

# 不同水分含量对南极磷虾烤虾质构和色泽的影响

涂敏建<sup>1,2</sup>, 迟海<sup>1</sup>, 杨宪时<sup>1</sup>, 李学英<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090) (2. 大连海洋大学食品工程学院, 辽宁大连 116023)

**摘要:**以质构和色泽为指标,并结合感官评定,对水分含量分别为22%、25%、28%和31%的四种南极磷虾烤虾品质进行研究。实验结果表明,水分含量对南极磷虾烤虾质构有一定影响,水分含量22%的南极磷虾烤虾的硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力与其他水分含量的南极磷虾烤虾呈显著性差异( $P<0.05$ ),水分含量25%和28%的南极磷虾烤虾的内聚性和弹性相对较高,品质较好;通过测定四种烤虾的RGB值,发现四种样品的色泽均属于粉色系,对外观的影响不是很大,随着烤虾水分含量下降,制品的色泽越容易接受。水分含量28%的南极磷虾烤虾的感官评分最高,为 $8.99\pm 0.05$ ,通过对不同水分含量的南极磷虾烤虾的质构和色泽分析,结合感官评定,认为南极磷虾烤虾的水分含量为28%时品质最佳。

**关键词:**南极磷虾烤虾;水分含量;质构;色泽

文章编号: 1673-9078(2012)9-1102-1105

## Effect of Different Moisture Content on the Texture and Chroma of Roast Antarctic Krill

TU Min-jian<sup>1,2</sup>, CHI Hai<sup>1</sup>, YANG Xian-shi<sup>1</sup>, LI Xue-ying<sup>1</sup>

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

(2. Food Science College of Dalian Ocean University, Dalian 116023, China)

**Abstract:** Effect of different moisture contents (22%~31%) on quality changes of roast antarctic krill was investigated based on texture, chroma and sensory evaluation. The results exhibited that moisture content affected the quality of roast antarctic krill in some degree. The hardness, gumminess, chewiness and shear force of roast antarctic krill with moisture content of 22% were significantly different to other kinds of moisture content ( $P<0.05$ ). The cohesiveness and springiness of roast antarctic krill with moisture contents of 25% and 28% were higher, and those two kinds of roast antarctic krill had better quality. The chroma of roast antarctic krill was easily accepted as the moisture content decreased, but the RGB values of four kinds of roast antarctic krill showed that the color of four samples were in pink series with little effectiveness on appearance. Sensory score of roast antarctic krill with moisture contents of 28% was  $8.99\pm 0.05$ , which was the highest compared to the others. Through the texture analysis, chroma analysis and sensory evaluation of roast antarctic krill with different moisture contents, antarctic krill with moisture content of 28% was considered as the best quality.

**Key words:** roast antarctic krill; moisture content; texture; chroma

南极磷虾 (*Euphausia superba*) 又名大磷虾或南极大磷虾,是海洋浮游动物中重要的物种之一<sup>[1]</sup>。作为南大洋最大的单种生物资源,南极磷虾为企鹅、海豹、鲸类等食物链高层捕食者提供重要食物来源<sup>[1]</sup>。在世界海洋渔业资源普遍衰退的背景下,南极磷虾资源日益受到世界各国关注<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 2012-05-15

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(2011AA090801); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国水产科学研究院东海水产研究所)资助项目(2011T05)

作者简介: 涂敏建(1988-),男,硕士研究生,主要从事食品质量安全控制研究

通讯作者: 杨宪时(1954-),男,研究员,主要从事食品安全和品质保障

南极磷虾个体较小,经烘烤后的南极磷虾与虾皮酷似。目前市售的虾皮水分含量大部分控制在22%以下,然而低水分含量使虾体干硬,口感欠佳。高水分含量(一般在30%)虾皮虽口感好,味鲜足,但贮藏期短<sup>[3]</sup>。同时,水分含量对食品的质构和色泽也有一定影响<sup>[4]</sup>。因此水分含量对南极磷虾烤虾的品质有重要影响。目前中国对南极磷虾整虾的加工利用研究较少<sup>[5]</sup>,且南极磷虾烤虾相关研究未见报道。因此,探讨不同水分含量对南极磷虾烤虾的色泽和质构影响十分必要。本试验通过分析不同水分含量的南极磷虾烤虾的质构和色泽,并结合感官评价,以确定南极磷虾烤虾合适的水分含量,旨在为南极磷虾的新型加工方式提供一定的参考数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

