

# 茶多酚结合真空包装对微冻鲈鱼片品质的影响

鞠健<sup>1,2</sup>, 胡佳慧<sup>1</sup>, 乔宇<sup>1</sup>, 李冬生<sup>2</sup>, 胡建中<sup>2</sup>, 廖李<sup>1</sup>, 汪兰<sup>1</sup>, 丁安子<sup>1</sup>, 吴文锦<sup>1</sup>, 石柳<sup>1</sup>, 李新<sup>1</sup>

(1. 湖北省农业科学院农产品加工与核农技术研究所/湖北省农业科技创新中心农产品加工分中心, 湖北武汉 430064) (2. 湖北工业大学生物工程与食品学院, 湖北武汉 430068)

**摘要:** 为探索鲈鱼片的保鲜方法, 该实验将新鲜鲈鱼片分别经空气包装、真空包装和真空结合茶多酚包装后贮藏于-2℃微冻条件下, 于贮藏第0、3、6、9、12、15、18、21 d测定鲈鱼片的菌落总数、挥发性盐基氮值(Total volatile basic nitrogen, TVB-N), pH值和水分分布等指标变化, 利用低场核磁共振(Low-field nuclear magnetic resonance, LF-NMR)技术测定鲈鱼片的水分弛豫时间( $T_{22}$ )和弛豫面积( $P_{22}$ )并结合感官评价对鲈鱼片贮藏过程中品质变化进行综合判断。结果表明: 随着贮藏时间的延长, 在微冻贮藏期间3种包装方式下鲈鱼的菌落总数、TVB-N值都随贮藏时间的延长而逐渐升高; pH值呈现先降低后升高的趋势; 弛豫时间 $T_{22}$ 、弛豫面积 $P_{22}$ 和感官评分都随着贮藏时间的延长呈现下降趋势, 其中真空结合茶多酚包装方式下鲈鱼品质保持最好。综上所述, 该研究证明在微冻条件下真空结合茶多酚包装处理能够较好的保持鲈鱼片的品质, 研究结果为选择鲈鱼片的较佳贮藏条件提供了理论依据。

**关键词:** 鲈鱼; 微冻; 品质控制; 感官评价

文章编号: 1673-9078(2018)01-104-110

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.1.017

## Effects of Tea Polyphenols Combined With Vacuum Packaging on the Quality of Micro-freezing Weever Fillets

JU Jian<sup>1,2</sup>, HU Jia-hui<sup>1</sup>, QIAO Yu<sup>1</sup>, LI Dong-sheng<sup>2</sup>, HU Jian-zhong<sup>2</sup>, LIAO Li<sup>1</sup>, WANG Lan<sup>1</sup>, DING An-zi<sup>1</sup>, WU Wen-jin<sup>1</sup>, SHI Liu<sup>1</sup>, LI Xin<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Agricultural Products Processing and Nuclear-Agricultural Technology, Hubei Academy of Agricultural Sciences/Hubei Province Agricultural Science and Technology Innovation Center of Agricultural Products Processing Wuhan 430064, China)(2. College of Bioengineering and Food, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

**Abstract:** In order to explore the preservation method of weever fillets, the effects of air packaging, vacuum packaging and vacuum+tea polyphenols packaging treatments on the quality of weever fillets during a storage period of 21 days at -2℃ were comparatively investigated. During storage, physicochemical properties such as the total number of colonies, total volatile basic nitrogen (TVB-N), pH value and moisture distribution in weever fillets were determined on the 12th, 15th, 18th and 21st days, respectively. The water relaxation time ( $T_{22}$ ) and relaxation area ( $P_{22}$ ) of weever fillets were illustrated by low-field nuclear magnetic resonance (LF-NMR) combined with sensory evaluation to evaluate the quality changes of weever fillets during storage. The results showed that with the extension of storage time, the total number of colonies and TVB-N of weever fillets increased with the prolongation of storage time under the three kinds of packaging methods during the period of micro-freezing, and the pH value decreased first and then increased, while  $T_{22}$ ,  $p_{22}$  and sensory scores all showed a decreasing trend with the extension of storage time. The results indicated that vacuum+tea polyphenols packaging treatment was the best for maintaining the quality of the weever fillets among the three different packaging treatments. In summary, the study showed that the vacuum packaging combined with tea polyphenols under micro-freezing conditions could better maintain the quality of weever fillets, and the results provided a theoretical basis for selecting the best storage conditions for weever fillets.

