup>1,\*</sup>, 李学英<sup>1</sup>, 迟海<sup>1</sup>, 黄洪亮<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;

2. 辽宁省大连海洋渔业集团公司, 辽宁大连 116113)

**摘要:**以感官、色泽、酸价、TBARS 和胃蛋白酶消化率为指标,探讨了温度对南极磷虾粉贮藏性的影响。结果表明,在 25、30、35℃ 三种贮藏温度下,贮藏温度越高,南极磷虾粉各项品质指标下降越快。三组样品在贮藏第 165d 后均未达到货架期终点,感官指标分别为 0.92、1.01、1.21;酸价分别为 2.03、2.19、2.29mg/g,胃蛋白酶消化率分别为 92.58%、92.09%、91.51%,均符合鱼粉国家标准特级品指标;TBARS 值均未超过鱼粉的 20mg/kg 限值。在实验温度范围内,贮藏 165d 后南极磷虾粉仍有较好的品质,表明船上生产的南极磷虾粉具有较好的贮藏性。

**关键词:**南极磷虾粉,贮藏,温度,品质变化

## Effect of temperature on the storage properties of antarctic krill meal

YUAN Yue<sup>1,2</sup>, XU Zhao-bin<sup>2</sup>, YANG Xian-shi<sup>1,\*</sup>, LI Xue-ying<sup>1</sup>, CHI Hai<sup>1</sup>, HUANG Hong-liang<sup>1</sup>

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

2. Liaoning Province Dalian Ocean Fishery Group of Corp., Dalian 116113, China)

**Abstract:** The effect of temperature on the Antarctic krill meal storage was studied by analyzing the changes of the quality indexes such as sensory, color, acid value and pepsin digestibility. Results showed that at 25, 30, 35℃, the higher the storage temperature was, the faster each quality index of the Antarctic krill meal fell. Three kinds of samples failed to meet the end of shelf life after 165d. The sensory scores were 0.92, 1.01 and 1.21, respectively. Acid value was 2.03, 2.19, 2.29mg/g. Pepsin digestibility was 92.58%, 92.09% and 91.51%, which were in the scope of fish meal national standards for premium products. TBARS value had not been more than 20mg/kg and in fresh fish meal acceptable range. In the temperature range of the experiment, the Antarctic krill meal still had good quality after 165d. It showed that the Antarctic krill meal which was produced on the ship had good storage properties.

**Key words:** Antarctic krill meal; storage; temperature; quality change

中图分类号: TS254.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)03-0327-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.03.061

南极磷虾 (*Euphausia superba*) 是生活在南大洋的一种甲壳类浮游动物,蕴藏量巨大,是世界海洋生物中储备量最大的单种生物之一。南极磷虾粉作为目前南极磷虾开发利用的主要途径之一,国内外相关研究表明,南极磷虾粉具有蛋白含量高,氨基酸种类齐全,多不饱和脂肪酸含量高的特点<sup>[1-2]</sup>。近年来,由于受厄尔尼诺现象及过度捕捞的影响,鱼粉的稀缺性日趋明显<sup>[3]</sup>。南极磷虾粉有望成为水产饲料业代替鱼粉的新的优质蛋白源。

南极磷虾粉加工、运输过程均在常温下进行,在较高环境温度中,会导致磷虾粉品质下降,保存期缩短。因此探讨温度对南极磷虾粉贮藏品质的

影响极具实际意义。但目前有关南极磷虾粉贮藏性的研究还很少见,本实验选取了 25、30、35℃ 三组贮藏温度,分别以感官、色泽、酸价、TBARS 和胃蛋白酶消化率为品质评价指标,分析了南极磷虾粉在不同温度贮藏过程中的品质变化情况,旨在为优化南极磷虾粉贮藏条件,提高南极磷虾粉贮藏性提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

实验用磷虾粉为辽宁远洋渔业有限公司安兴海轮在南极 FAO 48.1 区船上加工的南极磷虾粉,运至实验室后,分装若干样品袋, -80℃ 保存。且实验前已测得南极磷虾粉水分含量为 8.66%,粗脂肪含量为 6.55%。

