

白鲢鱼鳞冻在低温下常压包装与真空包装贮藏过程中的品质变化

张童昊, 孙若文, 熊善柏, 尤娟, 尹涛*

(华中农业大学食品科学技术学院, 国家大宗淡水鱼加工技术研发分中心(武汉), 湖北武汉 430070)

摘要: 该研究在 4 °C 下, 比较常压包装和真空包装下鱼鳞冻贮藏品质变化, 探究最佳包装方式和贮藏时间。随着贮藏时间的延长, 常压组的 pH 值先由 7.27 升至 7.51, 后降至 6.54, 而真空组鱼鳞冻的 pH 值则由 7.23 持续降低至 6.92。常压和真空的凝胶强度分别由 104.12、113.66 g mm, 先缓慢下降至 91.43、100.53 g mm, 然后在第 15 天急剧下降至 39.93、75.76 g mm。常压和真空包装鱼鳞冻的 TVB-N 值逐渐由 2.29、1.91 mg/100 g, 增加到 3.24、3.01 mg/100 g。两种包装的总菌数逐渐增加, 常压组在第 3 天达到 5.23 lg CFU/g, 真空包装组在第 11 天达到 6.12 lg CFU/g。常压包装中的鱼鳞冻分类操作单元 (Operational Taxonomic Units, OTU) 数目为 26 个, 真空包装中的鱼鳞冻 OTU 数目为 70 个, 其中有 17 个 OTU 是共有的。真空包装组样品的菌群多样性、物种丰富度均高于常压包装, 主要腐败菌不同。真空包装优势菌为环丝菌属, 主要为热杀索丝菌 (*Brochothrix thermosphacta*)。研究表明, 4 °C 下真空包装可有效延长鱼鳞冻保质期, 短期内可保持品质; 两种包装方式下菌相组成不同, 真空包装应主要抑制环丝菌属, 常压包装应主要抑制假单胞菌属。

关键词: 鱼鳞冻; 真空包装; 常压包装; 菌相

文章编号: 1673-9078(2023)06-108-114

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.6.0723

Quality Change of Silver Carp Scales Jelly during Storage at a Low Temperature in Normal Atmospheric or Vacuum Packaging

ZHANG Tonghao, SUN Ruowen, XIONG Shanbai, YOU Juan, YIN Tao*

(College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, National R&D Branch Center for Conventional Freshwater Fish Processing, Wuhan 430070, China)

Abstract: In this study, the quality changes of fish scales jelly during storage at 4 °C in normal atmospheric packaging or vacuum packaging were compared, to explore the optimal packaging method and storage time. With the extension of storage time, the pH value of the normal pressure group first increased from 7.27 to 7.51, then decreased to 6.54, whilst the pH value of the vacuum group decreased continuously from 7.23 to 6.92. The gel strength under normal pressure and vacuum decreased slowly from 104.12 g mm to 91.43 g mm and 113.66 g mm to 100.53 g mm, respectively, and then dropped sharply to 39.93 g mm and 75.76 g mm, respectively, on the 15th day. The TVB-N values of normal pressure and vacuum packaging increased gradually from 2.29 mg/100 g and 1.91 mg/100 g to 3.24 mg/100 g and 3.01 mg/100 g, respectively. The total bacterial count for the two packaging groups increased gradually, reaching 5.23 lg CFU/g on the third day for the normal pressure group and 6.12 lg CFU/g on the 11th day for the vacuum packaging group. The number of operational taxonomic units (OTUS) for the atmospheric packaging was 26, and the number of OTUS for the vacuum packaging was 70, of which 17 OTUS were in common. The bacterial diversity and species richness of the samples in the vacuum packaging group were higher than those in the atmospheric packaging group, with

引文格式:

张童昊, 孙若文, 熊善柏, 等. 白鲢鱼鳞冻在低温下常压包装与真空包装贮藏过程中的品质变化[J]. 现代食品科技, 2023, 39(6): 108-114.

ZHANG Tonghao, SUN Ruowen, XIONG Shanbai, et al. Quality change of silver carp scales jelly during storage at a low temperature in normal atmospheric or vacuum packaging [J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(6): 108-114.