**Key words:** weever; micro-freezing; quality control; sensory evaluation

收稿日期: 2017-08-14

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金资助 CARS-46

作者简介: 鞠健(1989-), 男, 硕士, 研究方向: 水产品加工与保鲜; 胡佳慧(1995-), 女, 科研助理, 研究方向: 水产品加工与保鲜(共同第一作者)

通讯作者: 乔宇(1986-), 女, 博士, 副研究员, 研究方向: 农产品加工与保鲜

鱼类由于营养价值丰富、肉质鲜美具有高蛋白、低脂肪的特性,因此深受各国消费者的青睐。然而,由于新鲜鱼肉体内含有丰富的营养成分,及携带大量的细菌和酶类,导致其在加工、贮藏、运输和销售过程中极易发生腐败变质,即使是在冷冻贮藏条件下鱼肉制品也会受到微生物和体内酶类活动的影响<sup>[1,2]</sup>。根据相关资料介绍,全世界每年大约有30%的水产品因腐败变质而失去食用价值<sup>[3]</sup>。因此,如何控制水产品的品质,保证其质量和安全显得尤为重要。

目前关于鱼类常用的保鲜方法主要有低温保鲜、真空保鲜、化学保鲜及生物保鲜剂保鲜等,其中低温保鲜技术在水产品保鲜中应用最广泛。例如,-18℃以下的冻藏保鲜,0℃以上的冷藏保鲜,-4~0℃这个温度带的冰温保鲜和微冻保鲜<sup>[4]</sup>。冻藏保鲜虽然可以延长生物体的保鲜期,但冻藏技术易发生干耗现象,导致产品的品质和可接受性降低。目前,应用最为广泛的保鲜方式为冷藏保鲜,但冷藏保鲜的保鲜期较短且保鲜效果不佳<sup>[5]</sup>。冰温保鲜技术在果蔬领域的研究较多例如,魏文平和林本芳等<sup>[6,7]</sup>的研究均表明冰温贮藏可以有效的延长蓝莓和西蓝花的保鲜期,保持较好的食用品质。微冻保鲜又称为部分冷冻保鲜是一种轻度冷冻的保鲜技术,是指将生物体的温度降低至微低于细胞质液的冰点。微冻保鲜的货架期比冻藏产品短,但是在微冻保鲜条件下鱼体内产生的冰晶较少且较小,对细胞损伤小,能够较好地保持鱼肉的风味和质地。据相关研究报道,此保鲜技术能显著延长水产品货架期1.5~4倍<sup>[8]</sup>。因其良好的保鲜效果,近年来微冻保鲜技术备受关注,已广泛应用于各类水产品的保鲜研究。Liu Dasong等<sup>[9]</sup>研究了草鱼肉在微冻和冰藏过程中品质变化,结果发现与冰藏相比微冻保鲜能够较好的保持鱼肉的品质,使鱼肉保持较好的鲜度和口感。胡玥等<sup>[10]</sup>研究了微冻对带鱼品质及组织结构的影响。结果发现在较短的贮藏期内,微冻保鲜能够更好保持鱼肉组织结构的完整性,抑制其品质的劣化。但目前关于鲈鱼微冻保鲜的相关研究较为少见。

茶多酚的防腐作用主要是由于它可以抑制某些酶的活性,防止脂肪氧化。因此,茶多酚作为一种天然防腐剂和抗氧化剂被广泛地应用于水产品的保鲜。但是单一的生物保鲜剂保鲜不能达到理想的保鲜效果。因此,只有将保鲜剂与包装方式相结合才能达到较好的保鲜效果。相关研究发现<sup>[11]</sup>,使用真空包装将包装袋内的氧气限制在小于袋内空气体积的1%,便可以有效的抑制微生物的生长和繁殖。因此,在微冻贮藏条件下采用真空结合茶多酚处理的保鲜方法对于保持鲈鱼片的鲜度和品质,为养殖鱼类的低温贮藏保鲜新

技术提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料预处理

新鲜鲈鱼,规格800~900g,活体,购于武商量贩农科城店;尼龙包装袋(PA)市售。将运回实验室的鲜活鲈鱼去除头尾和内脏、取背部两边肌肉,剔掉鱼皮骨头,切片,清洗干净,备用。

将鱼片样本随机的分成3个处理组:1)空气包装组,将鱼片直接放入无菌蒸煮袋中封口;2)真空包装组,将鱼片放入无菌蒸煮袋中进行抽真空处理;3)真空结合茶多酚包装组,将鱼片置于0.2%的茶多酚溶液中浸泡60min,沥干后放入无菌袋中抽真空,包装密封。将处理好后的样品置于-2℃条件下贮藏,每隔3d对鱼片进行取样分析,每个分析处理3次。

### 1.2 实验指标的测定

#### 1.2.1 菌落总数(TVC)和挥发性盐基总氮(TVB-N)值的测定

分别参照GB 4789.2-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》和GB/T 5009.44-2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》<sup>[12,13]</sup>。