MIR150 恒温培养箱 Sanyo, 日本; S560 型色差仪 Microptix, 美国; 721 可见分光光度计 上海菁华科技仪器有限公司; Centrifuge 5810R 型高速离心机 Effendof, 德国; 电热恒温水浴锅 上海精宏实验设备有限公司; FA1004A 电子天平 上海精天电子

收稿日期: 2014-03-10

作者简介: 袁玥(1987-), 女, 硕士, 研究方向: 水产品加工与质量控制。

\* 通讯作者: 杨宪时(1954-), 男, 本科, 研究员, 研究方向: 水产品贮藏加工与品质控制。

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(2011AA090801); 农业部南极海洋生物资源开发与利用项目(2010-2014); 南北极环境综合考察与评估专项(CHINARE 2012/2016-01-06)。

表1 南极磷虾粉感官评分标准

Table 1 Standard of sensory evaluation for Antarctic Kill meal

指标	0	1	2
色泽	颜色鲜红,有光泽	颜色较为鲜红,较有光泽	颜色偏黄,无光泽
外观	膨松、纤维状组织明显、 无结块、无霉变	较膨松,纤维状组织较明显, 无结块、无霉变	松软粉状物,结块、出现霉变
气味	虾香味足,无油脂酸败味	有虾粉香味,无异臭和明显酸败味	有异臭味和明显酸败味

仪器有限公司;KDN-04 定氮消化炉 上海嘉定粮油仪器有限公司;ZHUY-200H 型恒温培养振荡器 上海智成科学仪器有限公司。

## 1.2 实验方法

1.2.1 贮藏实验 将样品分装若干小样品袋密封后,分三组分别放入  $25 \pm 1$ 、 $30 \pm 1$ 、 $(35 \pm 1)^\circ\text{C}$  恒温培养箱中,每隔适当时间随机抽取样品测定感官、色差、酸价、TBARS 和胃蛋白酶消化率指标。

1.2.2 感官评价 参考 GB/T 19164-2003 鱼粉中的感官要求,由 6 名经过训练的评价员组成感官评价小组,以南极磷虾粉色泽、外观和气味为主要评价指标,采用 3 分法进行评分:0 分为最好品质,1 分高品质期终点,2 分为货架期终点, >2 分为感官拒绝<sup>[4]</sup>,具体评分标准见表 1。

1.2.3 色差的测定 采用美国 Microptix 公司的 S560 型色差仪测定样品的色泽参数  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值,其中  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  分别代表磷虾粉色泽的亮度、红度和黄度。每组样品测定 5 次,取平均值表示其色泽变化。

1.2.4 酸价的测定 参照 GB/T 19164-2003 鱼粉中附录 B 鱼粉中酸价的测定方法及文献<sup>[5]</sup>。

1.2.5 TBARS 的测定 取 10g 磷虾粉加 50mL 浓度为 7.5% 的三氯乙酸,振荡 30min,双层滤纸过滤两次,准确吸取上清液 5mL 并加入 5mL 0.02mol/L 2-巯代巴比妥酸溶液,90℃ 水浴中保温 40min,取出冷却至室温后,以 6000r/min 速度离心 5min,吸取上清液,分别在 532nm 和 600nm 处进行比色测定,结果以每公斤磷虾粉中含丙二醛的毫克数来表示 (mg/kg)。

1.2.6 胃蛋白酶消化率的测定 参照 GB/T 17811-2008 动物性蛋白质饲料胃蛋白酶消化率的测定方法,采用过滤法。

## 1.3 数据处理

每项指标至少平行测定三次,用 Microsoft Excel 2003 软件进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 贮藏过程中的感官变化

南极磷虾粉的感官品质会随着保存时间的延长而发生变化,主要表现在色泽、外观及气味三方面。图 1 为南极磷虾粉在 25、30、35℃ 贮藏过程中感官变化曲线。由图可见,南极磷虾粉的初始感官品质很好,随着保存时间的延长,感官品质逐渐下降,贮藏温度越高,感官品质的下降速度越快。30℃ 和 35℃ 贮藏的磷虾粉感官评分达到 1 时的高品质期终点分别为 165d 和 125d,而 25℃ 贮藏的磷虾粉贮藏 165d 感官评分为 0.92,仍处于高品质期。可见贮藏温度影响南极磷虾粉感官品质的变化。