收稿日期: 2022-06-08

基金项目: 现代农业产业技术体系专项基金 (CARS-45-27)

作者简介: 张童昊 (2000-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 水产品加工贮藏, E-mail: 2572837221@qq.com

通讯作者: 尹涛 (1986-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 水产品加工贮藏, E-mail: yintao@mail.hzau.edu.cn

the main spoilage bacteria being different. The dominant bacteria in the vacuum packaging group were *Brochothrix*, mainly *Brochothrix thermosphacta*. The research results showed that vacuum packaging at 4 °C can effectively extend the shelf life of fish scale jelly and maintain the quality in the short term. The composition of the bacterial phase differed between the two packaging methods. The vacuum packaging should inhibit mainly *Brochothrix*, whilst the atmospheric pressure packaging should inhibit mainly *Pseudomonas*.

Key words: fish scales jelly; vacuum packaging; atmospheric packaging; fungus phase

鱼类在加工生产过程中会产生大量的副产物,其中鱼鳞占总质量的2%~3%^[1]。鱼鳞含有高质量的胶原蛋白,广泛应用于食品和护肤品中广泛使用^[2]。鱼鳞经熬煮冷却后制成鱼鳞冻,其色泽晶莹剔透,有补钙、美容、抗衰老的功效^[3]。开发鱼鳞冻制品是实现鱼鳞综合利用的一种有效途径,既能提高企业经济效益,也能促进水产加工业发展。然而鱼鳞冻中含有大量的水分,为微生物的生长提供了条件,在贮藏过程中极易腐败变质,从而影响其经济价值和食品安全。因此,选择合适的包装方式对保障鱼鳞冻的食用安全,促进行业发展极其重要。

常压包装和真空包装是预制菜的两种常用包装方式^[4]。真空包装可以大幅降低氧气含量,抑制脂肪、蛋白质的氧化^[5]和好氧微生物的生长,便于预制菜的运输和流通,且不会影响产品原有品质。高娜娜等^[6]研究发现,相对普通包装,真空包装可以延缓镜鲤鱼肉感官品质的下降;陈美花等^[7]研究了鲑鱼在4 °C下的真空包装和普通包装的感官、总挥发性盐基氮(Total Volatile Basic Nitrogen, TVB-N)值、pH值的变化,发现真空包装的保鲜效果更佳;Kachele等^[8]对不同真空度(30、50 kPa、常压4 °C)贮藏的鲑鱼片进行测定,发现在30 kPa下贮藏的鲑鱼片保质期最长,活菌数量最少。目前,尚未见常压包装和真空包装对鱼鳞冻在冷藏过程中品质和微生物变化影响的研究报道。

因此,本研究采用真空包装和常压包装两种方式,研究鱼鳞冻在贮藏过程中pH值、凝胶强度、TVB-N值及菌落总数的变化;采用高通量测序法研究不同包装条件下的腐败菌,并确定最佳的包装方式,以期实现靶向抑菌,为延长货架期提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 原料

白鲢鱼鳞,购于洪湖市井力水产食品股份有限公司。

1.2 鱼鳞冻的制备

水和鱼鳞的比例为4:1,添加质量分数0.80%的卡拉胶,于90 °C恒温水浴锅中熬煮90 min,过滤后置

于4 °C冰箱冷藏,选择真空包装和常压包装两种方式,用自封袋包装,标记待用,分别测定贮藏1、3、7、11、15 d后鱼鳞冻各指标的变化。

1.3 主要仪器设备

HH-4 数显恒温水浴锅,上海力辰邦西仪器科技有限公司;YP 30002 电子天平,上海衡际科学仪器有限公司;半微量凯氏定氮仪,四川蜀玻(集团)有限责任公司;TA-XT plus 质构仪,英国 Stable Micro System 公司;SHP-250 恒温培养箱,上海精宏实验设备有限公司;FE28 pH 计,美国 Mettler Toledo 公司;DZ400-ZD 真空包装机,上海余特包装机械制造有限公司;F-400 SEALER 热塑封口机,广州越兴兄弟包装有限公司;ZM-100 反压蒸煮消毒锅,广州标记包装设备有限公司;FastPfu Polymerase,北京全式金生物技术有限公司;ABI GeneAmp@9700 PCR 仪,美国 ABI 公司;DYY-6C 电泳仪,北京六一生物科技有限公司;Illumina MiSeq/NovaSeq 高通量测序,上海美吉生物医药科技有限公司。

1.4 实验方法

1.4.1 贮藏过程中鱼鳞冻 pH 值的测定

参照 GB 5009.237-2016《食品安全国家标准食品 pH 值的测定》^[9]的方法测定。

1.4.2 贮藏过程中鱼鳞冻凝胶强度的测定

参考张芷芸等^[10]方法测定,并做适当修改。采用 TA-XT plus 质构仪测定凝胶强度,参数设定:使用 P/0.5 S 探头,下压高度为 4.00 mm,下压速度为 1.00 mm/s。凝胶强度为破断力与破断距离的乘积(g mm)。每个样品取 3 个平行样测 3 次,取平均值。