#### 1.1.1 南极磷虾

辽宁远洋渔业有限公司于2011年2月在FAO48.2区域捕捞,船上冻结后-20℃贮藏运输至实验室,-80℃贮藏。

#### 1.1.2 样品制备

冷冻南极磷虾→解冻→水煮→沥水→调味→摆盘→焙干→烘烤→冷却→装袋

#### 1.1.3 仪器设备

水分活度仪LabMASTER-Aw型:Novasina,瑞士;质构仪TMS-Pro型:Food Technology Corporation,美国;色差仪S560型:Microptix Corporation,美国。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 感官评定

参考SC/T 3305-2003烤虾<sup>[6]</sup>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,评价样品的色泽、气味、风味和口感,采用10分制评分:10分为最好品质,5分为可接受点,0分为极差。评分细则见表1。

表1 南极磷虾烤虾感官评分规则

Table 1 Standards of sensory evaluation of roast Antarctic krill

评分	10	5	0
质地	硬度适中,虾体有一定弹性	较硬,虾体稍有弹性	虾体非常硬,易碎,无弹性
色泽	颜色正常	颜色稍浅	颜色浅
口味	味鲜美,有回味	味一般,回味不足	鲜味不足,味淡
气味	有烤虾固有的香味	稍有烤虾香味	有油烧味

#### 1.2.2 水分含量的测定

采用GB 5009.3-2010食品中水分的测定中的直接干燥法测定。

#### 1.2.3 水分活度的测定

按照GB/T 23490-2009食品水分活度的测定,采用水分活度仪扩散法测定。

#### 1.2.4 质构测定

采用TMS-Pro型质构仪对试样进行TPA试验,采用P/5柱形探头,测试速度为50 mm/min,应变量为50%。采用燕尾剪切探头对试样进行剪切试验,测试速度为60 mm/min,回程距离为20 mm。每组样品测定10次。

#### 1.2.5 色泽测定

将样品绞碎,采用美国Microptix Corporation S560型色差仪测定样品的 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值。其中, $L^*$ 表示亮度;+ $a^*$ 表示红,- $a^*$ 表示绿;+ $b^*$ 表示黄,- $b^*$ 表示蓝。采用美国Microptix Corporation S560型色差

仪测定样品的RGB值。其中,R表示红,G表示绿,B表示蓝。每组样品测定5次。

### 1.3 数据处理

实验数据采用Microsoft Excel 2007 进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水分含量与水分活度(Aw)之间的关系

如图1所示,南极磷虾烤虾的Aw随着水分含量的下降而降低,而且Aw和水分含量之间有很好的线性关系,二者之间有很好的相关性( $R^2=0.9942$ )。

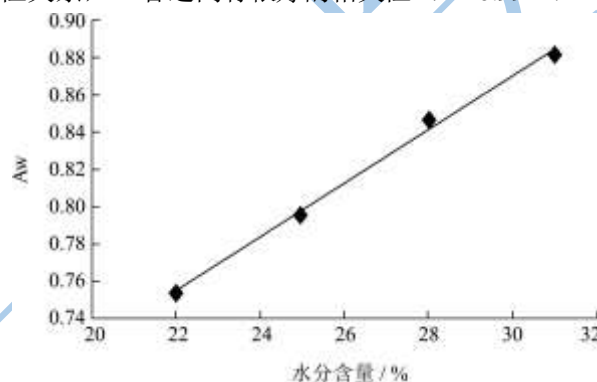


图1 南极磷虾烤虾水分含量与Aw的关系

Fig.1 The relationship between moisture content and water activity of roast Antarctic krill

水分活度(Aw)对食品的硬度、流动性、呈味、耐贮性和加工适应性都有重要影响,同时,Aw也是影响微生物生长繁殖的重要因素。一般来说,当 $Aw < 0.9$ ,大多数细菌不能生长;当 $Aw < 0.87$ ,绝大多数酵母则不能生长;当 $Aw < 0.8$ ,绝大多数霉菌则不能生长,一些耐渗透压微生物除外<sup>[7]</sup>。焙烤制品在储藏过程中变质的主要原因是由于微生物的生长繁殖。因此,控制烤虾的Aw对制品货架期的延长有一定作用。由图1得知,当烤虾水分含量达到31%时,Aw为0.88,绝大多数的霉菌和酵母都能生长,贮藏期较短。如果将Aw控制在0.8以下,烤虾的水分含量则要控制在25%以下,这就会导致虾体偏硬,烤虾的口感不好。