此外,三组贮藏温度下的磷虾粉贮藏 165d 均未达到货架期终点,且较鲜红,有光泽,纤维状组织较明显,有虾粉正常香味。从感官评价来看,在本实验所涉及的温度范围内,船上生产的南极磷虾粉具有较好的贮藏性,这可能是因为船上加工过程中对磷虾粉添加了抗氧化剂,保持了磷虾粉较好的感官品质。

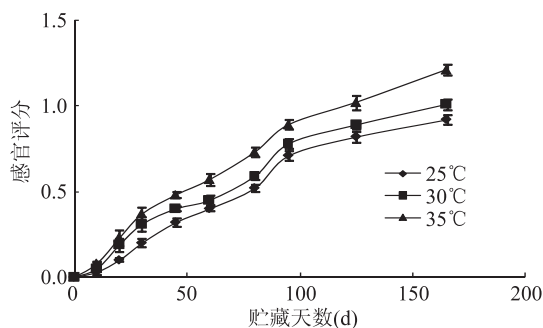


图1 不同温度下南极磷虾粉贮藏过程中的感官变化  
Fig.1 Sensory quality changes of Antarctic Kill meal under different storage temperatures

### 2.2 贮藏过程中色泽的变化

在 CIE(国际照明委员会)推荐的 Lab 表色系统中, $L^*$  代表亮度, $a^*$ 、 $b^*$  分别代表色泽中的红度和黄度<sup>[6]</sup>。表 2 为南极磷虾粉在三组不同温度的贮藏过程中,色泽参数的变化情况。

表 2 显示,三组磷虾粉在贮藏过程中  $L^*$  值差异不明显,且无规律可寻, $a^*$  值均随时间的延长而减小, $b^*$  值均随时间的延长而增大。说明在贮藏过程中,随着时间延长,磷虾粉的亮度,即光泽度并无明显变化,红色逐渐变淡,黄色逐渐加深。同时,随着贮藏温度的升高,磷虾粉  $a^*$  值减小的幅度与  $b^*$  值增大的幅度均变大。这是由于温度升高,加快了油脂氧化及氨基化合物如蛋白质等的褐变,使磷虾粉红色变淡且发黄的色泽变化趋于明显。这一结论也与磷虾粉感官评价中对色泽的分析结果一致。

### 2.3 贮藏过程中酸价的变化

酸价是评价水产品油脂酸败程度的一个重要指标,南极磷虾粉中油脂在加工、贮藏和运输等过程中,受氧、水、光、热、酶和微生物等因素的影响,逐渐水解或氧化变质,分解生成游离脂肪酸,使酸价增高<sup>[7]</sup>。游离脂肪酸不仅破坏磷虾粉粘弹性,也使磷虾粉的营养价值下降<sup>[8]</sup>。

由图 2 可以看出,随着贮藏时间的延长,磷虾粉的酸价均呈上升趋势,但不同温度下,酸价的上升幅

表2 不同温度下南极磷虾粉贮藏过程中的色泽变化  
Table 2 Color changes of Antarctic Krill meal under different storage temperatures