1.4.3 贮藏过程中鱼鳞冻挥发性盐基氮的测定

参照 GB 5009.228-2016《食品安全国家标准食品中挥发性盐基氮的测定》^[11]的方法测定。取样品 10.00 g,加入 100.00 mL 水,静置浸渍 30 min,经滤纸过滤后取滤液备用。向接收瓶内加入 10.00 mL 硼酸溶液,5 滴混合指示液,准确吸取 10.00 mL 滤液和 5.00 mL 氧化镁混悬液,注入反应室,蒸馏 5 min 后将液面离开冷凝管下端,再蒸馏 1 min 后取下蒸馏液接收瓶,用 0.01 mol/L 盐酸溶液滴定至终点。使用 1 份

甲基红乙醇溶液与 5 份溴甲酚绿乙醇溶液混合指示液, 终点颜色至紫红色。TVB-N 含量按照式 (1) 计算:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times c \times 14}{m \times \frac{V}{V_0}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

X——TVB-N 含量, %;

V_1 ——盐酸或硫酸标准滴定溶液的体积, mL;

V_2 ——试剂空白消耗盐酸或硫酸标准滴定溶液的体积, mL;

c ——盐酸或硫酸标准滴定溶液浓度, mol/L;

m ——样品质量/g;

V ——准确吸取的滤液体积, $V=10.00$ mL;

V_0 ——样液总体积, $V_0=100.00$ mL。

1.4.4 贮藏过程中鱼鳞冻菌落总数的测定

参照 GB 4789.2-2016《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》^[12]的方法进行测定。采用平板倾注法计数, 使用 PCA 平板计数, 在 37 °C 条件下培养 48 h 后计数, 结果以菌落总数的对数值表示。

1.4.5 贮藏过程中鱼鳞冻大肠菌群数的测定

GB 4789.3-2016《食品安全国家标准食品微生物学检验大肠菌群计数》^[13]的方法进行测定。采用平板计数法测定, 使用结晶紫中性红胆盐琼脂平板计数, 在 36 °C 条件下培养 18~24 h 后计数, 挑选可疑菌落于 BGLB 肉汤管内, 36 °C 培养 24~48 h, 观察产气情况, 产气即为大肠菌群阳性。

1.4.6 贮藏过程中鱼鳞冻菌相分析

取贮藏 15 d 的真空包装样品和常压包装样品各 5.00 g, 于 -80 °C 冰箱冻存。提取样品细菌总 DNA, 采用 341F-806R 为引物扩增细菌 16S V3-V4 区。测序样品细菌基因组 16S V3-V4 区扩增后, 采用 NEXTFLEX Rapid DNA-Seq Kit 进行建库, 并利用 Illumina 公司 Miseq PE300/Nova Seq PE250 平台测序 (上海美吉生物医药科技有限公司)。采用 fastp 软件对原始测序序列质控, 使用 FLASH 软件拼接, 利用 RDPclassifier 对每条序列作物种分类注释, 比对 Silva 16S rRNA 数据库 (v138), 设置比对阈值为 70%, 并在不同物种分类水平下统计每个样本的群落组成。

1.5 数据分析

每组实验 3 个平行, 采用 Origin Lab (2021) 和 SPSS (20.0) 处理实验数据, 结果采用“平均值±标准差”表示。显著性方法为最小显著性差异法 LSD (Least Significant Difference), $P < 0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 pH 值

贮藏过程中 pH 值是衡量产品新鲜度的重要指标, 由于鱼鳞冻中的营养物质被分解, 影响样品 pH 值。由图 1 可知, 贮藏时间从 1 d 增加到 7 d, 常压包装的鱼鳞冻 pH 值从 7.27 升至 7.51。然后, pH 值不断降低, 在第 15 天达到 6.54。贮藏前期 pH 值持续升高的原因可能是蛋白质被微生物分解后生成胺类等物质^[14], 使 pH 值升高; 后期 pH 值降低则可能是由于有机物被微生物分解产生酸类物质^[15], 使得样品的 pH 值降低, 这与崔天琦等^[16]、Chan^[17]等的研究结果一致。