#### 1.2.2 pH值的测定

参照鞠健等<sup>[14]</sup>,取10.0g剪碎的,鱼肉加入100mL去离子水,均质后静置30min。过滤,取滤液50mL,用pH计测定。

#### 1.2.3 鱼肉白度测定

测量前剥开鱼肉表皮,暴露出肌肉。用便携式色差计测定L\*(亮度)、a\*(红度)和b\*(黄度)值,计算白度,每个样品重复测5次,取平均值。

$$\text{白度} = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

#### 1.2.4 汁液流失率测定

将新鲜鲈鱼块沥干水后,称重,并记录数据 $m_1$ 。贮藏过程中取样,去保鲜膜取出鱼肉,并用滤纸将鱼肉表面汁液吸干,称重记录数据 $m_2$ 。按公式计算汁液流失率:

$$x = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

式中: $m_1$ -新鲜鲈鱼沥干水后称重前质量(g); $m_2$ -保鲜处理后的质量(g)。

1.2.5 CPMG 脉冲序列-自旋-自旋弛豫时间  $T_2$  低场核磁测定参数的设置:其中将磁体温度、频率、半回波时间和个数分别设置为36℃、22MHz、

200 ms 和 500。检测结束后在核磁共振弛豫时间反演拟合软件 Ver4.09 中算出 T2，并用 Excel 导出并进行归一化处理。

将鱼片切成长、宽、高分别为 3 cm、1.5 cm 和 1.5 cm 置于检测管内垂直于梯度场方向进行成像试验，每个样品一式三份。

### 1.2.6 感官评价

表 1 感官评价表

Table 1 Sensory evaluation

分数	色泽 (20%)	气味 (30%)	肌肉形态 (30%)	肌肉弹性 (20%)
8~10	肌肉切面鲜亮、富有光泽	清新鱼鲜味	致密完整，纹理清晰	坚实富有弹性，手指压后凹陷立即消失
6~8	肌肉切面较亮、有光泽	较清新鱼鲜味变淡	紧密，纹理较清晰	坚实有弹性，手指压后凹陷较快消失
4~6	肌肉切面稍暗淡、稍有光泽	鱼鲜味消失腥味凸显	不紧密，纹理不清晰	较有弹性，手指压后凹陷消失较慢
2~4	肌肉切面较暗淡、无光泽	鱼鲜味消失有腥臭味	不紧密，局部松散	稍有弹性，手指压后凹陷消失很慢
0~2	肌肉切面暗淡、无光泽	有强烈腥臭味或氨味	不紧密，松散	无弹性，手指压后凹陷不消失

### 1.3 数据处理

采用 SPSS 18.0 进行方差分析，Origin 8.0 绘图并且多重比较采用 Duncan 检验。显著性水平设置为  $p < 0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌落总数的变化

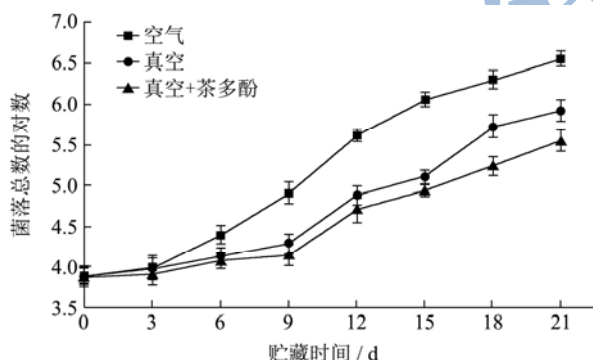


图 1 -2 °C 贮藏条件下鲈鱼菌落总数的影响

Fig.1 Effects of storage time on the total number of colonies of weever at -2°C

微生物的含量是衡量水产品腐败变质的一个重要指标。据相关文献介绍<sup>[16]</sup>水产品的可食用的菌落总数上限是 6.0 CFU/g，超出此范围即表示水产品已腐败变质。采用真空结合茶多酚处理鱼片，在真空条件下可以有效地抑制需氧菌的生长繁殖，再加上茶多酚与蛋白质的多种结合作用能够显著的抑制细菌的侵染，产生抑菌效果。新鲜的鲈鱼即鲈鱼在第 0 d 时的菌落总数最低为 3.8 CFU/g (见图 1)，这表明符合鲈鱼贮藏实验的要求。在整个贮藏期间的菌落总数随贮藏时间

参照高昕等<sup>[15]</sup>依据鱼肉的色泽、气味、组织形态和组织弹性进行感官评定，评定人员由 6 名经过专门训练的人员组成，具体评定标准如表 1。实验采用加权评分法，各指标权重设置为：色泽 20%、气味 30%、组织形态 30%、组织弹性 20%。各特性的平均分乘以其权重即为该特性分值，各特性之和为感官评分值，低于 5 分则视为不可接受。

的增加而逐渐升高，然而空白对照组的菌落总数增长速度显著 ( $p < 0.05$ ) 高于真空和真空+茶多酚处理组。在第 15 d 时，空白对照组的菌落总数就已经超过了水产品的可食用的菌落总数上限 6.0 CFU/g，达到了 6.2 CFU/g。到第 18 d 时真空和真空+茶多酚处理组的鱼肉菌落总数的含量分别为 5.77 和 5.2 CFU/g，此时仍然低于 6.0 CFU/g。到贮藏末期第 21 d 时空气、真空和真空+茶多酚处理组的鱼肉菌落总数的含量分别为 6.5、5.9 和 5.5 CFU/g。与初始时的菌落总数相比分别增加了 40.76%、34.46%和 29.96%。由此可见，真空和真空+茶多酚处理均能对鱼体内的微生物的生长繁殖起到一定的抑制作用，尤其是真空+茶多酚处理的抑菌效果更为明显。