温度(℃)	色差	贮藏时间(d)						
		0	30	60	95	125	145	165
25	L*	63.23 ± 0.51	63.70 ± 0.63	61.86 ± 0.79	60.35 ± 0.32	63.69 ± 0.10	61.33 ± 0.31	62.30 ± 0.45
	a*	27.05 ± 0.89	25.73 ± 1.31	23.67 ± 0.98	21.88 ± 0.76	18.47 ± 0.23	18.28 ± 0.56	18.17 ± 0.21
	b*	22.83 ± 0.15	30.00 ± 0.91	29.89 ± 0.48	28.09 ± 1.37	29.11 ± 0.99	29.56 ± 1.30	29.61 ± 0.23
30	L*	63.23 ± 0.98	60.88 ± 0.88	65.07 ± 0.69	64.75 ± 0.72	63.25 ± 0.49	61.22 ± 1.04	63.84 ± 1.87
	a*	27.05 ± 1.25	25.24 ± 0.21	22.91 ± 0.53	20.96 ± 0.28	16.88 ± 0.79	17.52 ± 0.60	17.79 ± 0.73
	b*	22.83 ± 0.58	31.62 ± 0.66	31.06 ± 0.79	28.57 ± 0.92	29.65 ± 0.42	29.87 ± 0.77	29.15 ± 0.52
35	L*	63.23 ± 1.32	61.43 ± 1.01	64.43 ± 0.96	63.24 ± 0.81	62.00 ± 0.79	62.34 ± 0.81	62.52 ± 0.39
	a*	27.05 ± 0.67	24.67 ± 0.48	22.73 ± 0.79	19.78 ± 0.64	17.51 ± 0.37	17.28 ± 0.68	17.65 ± 0.21
	b*	22.83 ± 0.45	30.47 ± 0.36	30.51 ± 0.89	28.45 ± 0.61	30.30 ± 0.32	30.13 ± 0.11	29.46 ± 0.41

度各不相同,25、30、35℃贮藏165d,磷虾粉酸价分别由1.65mg/g上升到2.03、2.19、2.29mg/g。由此可见,贮藏温度是影响磷虾粉酸价的较敏感因素,温度的升高,有利于微生物的繁育,也提高了脂肪酶的活性,促进油脂酸败<sup>[9]</sup>。鱼粉国家标准中规定,酸价≤3mg/g为特等品,三组磷虾贮藏165d,酸价仍均在特等品范围内,这可能因为在船上磷虾粉加工过程中添加了抗氧化剂,减缓了油脂酸败进程,提高了磷虾粉贮藏性。

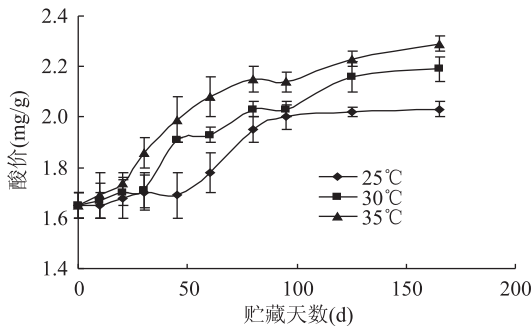


图2 不同温度下南极磷虾粉贮藏过程中酸价的变化  
Fig.2 Acid value changes of Antarctic Kill meal under different storage temperatures

### 2.4 贮藏过程中TBARS的变化

南极磷虾粉含有多种不饱和脂肪酸且含量较高,极易被氧化,TBA能与不饱和脂肪酸氧化分解所产生的衍生物如丙二醛等聚合产生一种红色化合物,可以用此物质含量来评估油脂氧化的程度<sup>[10]</sup>。TBARS值较准确的反映了脂肪氧化所产生的醛、酮类物质的量,是评价脂肪氧化程度的重要指标<sup>[11]</sup>。

图3反映了三组不同贮藏温度南极磷虾粉的TBARS值随时间的变化情况。贮藏至第45d,贮藏温度为25、30、35℃的磷虾粉TBARS值分别上升到11.5、13.1、14.4mg/kg,可见温度的升高加速了磷虾粉中脂肪的氧化。但三组磷虾粉TBARS最高值均未超过鱼粉TBARS的20mg/kg限值。贮藏45d后,三组磷虾粉的TBARS值均呈下降趋势,说明丙二醛被降解,生成脂肪的三级代谢产物如有机酸或醇类物质<sup>[4]</sup>。