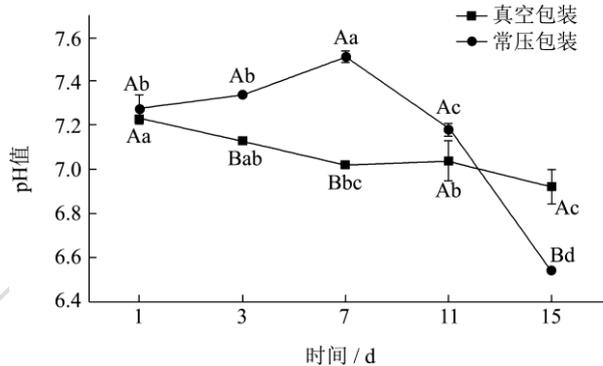


图 1 不同包装的鱼鳞冻在冷藏过程中 pH 值的变化

Fig.1 Changes in pH value of fish scale jelly under different packaging conditions

注: 不同的大小写字母表示显著性差异 ($P < 0.05$)。下同。

随着贮藏时间延长, 真空包装样品的 pH 值从 7.23 逐渐下降至 6.92。在实验进行的前 11 d, 真空包装鱼鳞冻的 pH 值较低, 其原因可能是真空条件更利于微生物分解碳水化合物生成有机酸等。这与李其轩等^[18]研究经不同包装方式的肉粉肠, 发现真空包装下肉粉肠 pH 值持续降低的实验结果一致。

2.2 凝胶强度

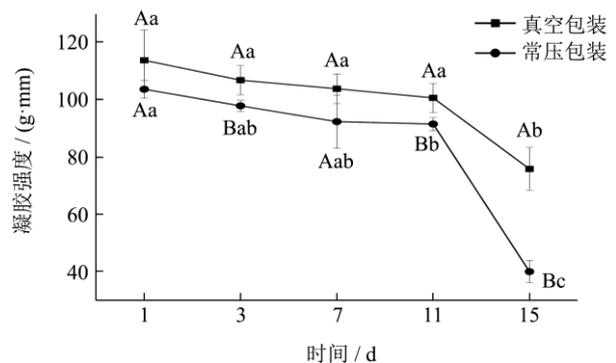


图 2 鱼鳞冻在不同包装条件下凝胶强度的变化

Fig.2 Changes in gel strength of fish scale jelly under different packaging conditions

凝胶强度是评定明胶类产品质量的标准之一。由

图 2 可知,随着贮藏时间的延长,两种包装的鱼鳞冻凝胶强度均显著下降。贮藏第 1 天常压和真空组的凝胶强度分别为 104.12、113.66 g mm,贮藏时间延长至 11 d 时,两组均缓慢下降。在第 15 天,常压和真空组样品均急剧下降到 39.93、75.76 g mm,相比第 1 天分别降低了 62.87%, 30.94%。在贮藏期间,微生物增殖和蛋白变性会引起蛋白凝聚,凝胶有序结构被破坏,致使凝胶强度降低^[19]。在相同贮藏时间下,真空组的凝胶强度均高于常压组,且贮藏至 11 d 后,两种包装方式的凝胶强度值具有显著性差异,这表明真空包装能在一定程度上减缓鱼鳞冻在冷藏过程中凝胶强度的降低。

2.3 挥发性盐基氮

肉制品在自身的酶和微生物作用下,大量蛋白质被分解产生氨、胺类等,从而增加了产品中的氮含量,因此可以根据 TVB-N 值反映肉的腐败程度^[20]。TVB-N 值是衡量食品新鲜度的重要指标,根据 GB 10136-2015《食品安全国家标准动物性水产制品》^[21]规定,水产制品中 TVB-N \leq 30 mg/100 g。鱼鳞冻在 4 °C 冷藏过程中的 TVB-N 值变化如图 3 所示,随着贮藏时间的延长,两种包装方式下的鱼鳞冻的 TVB-N 值均显著升高,与陈媚依等^[22]研究结果一致。

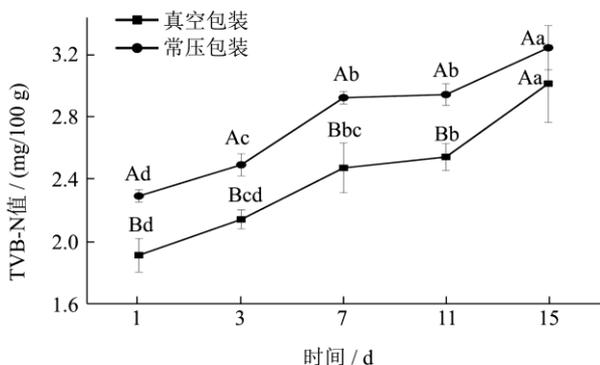


图 3 鱼鳞冻在不同包装条件下 TVB-N 值的变化

Fig.3 Changes in TVB-N value of fish scale jelly under different packaging conditions