### 2.2 TVB-N 的变化

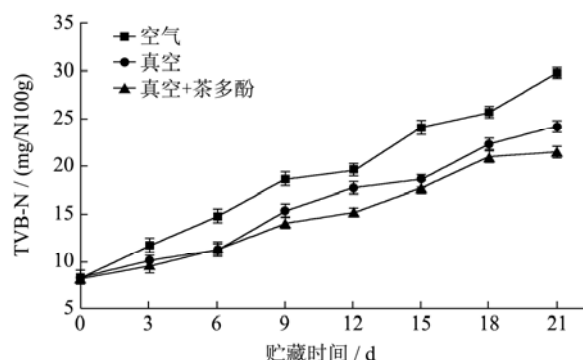


图 2 -2 °C 贮藏条件下 TVB-N 的影响

Fig.2 Effects of storage time on the TVB-N of weever at -2°C

TVB-N 的含量是衡量水产品贮藏期间肌肉蛋白质降解程度的一个重要指标<sup>[17]</sup>。根据 GB/T 18108-2008 《鲜海水鱼》规定，TVB-N ≤15 mg (N) /100 g 为一级品，≤20 mg(N)/100 g 为二级品，≤30

mg(N)/100 g 为三级品。在贮藏期间 TVB-N 的变化如图 2 所示, 初始 TVB-N 的含量最低为 8.32 mg(N)/100 g, 这与初始菌落总数的含量最低的结果相吻合。在整个贮藏期间鱼片的 TVB-N 的含量均呈不断增加的趋势, 空白对照组中的 TVB-N 含量增长速率显著 ( $p<0.05$ ) 高于真空和真空+茶多酚处理组。在第 16 d 时, 空白对照组的 TVB-N 含量达到了 24.2 mg(N)/100 g, 到贮藏末期第 20 d 时已近超出了三级品的标准为 31.4 mg(N)/100 g。然而, 真空和真空+茶多酚处理组的 TVB-N 含量在贮藏前 6 d 时未出现显著性的差异, 到贮藏末期第 21 d 时真空和真空+茶多酚组中 TVB-N 的含量分别为 24.07、21.50 mg(N)/100 g。由此可见, 真空和真空+茶多酚处理可以较好的抑制鲈鱼在贮藏期间 TVB-N 的增加尤其是真空+茶多酚处理组。此结果与鞠健等<sup>[14]</sup>在研究冷藏期间气调结合茶多酚可以显著抑制鲈鱼 TVB-N 的增加的结果相吻合。

### 2.3 pH 值的变化

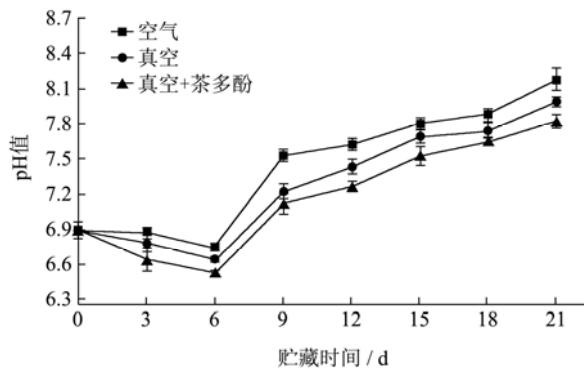


图 3 -2 °C 贮藏条件下鲈鱼 pH 的影响

Fig.3 Effects of storage time on the pH of weever at -2°C

鱼片肌肉在贮藏期间 pH 值的变化与其新鲜程度具有较为密切的关系, 因此 pH 值的变化可以作为评价鲜度的一个辅助指标。由图 3 可知, 所有组中鱼片的 pH 值在整个贮藏期间均呈先降低后上升的趋势, 这与 Gao 等<sup>[18]</sup>和 Song 等<sup>[19]</sup>报道的结果相一致。鱼片的初始 pH 值为 6.89, 随着贮藏时间的延长到第 6 d 时各组中的 pH 值达到最低值分别为空气组 6.73、真空组 6.63 和真空+茶多酚处理组 6.52。随着贮藏时间的延长 pH 值逐渐升高, 到贮藏末期第 21 d 时空气、真空和真空+茶多酚处理组的 pH 值分别达到了 8.81、7.99 和 7.82。鱼片在贮藏前期 pH 值下降的原因可能是因为鱼体内的糖原发生酵解产生乳酸, 也可能是由于鱼体死亡后进入僵硬阶段产生 CO<sub>2</sub> 在鱼体内形成碳酸所致。随着贮藏时间的延长 pH 值上升可能是由于在贮藏后期微生物生长繁殖以及鱼体内源酶的作用使鱼肉蛋白质发生降解, 产生了一系列的胺类物质。然