### 2.2 不同水分含量烤虾的感官评价

表2 不同水分含量南极磷虾烤虾的感官评分

Table 2 Sensory evaluation of roast Antarctic krill with different moisture content

水分含量/%	质地	色泽	口味	气味	综合评分
22	4.62±0.35	9.02±0.16	5.54±0.34	3.90±0.24	5.77±0.09
25	7.16±0.24	8.90±0.24	7.78±0.20	7.14±0.23	7.75±0.14
28	9.06±0.17	8.90±0.24	9.04±0.15	8.94±0.12	8.99±0.05
31	9.24±0.16	8.50±0.19	8.36±0.22	8.40±0.28	8.63±0.15

感官评定作为制品的一个重要指标,对制品的研究与开发有着重要影响,而水分含量对制品的感官品质影响很大<sup>[8]</sup>。通过对不同水分含量的南极磷虾烤虾各项指标进行感官评定,得到综合评分,结果见表2。

由表2可知,南极磷虾烤虾的质地、口味和气味的感官评分都随着水分含量的升高而有所提高,其中水分含量为22%烤虾的质地和气味评分分别为 $4.62\pm 0.35$ 和 $3.90\pm 0.24$ ,达到了感官拒绝,这可能是由于水分含量低,导致烤虾过硬,口感差,而且在焙烤过程中,脂肪氧化严重,导致烤虾有油烧味,影响制品的感官评分。烤虾的色泽随着水分含量的升高有所下降,水分含量升高,烤虾色泽偏浅,这可能是由于水分含量高从而影响制品在焙烤过程中的美拉德反应所致<sup>[8]</sup>。

通过感官评定得到,烤虾水分含量为28%和31%的感官品质均较好,其中28%感官评分最高,可认为水分含量为28%的南极磷虾烤虾品质最佳。

2.3 水分含量对南极磷虾烤虾质构的影响

质构是衡量食品品质的重要指标<sup>[9]</sup>。通过对烤虾进行TPA和剪切力试验,用硬度、胶粘性、咀嚼性、粘附性、内聚性、弹性和剪切力七个质构参数,对不同水分含量的南极磷虾烤虾进行品质评价,结果见图2、图3。

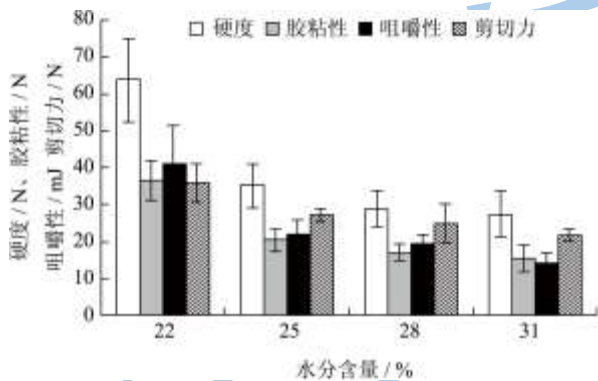


图2 水分含量对南极磷虾烤虾硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力的影响

Fig.2 The effect of moisture content on the hardness, gumminess, chewiness, shear force of roast antarctic krill

硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力反映出食品在人的口腔中咀嚼的困难程度,这些指标的数值越大,说明食品在食用过程中咀嚼越费力<sup>[10-11]</sup>。如图2所示,南极磷虾烤虾的硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力均随着水分含量的下降而增大,其中水分含量为22%烤虾的硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力最大,分别为63.56 N、36.56 N、41.03 mJ和35.82 N,与其它水分含量烤虾数值之间均存在显著差异 ( $P < 0.05$ );水分含量为28%与25%、31%烤虾的硬度、胶粘性和剪切力之间