贮藏过程中 TVB-N 值从 2.29 mg/100 g 升至第 15 天的 3.24 mg/100 g,而真空组的鱼鳞冻 TVB-N 值由第 1 天的 1.91 mg/100 g 升至 3.01 mg/100 g,说明真空包装可以抑制微生物的活动,延缓挥发性盐基氮含量的增加,从而延缓鱼鳞冻的腐败速度,Kachele 等^[8]人在研究真空包装的鲑鱼片时也得出相似的结论。

第 15 天两种包装的鱼鳞冻 TVB-N 值分别为 3.01 mg/100 g、3.04 mg/100 g,均低于国标规定限量值。

2.4 菌落总数

微生物是引起大多数食品腐败的主要因素之一,

菌落总数代表样品中微生物的数量,反映鱼鳞冻的腐败状况。由图 4 可知,贮藏期间两种包装方式的鱼鳞冻菌落总数均呈显著上升趋势,在第 3 天至第 11 天常压包装组的菌落总数显著高于真空包装组。常压包装的鱼鳞冻在第 3 天超过最高安全限量值 5.00 lg CFU/g^[21],达到 5.23 lg CFU/g,第 15 天菌落总数为 10.32 lg CFU/g,已严重腐败;真空包装的样品于第 11 天超过最高安全限量值 5.00 lg CFU/g,达到 6.12 lg CFU/g。真空包装可以延长保质期,主要原因是真空组降低包装内氧气的含量,抑制好氧微生物的生长、代谢与繁殖。

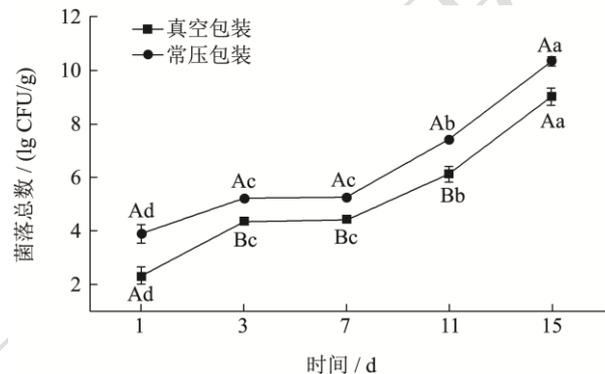


图 4 鱼鳞冻在不同包装条件下菌落总数值的变化

Fig.4 Changes in the total number of colonies of fish scale jelly under different packaging conditions

2.5 大肠菌群

实验检测出的大肠菌群为 0,表明鱼鳞冻未被大肠杆菌污染,符合 GB 10136-2015《食品安全国家标准动物性水产制品》^[21]规定的大肠菌群不超过 10 CFU/g 标准。

2.6 微生物菌群多样性

2.6.1 细菌群落 Alpha 多样性分析

采用 Illumina Miseq 测序仪对 2 个样本进行检测后共得到 88 266 条有效序列数目,序列平均长度为 425 bp,分组注释 OTU,并基于 OTU,对 Alpha 多样性进行分析,结果见表 1。表 1 为不同包装方式下鱼鳞冻细菌群落多样性检测结果,覆盖率反映各样本文库的覆盖程度,即样本中序列被测出的概率^[23],两种包装方式的样品检测覆盖率均达到 99% 以上,即存在未被检出序列可能性较小,所建文库较准确反映待测鱼鳞冻中细菌群落多样性。Chao、Ace 指数是用来评价微生物菌群丰富度,数值越高表示群落物种丰富度越高^[24]。常压组的样品 Chao、Ace 指数分别为 15、50.46,真空组的样品 Chao、Ace 指数分别为 70.19、71.03,常压包装的样品指数均低于真空包装,表明常压包装的样品中菌群丰富度低于真空条件下的样品。

表 1 不同包装方式的鱼鳞冻微生物 Alpha 多样性指数表

Table 1 Alpha diversity index of fish scale jelly with different packaging methods

组别	Ace 指数	Chao 指数	覆盖率	Shannon 指数	Simpson 指数
常压包装	50.46	15.00	0.99	0.24	0.90
真空包装	71.03	70.19	0.99	0.49	0.81

Shannon 指数、Simpson 指数也常用来鉴定菌落的多样性, Shannon 指数越大, 物种数量相应的越多, Simpson 指数则相反。由表 1 可知, 真空组样品的群落多样性高于常压组样品的菌落多样性, 与李其轩等^[18]结果一致。