而, 在贮藏末期第 21 d 时真空+茶多酚处理组的鱼片的 pH 值仍然显著 ( $p<0.05$ ) 低于空白对照组。这可能是因为真空+茶多酚条件下二者的协同效应使鱼体表面的微生物以及鱼体内源酶的活力受到了不同程度的抑制, 降低了鱼肉蛋白质的降解速率。

### 2.4 白度的变化

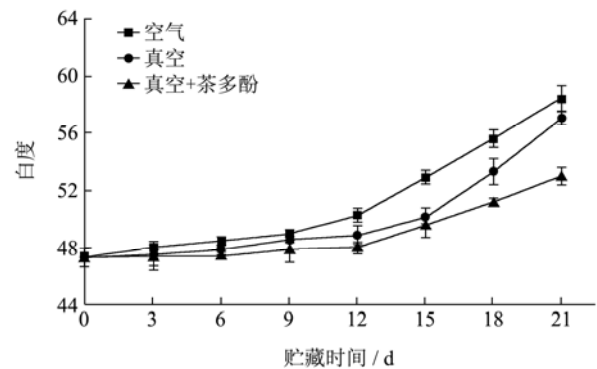


图 4 -2 °C 贮藏条件下鲈鱼白度的变化

Fig.4 Changes in white curves of weever at -2°C

从消费者的角度来看, 颜色也是评价鱼肉类产品新鲜程度的一个重要指标, 与感官评定相比, 白度将感官指标的色泽量化, 减少了环境和主观因素的干扰, 数据更可靠<sup>[20]</sup>。因此对于销售者来说色泽的稳定性也是一个重要的考量因素。鱼肉在 -2 °C 贮藏条件下的白度值在贮藏前 12 d 没有显著性的差异, 增加较为缓慢。在第 15 d 后快速上升, 到贮藏末期第 21 d 时空气、真空和真空+茶多酚处理组中鱼肉的白度值分别达到了 58.4、57.0 和 53.0 与初始值相比分别增加了 19.00%、17.01% 和 9.25%。真空+茶多酚处理组的鱼肉在整个贮藏期间能够维持较低的白度值, 这可能是因为真空+茶多酚处理可以较好的抑制了鱼肉蛋白质的氧化。

### 2.5 汁液流失率的变化

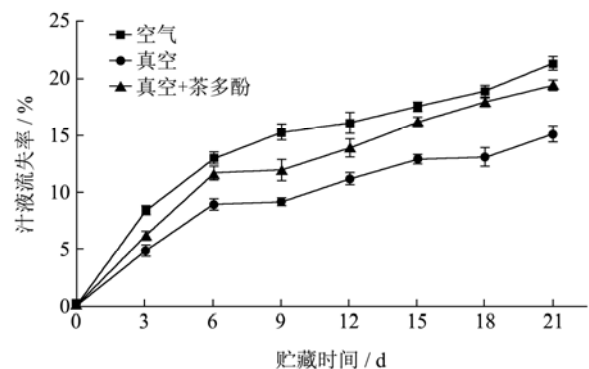


图 5 -2 °C 贮藏条件下汁液流失率的变化

Fig.5 Changes in juice loss rate of weever at -2°C

鱼肉在贮藏过程中的汁液流失情况可以用汁液流失率来表示。鱼肉在贮藏过程中汁液渗出会降低产品

的质量与口感,同时汁液流失也会为微生物的生长繁殖提供适宜的生长环境,从而影响鲈鱼的贮藏货架期<sup>[21]</sup>。由图5可知,鱼肉汁液流失率在整个贮藏期间均呈显著( $p<0.05$ )增加的趋势。在-2℃贮藏条件下不同处理方式的鱼肉汁液流失率在贮藏前期第6d显著( $p<0.05$ )增加,随着贮藏时间的延长汁液流失率的增加逐渐变得较为缓慢。在整个贮藏期间真空组中的鱼肉的汁液流失率增加最为缓慢,显著( $p<0.05$ )低于真空+茶多酚处理组和空白对照组。到贮藏末期第21d时鱼肉的汁液流失率分别为21.3%、15.1%和19.4%,且真空组中的鱼肉的汁液流失率在整个贮藏期间一直保持在较低的水平,这与范凯等<sup>[22]</sup>报道的结果类似;相对于空白对照组,真空可以有效的抑制鱼肉在贮藏期间汁液流失率的增加。而真空+茶多酚处理组中汁液流失率较大的原因可能是由于鱼肉的浸泡使浸入鱼肉中的茶多酚溶液在贮藏期间外渗所致。