没有显著性差异 ( $P > 0.05$ )。这说明烤虾水分含量为25%、28%和31%时,水分含量对烤虾的硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力影响不大。但随着水分含量的进一步下降,烤虾的硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力会明显增大。这可能是由于水分含量高时,制品的表面会附着一些游离水,去除这部分水分对制品的质地不会造成很大影响,但水分含量继续降低,质地就会有明显变化,制品发硬从而影响口感。

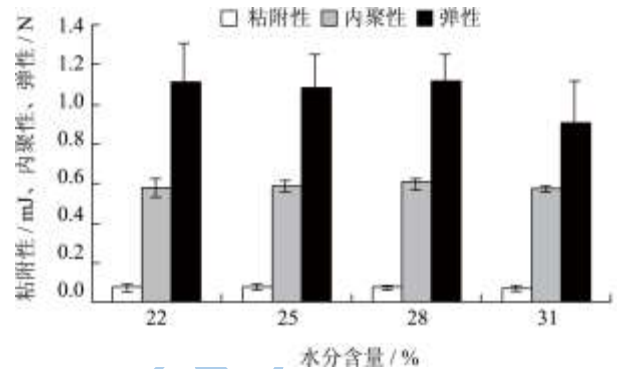


图3 水分含量对南极磷虾烤虾粘附性、内聚性和弹性的影响

Fig.3 The effect of moisture content on the resilience, cohesiveness, Springiness of roast antarctic krill

图3为不同水分含量烤虾的粘附性、内聚性和弹性。由图3可知,水分含量为31%烤虾的粘附性、内聚性和弹性均为最低,水分含量为28%和25%样品相对较高,品质较好。其中水分含量为28%与31%样品的内聚性和弹性之间均存在显著性差异 ( $P < 0.05$ ),其余指标在不同水分条件下无明显差异 ( $P > 0.05$ )。贾艳华等<sup>[4]</sup>对不同水分含量对软烤扇贝质构的影响进行研究,结果发现制品的弹性、内聚性和粘附性指标随着水分含量降低而下降。而本试验中烤虾的粘附性、内聚性和弹性是呈现先增大后减小的趋势,水分含量为28%时达到最高,而后明显下降,水分含量为31%时最低。这可能是由于水分含量高导致虾肉细胞间的结合力变小所致<sup>[12]</sup>。

2.4 水分含量对南极磷虾烤虾色泽的影响

采用色度学上CIE(国际照明委员会)推荐的LAB表色系统,对绞碎南极磷虾烤虾进行 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值测定,结果见表3。

表3 不同水分含量南极磷虾烤虾的 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值

Table 3 The value of  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  of roast antarctic krill with different moisture contents

水分含量 / %	$L^*$	$a^*$	$b^*$
22	$60.74\pm 1.74$	$15.77\pm 0.63$	$22.58\pm 0.91$
25	$62.18\pm 1.19$	$15.93\pm 0.79$	$23.13\pm 2.35$
28	$62.30\pm 1.89$	$14.06\pm 0.09$	$20.72\pm 1.08$
31	$62.09\pm 1.77$	$13.78\pm 0.09$	$19.09\pm 2.84$

由表3可知,  $L^*$ 值随着烤虾水分含量的提高有上升的趋势, 不同水分含量烤虾的  $L^*$ 值之间没有显著差异 ( $P>0.05$ ), 这说明在一定范围内, 水分含量对烤虾的亮度影响不大。  $a^*$ 、  $b^*$ 值随着烤虾水分含量的提高有下降的趋势, 且水分含量对烤虾的  $a^*$ 、  $b^*$ 值有一定的影响。水分含量为22%和25%烤虾的  $a^*$ 、  $b^*$ 值相对较高, 颜色较好, 并且与其它水分含量烤虾数值之间存在显著差异 ( $P<0.05$ )。Trespacios 等<sup>[13]</sup>认为, 在肌红蛋白含量恒定的情况下, 色泽会显著受到加工过程中其他参数的影响, 如脂肪和水分含量的添加或者减少。贾艳华等<sup>[4]</sup>研究了水分含量对软烤扇贝色泽的影响, 发现水分含量下降时,  $L^*$ 值会随着下降,  $a^*$ 、  $b^*$ 值会随着上升, 这与本研究的结果基本相一致。

表4 不同水分含量南极磷虾烤虾的RGB值

Table 4 The value of RGB of roast antarctic krill with different moisture contents