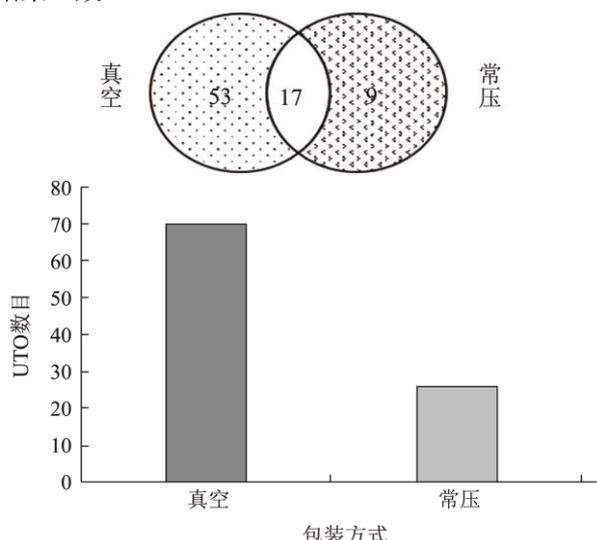


图 5 不同包装方式的鱼鳞冻表面菌群 OTU Venn 图

Fig.5 OTU Venn diagram of the surface flora of fish scale jelly with different packaging methods

根据 OTU 总数绘制 Venn 图, 通过 Venn 图可以直观的看出样品菌群间的差异性。通过 Venn 图可知, 真空包装条件下冷藏的鱼鳞冻 OTU 数目为 70 个, 常压包装条件下冷藏的鱼鳞冻 OTU 数目为 26 个, 其中有 17 个 OTU 是共有的, 这表明经过不同处理后的样品, 菌群结构差异性较大。

2.6.2 细菌群落组成分析

有研究表明, 在冻结温度以上, 不同水产品的特定腐败菌的活动是其品质劣变的主要原因之一^[25]。物种相对丰度柱形累加图可以直观体现样品门、属和种水平上相对丰度排名靠前的物种及其比例。由图 6 可知, 在门水平上, 常压组以变形菌门 (Proteobacteria) 为主, 占 87.76%, 除此之外还包括占比 12.23% 厚壁菌门 (Firmicutes); 真空组的主要菌门为厚壁菌门 (Firmicutes)、放线菌门 (Actinobacteriota)、变形菌门 (Proteobacteria), 其中厚壁菌门占比 89.66%, 占优势地位。与真空组相比, 常压组中变形菌门相对丰度增加, 厚壁菌门降低, 群落多样性低, 与上述微生物 Alpha 多样性一致, 可能是由于在贮藏过程中, 优

势菌占主导地位, 丰度较低及生存能力差的菌群逐渐消亡, 导致常压组菌群多样性低^[26,27], Zhao 等^[28]在研究海鲈鱼在常压保存丰度的时候也得出相似的结论, 优势菌种会决定腐败特征^[29]。

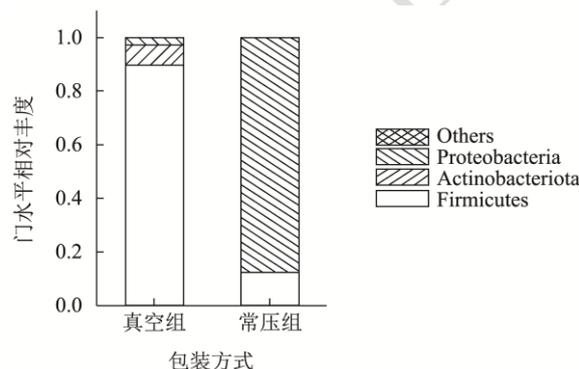


图 6 基于门水平的样品细菌群落丰度

Fig.6 Bacterial community abundance on phylum level

由图 7 可知, 常压包装的鱼鳞冻中菌属主要是由占 40.19% 的假单胞菌属 (*Pseudomonas*)、占 26.13% 的短波单胞菌 (*Brevundimonas*)、占 20.19% 的不动杆菌属 (*Acinetobacter*)、占 6.60% 的类芽孢杆菌属 (*Paenibacillus*) 和占 1.98% 的乳球菌 (*Lactococcus*) 组成, 其中假单胞菌属是常压包装后贮藏的优势菌群, 与 Li 等^[30]观察菌种变化时的研究结果一致, 同时 Wang 等^[31]也通过研究, 确定假单胞菌属 (*Pseudomonas*) 和气单胞菌 (*Aeromonas*) 属淡水鱼冷藏过程中的优势腐败菌; 许钟等^[32]通过建立罗非鱼腐败菌生长动力学模型, 确定假单胞菌为 0、5 和 10 °C 冷藏养殖罗非鱼货架期终点的特定腐败菌。