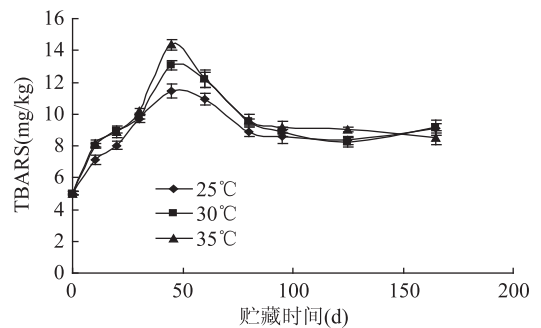


图3 不同温度下南极磷虾粉贮藏过程中TBARS的变化  
Fig.3 TBARS changes of Antarctic Krill meal under different storage temperatures

### 2.5 贮藏过程中胃蛋白酶消化率的变化

研究表明,南极磷虾粉蛋白质含量高,且氨基酸种类齐全,但评价磷虾粉品质的优劣不能仅凭蛋白质含量的高低,还应综合考虑磷虾粉中蛋白被生物体消化吸收的程度<sup>[12-13]</sup>。胃蛋白酶消化率是鱼粉标准中等级划分的重要指标,因此将胃蛋白酶消化率引入南极磷虾粉评价指标中,以便反映磷虾粉的真实品质。

表3为三组不同贮藏温度下南极磷虾粉的胃蛋白酶消化率随时间的变化情况。由表可见,三组磷虾粉间胃蛋白酶消化率值差异不明显,但随着贮藏时间的延长,三组磷虾粉的消化率均处下降趋势,且贮藏温度越高,消化率下降速度越快。这可能是由于在贮藏过程中,蛋白质和氨基酸发生了变性或分解,降低了磷虾粉中蛋白质的含量或可消化比例。根据鱼粉国家标准,特级品胃蛋白酶消化率为≥90%,三组贮藏温度磷虾粉在贮藏165d后,胃蛋白酶消化率仍均在特级品范围内,且在整个贮藏过程中,磷虾粉的胃蛋白酶消化率虽有下降,但下降幅度均不明显,可见,温度影响磷虾粉的消化率,但本实验所涉及温度范围并不对其消化率造成明显影响。

### 3 结论

南极磷虾粉在较炎热季节的贮藏过程中,伴随自身一些放热反应的发生,贮藏温度会达到甚至超过35℃。本文中,在25、30、35℃三种贮藏温度下,随

表3 不同温度下南极磷虾粉贮藏过程中胃蛋白酶消化率的变化(%)

Table 3 Pepsin digestibility changes of Antarctic Kill meal under different storage temperatures(%)

温度 (℃)	贮藏时间(d)						
	0	30	60	95	125	145	165
25	94.53 ± 0.13	94.41 ± 0.58	94.21 ± 1.31	93.89 ± 0.86	93.42 ± 0.88	93.06 ± 0.19	92.58 ± 0.61
30	94.53 ± 0.13	94.29 ± 1.23	93.94 ± 1.81	93.62 ± 0.93	93.23 ± 0.76	92.79 ± 1.43	92.09 ± 0.83
35	94.53 ± 0.13	94.17 ± .098	93.85 ± 2.02	93.41 ± 1.03	92.98 ± 0.51	92.46 ± 0.67	91.51 ± 1.53

随着贮藏温度的升高,南极磷虾粉各项品质指标下降速度变快,说明温度影响着南极磷虾粉的贮藏性,因此可以通过适当降低贮藏温度,延长磷虾粉的保存期。三组磷虾粉在贮藏 165d 后均未达到货架期终点,感官评分分别为 0.92、1.01、1.21,处于高品质期附近;酸价分别为 2.03、2.19、2.29mg/g,胃蛋白酶消化率分别为 92.58%、92.09%、91.51%,均符合鱼粉国家标准特级品指标;TBARS 值均未超过鱼粉的 20mg/kg 限值。在本实验的温度范围内,贮藏 165d 后南极磷虾粉仍有较好的品质,表明船上生产的南极磷虾粉具有较好的贮藏性。

由于南极磷虾粉的水分含量较低,脂肪氧化是降低其品质和营养价值的主要原因,因此,除了可以适当降低贮藏温度来延长磷虾粉的保存时间,建议还可采用外加脱氧剂的方法。

### 参考文献

[1] Clarke A. The biochemical composition of krill, *Euphausia superba* Dana, from South Georgia [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1980, 43(3): 221-236.  
[2] 袁玥,许兆滨,杨究时,等.脱氧剂对南极磷虾粉贮藏性的影响[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(7): 322-325.