## 2.6 鱼片水分变化的LT-NMR研究

鱼肉中水分的主要存在形式为不易流动水<sup>[23]</sup>,其在销售与贮藏加工过程中起主要作用,因此我们重点考察鱼肉在贮藏期间不易流动水 $T_{22}$ 的变化情况。在-2℃贮藏条件下所有组中样品的横向弛豫时间 $T_{22}$ 的变化分别如表2所示,随着贮藏时间的延长,所有组鱼肉中的 $T_{22}$ 值均呈不断下降的趋势,并且从总体来看真空+茶多酚处理组中的 $T_{22}$ 值的下降速率与真空和空气对照组相比下降较慢。 $T_{22}$ 值不断下降表明其向快弛豫方向移动,鱼肉中的水分子受到的约束力逐渐增大,水分活度逐渐减小,水的自由流动性下降。这可能是因为随着贮藏时间的延长鱼肉蛋白质发生变性导致空间结构发生了改变使肌肉组织变得更加紧密,被肌纤维截留的水分转为自由水。鱼片在-2℃贮藏条件下贮藏3d时,真空组和真空+茶多酚组中的 $T_{22}$ 值的下降速率显著( $p<0.05$ )高于空气对照组,之后趋于平缓。空气对照组中的 $T_{22}$ 值在贮藏末期第15d时发生了显著性( $p<0.05$ )的变化下降速率,到贮藏结束第21d时下降到了42.50ms。这可能是因为到贮藏末期时空气对照组中的样品已经严重变质,肌纤维之间的结构严重破坏,导致水分迁移速率显著降低。

由表3可知,在贮藏前期(前6d),所有组中的 $P_{22}$ 值有一个显著升高的趋势,由初始值70.00%增加到80.95%~82.50%。这可能是由于鱼体死后机体缺氧而导致一系列的反应发生,细胞膜的通透性增大,肌丝胀大,吸水能力增强所致<sup>[24]</sup>。贮藏后期 $P_{22}$ 含量总体呈逐渐下降趋势,这可能是因为随着贮藏时间的延长,鱼肉表面出现干耗且肌原纤维束丝不断收缩导致

细胞内的水分不断被排挤出来,使细胞内的不易流动水转变为自由水。据相关文献介绍<sup>[25]</sup>,鱼肉在贮藏期间肌原纤维蛋白发生氧化分解,使肌原纤维蛋白的空间结构发生了改变,最终导致蛋白表面残基(疏水与亲水)发生改变,因此,导致鱼肉中的不易流动水含量下降。由表可见在-2℃贮藏条件下,空气、真空和真+茶包装在贮藏末期第21d时的 $P_{22}$ 含量分别为60.50%、57.01%和59.58%。由此可见,不同的处理方式会影响鱼肉中不易流动水 $P_{22}$ 含量的改变。

表2 不同包装的鲈鱼片在-2℃贮藏过程中水分横向弛豫时间

T <sub>22</sub> 的变化			
Table 2 Changes in T <sub>22</sub> of different packaged weever fillets during storage at -2℃			
包装方式时间	空气	真空	真+茶多酚
0	57.00±3.09 <sup>a</sup>	57.00±3.09 <sup>a</sup>	57.00±3.09 <sup>a</sup>
3	55.55±1.25 <sup>b</sup>	53.93±0.54 <sup>b</sup>	53.46±0.49 <sup>b</sup>
6	52.50±1.67 <sup>c</sup>	52.95±1.36 <sup>c</sup>	53.84±2.21 <sup>b</sup>
9	50.80±2.03 <sup>c</sup>	51.10±1.70 <sup>d</sup>	51.40±1.05 <sup>c</sup>
12	51.44±1.75 <sup>d</sup>	49.59±0.89 <sup>de</sup>	50.95±0.57 <sup>cd</sup>
15	48.21±0.84 <sup>f</sup>	48.88±2.31 <sup>f</sup>	50.77±0.84 <sup>d</sup>
18	45.76±1.16 <sup>g</sup>	49.05±1.14 <sup>ef</sup>	48.67±1.19 <sup>e</sup>
21	42.50±0.58 <sup>h</sup>	47.01±0.79 <sup>g</sup>	48.48±2.30 <sup>e</sup>

表3 不同包装的鲈鱼片在-2℃贮藏过程中P<sub>22</sub>的变化

Table 3 Changes in P <sub>22</sub> of different packaged weever fillets during storage at -2℃			
包装方式时间	空气	真空	真+茶多酚
0	70.00±1.09 <sup>d</sup>	70.00±1.09 <sup>e</sup>	70.00±1.09 <sup>d</sup>
3	80.55±0.90 <sup>b</sup>	78.93±0.88 <sup>b</sup>	78.46±2.49 <sup>b</sup>
6	82.50±2.16 <sup>a</sup>	80.95±1.06 <sup>a</sup>	81.54±1.21 <sup>a</sup>
9	80.80±2.13 <sup>b</sup>	75.10±2.10 <sup>c</sup>	77.40±1.25 <sup>b</sup>
12	76.44±1.75 <sup>c</sup>	73.59±0.99 <sup>d</sup>	75.95±1.57 <sup>c</sup>
15	71.21±0.84 <sup>d</sup>	69.88±1.20 <sup>f</sup>	71.77±0.94 <sup>d</sup>
18	65.76±0.89 <sup>e</sup>	62.25±0.78 <sup>g</sup>	63.67±1.10 <sup>e</sup>
21	60.50±1.42 <sup>f</sup>	57.01±1.89 <sup>h</sup>	59.58±1.30 <sup>f</sup>