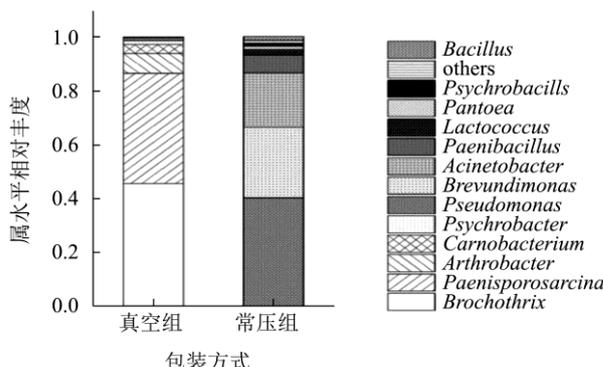


图 7 基于属水平的样品细菌群落丰度

Fig.7 Sample bacterial community abundance based on genus level

真空包装的鱼鳞冻中菌属主要由占 45.46% 的环

丝菌属 (*Brochothrix*)、占 40.88% 的类芽胞八叠球菌 (*Paenisporosarcina*)、占 7.36% 的节杆菌属 (*Arthrobacter*)、占 3.25% 的肉杆菌属 (*Carnobacterium*) 和占 1.5% 的嗜冷杆菌属 (*Psychrobacter*) 组成, 其他细菌丰度不足 1%。结果显示, 环丝菌属为真空包装鱼鳞冻的优势菌群。相关报道表明环丝菌是微需氧微生物, 常在真空包装和气调包装中检测到, 是引起肉制品腐败的主要微生物^[33,34], 与本实验结果一致。种水平进一步分析为热杀索丝菌 (*Brochothrix-thermosphacta*), 热杀索丝菌是 G⁺ 兼性厌氧型长杆菌, 容易导致真空保存的冻品肉类腐败。在真空和低温环境下, 热杀索丝菌易在水产品中增殖形成优势菌, 从而导致食品的腐败和变质, 通常在真空包装和气调包装中检测到, 热杀索丝菌具有多种酶, 通常代谢糖类产生 L(+) 乳酸, 验证图 1 中 pH 值下降的结论^[35]。Silbade 等^[36] 在研究气调包装的冷冻金枪鱼时也得出类似的结论。

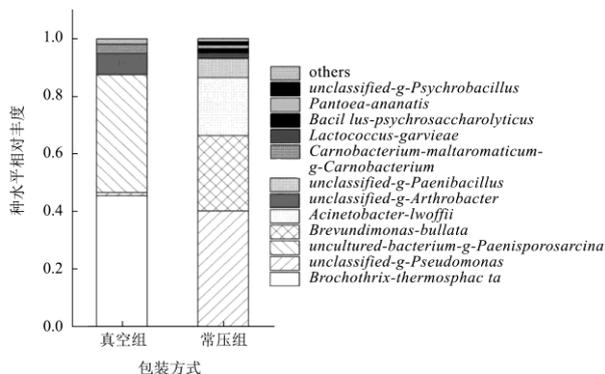


图 8 基于种水平的样品细菌群落丰度

Fig.8 Bacterial community abundance on species level

3 结论

在两种包装方式下, 常压包装的鱼鳞冻 pH 值先升高至 7.51, 后降低至 6.54 而真空包装组的 pH 值逐渐下降至 6.92。在贮藏期间, 真空组样品凝胶强度始终高于常压组, 第 11 天后下降速度加快; 相比第 1 天的凝胶强度, 常压和真空组分别下降 62.87%, 30.94%。基于 TVB-N 值和菌落总数, 两种方式的保质期分别为 1 d 和 7 d。在微生物指标方面, 本实验采用高通量测序方法, 探明两种贮藏方式的优势腐败菌属有差别, 真空组样品的主要腐败菌为环丝菌属, 常压组样品主要腐败菌为假单胞菌属, 为靶向性抑制鱼鳞冻中菌落变化提供理论基础。基于实验结果可以得出, 在 4 °C 下贮藏鱼鳞冻时, 应该选择真空包装方式, 会有利于保持鱼鳞冻的品质。

参考文献

[1] 吴潇扬,熊善柏,尤娟,等.采用“梯度升温法”提取鱼鳞明胶

及其理化特性的研究[J].现代食品科技,2019,35(2):118-125.