水分含量/%	R	G	B
22	243.67	201.34	199.64
25	249.81	214.12	200.72
28	234.84	201.47	189.53
31	217.14	186.17	173.08

根据格拉斯曼定律, 人的视觉对颜色的反应主要取决于红(R)、绿(G)、蓝(B)这三种颜色。RGB值就是将图像以数字化的信息表示出来, 对结果进行准确的量化处理, 并结合感官分析, 综合分析制品的色泽。表4是四种水分含量烤虾的RGB值, 根据RGB颜色对照表, 水分含量为22%和25%的烤虾的颜色介于淡紫红(205, 193, 197)和薄雾玫瑰1(255, 228, 225)之间, 水分含量为28%和31%的烤虾的颜色介于薄雾玫瑰2(238, 213, 210)和薄雾玫瑰3(205, 183, 181)之间。其中水分含量为22%的烤虾的颜色与粉红(255, 192, 203)接近, 颜色要比其它烤虾色泽好, 水分含量为28%的烤虾的颜色与薄雾玫瑰2(238, 213, 210)接近, 而且这四种烤虾的色泽均属于粉色系, 对外观的影响不是很大, 这与感官评分结果一致。

### 3 结论

3.1 南极磷虾烤虾的硬度、胶粘性、咀嚼性和剪切力均随着水分含量的降低而增大, 水分含量在25%、28%和31%时, 变化无显著差异 ( $P>0.05$ ); 水分含量为28%与25%样品的粘附性、内聚性和弹性相对较高;

通过对不同水分含量南极磷虾烤虾质构的测定, 认为水分含量在25%和28%时品质较好。

3.2 水分含量对南极磷虾烤虾  $L^*$ 值影响不大,  $a^*$ 、  $b^*$ 值随着样品水分含量的提高有下降的趋势,  $a^*$ 、  $b^*$ 值越大, 制品的色泽越好, 但通过对南极磷虾烤虾RGB值的测定, 四种样品的色泽都属于粉色系, 对外观的影响不是很大。因此, 水分含量在22%、25%、28%和31%的南极磷虾烤虾的色泽没有明显差异。

3.3 通过对不同水分含量的南极磷虾烤虾的质构和色泽进行分析, 结合感官评定, 认为南极磷虾烤虾的水分含量为28%时品质最佳。

### 参考文献

- [1] 王荣, 孙松. 南极磷虾渔业现状与展望[J]. 海洋科学, 1995, 4: 28-32
- [2] 陈雪忠, 徐兆礼, 黄洪亮. 南极磷虾资源利用现状与中国的开发策略分析[J]. 中国水产科学, 2009, 16(3): 451-458
- [3] 刘东红, 谢丹, 叶兴乾, 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
- [4] 贾艳华, 许钟, 杨宪时, 等. 水分含量对软烤扇贝质构和色泽的影响[J]. 食品与机械, 2010, 26(3): 47-50
- [5] 迟海, 李学英, 杨宪时. 南极磷虾加工利用研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22: 283-287
- [6] 许永安, 许健全, 廖登远, 等. SC/T 3305-2003 烤虾[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [7] 许钟, 杨宪时. 调味扇贝半干制品适宜水分含量的研究[J]. 水产学报, 1998, 22(2): 190-192
- [8] 王焕庆, 李学英, 杨宪时, 等. 水分含量对烤虾品质和贮藏性的影响[J]. 现代食品科技, 2011, 27(8): 901-904
- [9] Webb C, Casey H, Simela L. Goat meat quality[J]. Small Ruminant Research, 2005, 60(2): 153-166
- [10] 邱泽峰, 张良, 刘书成, 等. 冷冻贮藏对凡纳滨对虾肌肉质构特性的影响[J]. 南方水产科学, 2011, 7(5): 63-67
- [11] 林婉玲, 关熔, 曾庆孝, 等. 彩鲷和普通罗非鱼不同部位营养及质构特性的研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(1): 16-21
- [12] 戴志远, 崔雁娜, 王宏海. 不同冻藏条件下养殖大黄鱼鱼肉质构变化的研究[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(8): 188-191
- [13] Trespacios P, Reyes P. Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels [J]. Food Chemistry, 2007, 100(1): 264-272