## 2.7 感官评价

鲈鱼的感官评价要素主要包括色泽、气味、组织形态和组织弹性等。感官评价是判断鲈鱼新鲜程度的另一个重要指标。鲈鱼在冷藏期间感官得分值的变化如图6所示,10分代表鲈鱼是处于完全新鲜的状态,低于5分则表明已经超出了可食用的范围。

感官得分值表明了与其它理化指标相似的模式,随着贮藏时间的增加鱼肉的接受性越来越低。到贮藏第15d时空白对照组中鱼片的感官得分值为5.1几乎已经达到了感官拒绝点而此时真空和真空+茶

多酚处理组中样品的感官得分值分别为 6.7 和 7.4。众所周知, 鱼的腐败变质会导致强烈的鱼腥, 腐臭和腐烂的气味。到贮藏末期第 21 d 时空气、真空和真空+茶多酚组中鱼片的感官得分值分别为 3.7、4.4 和 5.0 感官得分值的变化同其它的理化指标的变化基本相吻合。与对照组相比, 真空+茶多酚处理延长了鲈鱼 2~3 d 的保质期。

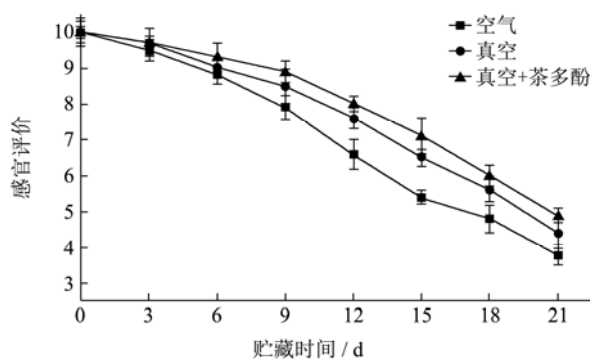


图 6 -2 °C 下鲈鱼片感官评价

Fig.6 Sensory evaluation of weever fillets stored at -2°C

### 3 结论

3.1 本文探讨了在微冻贮藏 (-2 °C) 条件下真空结合茶多酚处理对鲈鱼片品质的影响, 经研究发现真空结合茶多酚处理组的鲈鱼片在贮藏期间菌落总数, TVB-N 值和 pH 值显著低于对照组; 弛豫时间  $T_{22}$ 、弛豫面积  $P_{22}$  和感官得分值显著高于对照组, 肌肉组织结构的劣化较为缓慢, 结构完整性最好。这表明在微冻条件下真空结合茶多酚处理能够较好的保持鲈鱼片的品质。

3.2 随着人们生活水平的不断提高, 人们对水产品的鲜程度的要求也愈来愈高, 传统的保鲜方式已无法完全满足人们日益增长的需求, 因此深入研究水产品保鲜技术具有十分重要的意义。传统的工业贮藏多采用冷冻处理, 即先对水产品进行镀冰衣处理, 再通过低温速冻, 最后贮藏在 -18 °C 条件下。这种处理方式虽然可以获得更长的货架期, 但是并不能够有效改善水产品贮藏前期的品质劣化并且不可避免水产品冷冻和解冻期间的冻害。然而, 在微冻条件下水产品处于部分冻结的状态, 能够有效减少防止水产品因解冻造成的汁液流失并且能够降低能源和劳动力成本, 大大减少加工中运输成本。但是在目前来看微冻保鲜技术对设备的要求较高, 尤其是在贮藏过程中由于温度的微小波动就会对水产品的组织结构及品质造成破坏, 特别是在长期贮藏过程中。因此, 只有将微冻保鲜与包装方式相结合才能在保持水产品新鲜程度的同时显著提高其货架期。