[3] 常青,秦帮勇,孔繁华,等.南极磷虾在水产饲料中的应用[J]. *动物营养学报*, 2013, 25(2): 256-262.  
[4] 杨究时,姜兴为,李学英,等.伽马辐照对冰藏大黄鱼品质变化的影响[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(2): 376-381.  
[5] 刘瑞兴,吴苏喜.深色油脂酸价测定新方法的研究[J]. *粮油加工与食品机械*, 2006(5): 51-55.  
[6] 刘东红,谢丹,周向华,等.气调包装技术用于虾皮保鲜的效果研究[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(3): 219-222.  
[7] 张清安,范学辉,岳宣峰,等.不同贮藏温度对杏仁油品质影响研究[J]. *食品科学*, 2008, 29(1): 347-349.  
[8] 谭旭信.鱼粉质量的鉴定[J]. *河南畜牧兽医*, 2007, 28(7): 32.  
[9] 孙丽琴,孙立君,郑刚.不同的存放条件对油脂酸价和过氧化值的影响[J]. *粮油仓储科技通讯*, 2007(2): 45-46.  
[10] 王璋. *食品化学* [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.  
[11] 张晓艳,杨究时,郭全友,等.水分含量对淡腌大黄鱼贮藏性的影响[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(9): 405-416.  
[12] 王联珠,谭乐义,李晓川.影响鱼粉胃蛋白酶消化率的因素之探讨[J]. *海洋水产研究*, 2005, 26(6): 50-56.  
[13] 王联珠,谭乐义,李晓川.鱼粉的胃蛋白酶消化率及其影响因素的研究[J]. *海洋水产研究*, 2003, 24(4): 57-61.

(上接第 326 页)

健食品中非法添加酚酞[J]. *卫生研究*, 2013(2): 302-305.  
[4] 胡青,崔益冷,王柯,等.减肥类保健食品中非法添加酚酞定性定量检测方法的研究[J]. *中国药学杂志*, 2007(8): 624-626.  
[5] 马微,王海波,马强,等.减肥保健食品中非法添加酚酞和西布曲明的同时检测[J]. *食品科学*, 2010(4): 156-160.  
[6] 黄诺嘉,杨文红,黄奕滨.减肥产品中非法添加酚酞的检测方法研究[J]. *今日药学*, 2010, 12: 23-29.  
[7] 李盈,杨小川,张卓.利用药品快检车近红外系统快速鉴别三金片的真伪[J]. *中国药师*, 2009, 12(6): 826-827.  
[8] 曾焕俊,韩莹.近红外光谱法在伊曲康唑胶囊打假中的应用[J]. *今日药学*, 2010(10): 34-36.  
[9] 柳怀智.药检车建立感冒类药品近红外模型探析[J]. *中国食品药品监管*, 2008(12): 69-70.

[10] 柳艳,尹利辉,陆峰.拉曼光谱法在假药快检中的研究进展[J]. *药学实践杂志*, 2012(6): 401-404, 446.  
[11] 张廷会,吴良平,孙真荣.拉曼光谱技术应用进展[J]. *化学教学*, 2006(4): 32-35.  
[12] 赵瑜,王军,张学博,等.拉曼光谱法在快速鉴别复方拉米夫定/齐多夫定/奈韦拉平片(Zidolam-N)中的应用[J]. *中国药事*, 2012(9): 939-943.  
[13] 高群,臧兴禹,陆峰.基于拉曼光谱法的药用辅料掺假快检方法研究[A]. *中国光学学会、中国化学会.第十七届全国分子光谱学学术会议论文集[C]*. 中国光学学会、中国化学会:, 2012: 2.  
[14] 柳艳.基于拉曼光谱法的假药快速检测新方法的研究[D]. *第二军医大学*, 2012, 05.