### 参考文献

- [1] 鞠健, 胡建中, 廖李, 等. Nisin 结合辐照处理对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(21): 49  
JU Jian, HU Jian-zhong, LIAO Li, et al. Influence of Nisin combined with irradiation on quality of Weever during cold storage [J]. Science and Technology of Industry, 2016, 37(21): 49
- [2] Fernandez K, Aspe E, Roedel M. Sealing up parameters for shelf-life extension of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) fillets using superchilling and modified atmosphere packaging [J]. Food Control, 2010, 21(6): 857-862
- [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] Gallart-Jomet L, Rustad T, Barat J D, et al. Effect of superchilled storage on the freshness and salting behavior of Atlantic salmon fillets [J]. Food Chemistry, 2007, 103(4): 1268-1281
- [5] Einarsson H. Deep chilling (Superchilling, partial freezing)-a literature survey [J]. SIKs Service series (30). Gothenburg, Sweden, SIK-The Swedish Food Institute, Chalmers University of Technology, 1988
- [6] 魏文平, 华璐云, 王金庆, 等. 蓝莓冰温贮藏的实验研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(13): 346-348  
WEI Wen-ping, HUA Lu-yun, WAN Jin-qing, et al. Study on ice-temperature preservation of blueberry [J]. Science and Technology of Industry, 2012, 33(13): 346-348
- [7] 林本芳, 鲁晓翔, 李江阔, 等. 冰温贮藏对西兰花保鲜的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(19): 312-316  
LIN Ben-fang, LU Xiao-xiang, LI Jiang-kuo, et al. Effect of ice-temperature storage on the freshness retaining of broccolis [J]. Science and Technology of Industry, 2012, 33(19): 312-316
- [8] Magnussen O M and Haugland A. Advances in superchilling of food: process characteristics and product quality [J]. Trends in Food Science and Technology, 2008, 19(8): 418-424
- [9] Liu D, Linag L, Xia W S, et al. Biochemical and physical changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillets stored at -3 °C and degrees C [J]. Food Chemistry, 2013, 140(12): 105-114
- [10] 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  
HU Yue, YANG Shui-bing, YU Hai-xia, et al. Effect of

- superchilling on the quality and muscle tissue structure of *trichiurus haumela* [J]. Food Science, 2016, 37(18): 290-297
- [11] 张强,李媛媛,林向东,等.罗非鱼片真空微冻保鲜研究[J].食品科学,2011,32(4):232-236  
ZHANG Qiang, LI Yuan-yuan, LIN Xiang-dong, et al. Fresh-keeping technology for tilapia fillets by vacuum packaging followed by partial freezing [J]. Food Science, 2011, 32(4): 232-236
- [12] GB/T 4789.2-2010,食品微生物学检验—菌落总数测定[S]
- [13] GB/T 4789.2-2003,肉与肉制品卫生标准的分析方法[S]
- [14] 鞠健,程薇,乔宇,等.茶多酚结合包装对鲈鱼冷链物流过程中品质的影响[J].食品工业科技,2016,11(20):123-126  
JU Jian, CHENG Wei, QIAO Yu, et al. Effect of tea polyphenols combining with packaging on quality of weever in cold chain logistics [J]. Science and Technology of Industry, 2016, 11(20): 123-126
- [15] 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,2010,123(31):420  
GAO Xin, HAN Fang, XU Jia-chao, et al. Freshness and texture changes of *Lateolabrax japonicus* meat during partially frozen storage [J]. Journal of Fisheries of China, 2010, 123(31): 420
- [16] 鞠健,汪超,廖李,等.低剂量辐照对冷藏期间鲈鱼品质的影响[J].食品科技,2016,7:157-162  
JU Jian, WANG Chao, LIAO Li, et al. Effect on weever quality of low dose irradiation during cold storage [J]. Food Science and Technology, 2016, 7: 157-162
- [17] Fan W J, Chi Y L, Zhang S. The uses of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice [J]. Food Chemistry, 2008, 108(1): 148-153
- [18] Gao M, Feng L, Jiang T, et al. The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage [J]. Food Control, 2014, 37: 1-8
- [19] Song Y L, Liu L, Shen H X, et al. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*) [J]. Food Control, 2010, 157: 1-8
- [20] Robb D, Kestin S, Warriss P. Muscle activity at slaughter: I. Changes in flesh colour and gaping in rainbow trout [J]. Aquaculture, 2000, 182(3): 261-269
- [21] 鞠健,胡建中,廖李,等.Nisin 结合辐照处理对冷藏鲈鱼品质的影响[J].食品工业科技,2016,37(21):49  
JU Jian, HU Jian-zhong, LIAO Li, et al. Influence of Nisin combined with irradiation on quality of Weever during cold storage [J]. Science and Technology of Industry, 2016, 37(21): 49
- [22] 范凯,乔宇,廖李,等.不同包装方式对冷藏鲈鱼品质的影响[J].食品工业科技,2016,37(7):55  
FAN Kai, QIAO Yu, LIAO Li, et al. Influence of packaging way on the quality of weever during cold storage [J]. Science and Technology of Industry, 2016, 37(7): 55
- [23] 朱迎春,马俪珍,党晓燕,等.基于 LF-NMR 研究包装方式和温度对鲈鱼片保水性的影响[J].农业工程学报.2016, 32(20):281-289  
ZHU Ying-chun, MA Li-zhen, DANG Xiao-yan, et al. Effect of packaging and storage temperature on water holding capacity of catfish fillets during storage based on low field NMR [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(20): 281-289
- [24] Bertram H C, Schäfer A, Rosenvold K, et al. Physical changes of significance for early post mortem water distribution in porcine *M. longissimus* [J]. Meat Science, 2004, 66(4): 915-924
- [25] Bertram H C, Engelsen S B, Busk H, et al. Water properties during cooking of pork studied by low-field NMR relaxation: Effects of curing and the RN-gene [J]. Meat Science, 2004, 66(2): 437-446