- [2] 蒋玉.鲟鱼鳔胶原蛋白延缓皮肤自然衰老作用及分子机制研究[D].镇江:江苏大学,2019.
- [3] 蒋挺大.胶原鱼胶原蛋白[M].化学工业出版社.北京.2006.
- [4] 顾赛麒,邹琳,周振毅,等.包装方式对日本鳊鱼干品质特性的影响[J].水产学报,2021,45(7):1054-1065.
- [5] 彭润玲,谢元华,张志军,等.真空包装的现状与发展趋势[J].真空,2019,56(2):1-15.
- [6] 高娜娜,李婷婷,王当丰,等.普通和真空包装镜鲤鱼肉在-2°C贮藏过程中挥发性成分分析[J].食品与发酵工业,2018,44(9):239-246.
- [7] 陈美花,覃媚,林启斌,等.包装方式对冷藏金鲳鱼肉品质的影响[J].钦州学院学报,2017,32(3):11-15.
- [8] KACHELE R, ZHANG M, GAO Z, et al. Effect of vacuum packaging on the shelf-life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets stored at 4 °C [J]. LWT, 2017, 80: 163-168.
- [9] GB 5009.237-2016,食品安全国家标准食品 pH 值的测定[S].
- [10] 张芷芸,冯若男,李姝琦.高凝胶强度鱼鳞胶冻的开发[J].食品工业,2020,41(6):193-197.
- [11] GB 5009.228-2016,食品安全国家标准食品中挥发性盐基氮的测定[S].
- [12] GB 4789.2-2022,食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定[S].
- [13] GB 4789.3-2010,食品安全国家标准食品微生物学检验大肠菌群计数[S].
- [14] Jhunkeaw C, Khongcharoen N, Rungrueng N, et al. Ozone nanobubble treatment in freshwater effectively reduced pathogenic fish bacteria and is safe for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) [J]. Aquaculture, 2021, 534: 736286.
- [15] Zhang X, Wang H, Li N, et al. High CO₂-modified atmosphere packaging for extension of shelf-life of chilled yellow-feather broiler meat: A special breed in Asia [J]. LWT - Food Science and Technology, 2015, 64(2): 1123-1129.
- [16] 崔天琦,杜宏,吕欣然,等.植物乳杆菌 JY-22 细菌素粗提物在鲢鱼鱼丸保鲜中的应用[J].食品科学,2019,40(21):229-235.
- [17] CHAN S S, ROTABAKK B T, Løvdal T, et al. Skin and vacuum packaging of portioned Atlantic salmon originating from refrigerated seawater or traditional ice storage [J]. Food Packaging and Shelf Life, 2021, 30: 100767.
- [18] 李其轩,陈倩,王浩,等.不同包装方式对高水分含量肉粉肠微生物菌群及品质特性的影响[J].食品科学,2021,42(5): 237-245.
- [19] Huang Q, Jiao X, Yan B, et al. Changes in physicochemical properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*)

- surimi during chilled storage: The roles of spoilage bacteria [J]. Food Chemistry, 2022, 387: 132847.
- [20] Kyrana V R, Lougovois V P, Valsamis D S. Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice [J]. International Journal of Food Science & Technology, 1997, 32(4): 339-347.
- [21] GB 10136-2015, 食品安全国家标准动物性水产制品[S].
- [22] 陈媚依,杨宏. 鹧鸪茶提取物对鲢鱼鱼糜制品保鲜作用的研究[J]. 食品科技, 2020, 45(11): 131-137.
- [23] 高志鑫. 酱卤鸡肉食盐减量化和绿色保鲜技术的研究[D]. 石家庄: 河北经贸大学, 2021.
- [24] 赵跃, 李春生, 王悦齐, 等. 罗非鱼鱼糜自然发酵过程中微生物群落结构对其品质形成的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(18): 119-126.
- [25] Mace S, Cornet J, Chevalier F, et al. Characterisation of the spoilage microbiota in raw salmon (*Salmo salar*) steaks stored under vacuum or modified atmosphere packaging combining conventional methods and PCR-TTGE [J]. Food Microbiology, 2012, 30(1): 164-172.
- [26] Zhuang S, Hong H, Zhang L, et al. Spoilage-related microbiota in fish and crustaceans during storage: Research progress and future trends [J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2021, 20(1): 252-288.
- [27] Chai T T, Chen Y W, He F Y, et al. Effects of sorbitol, vacuum packaging and SVC treatment on the microbiota changes and quality of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) [J]. Food Control, 2022, 133: 108610.
- [28] Zhao X, Chen L, Wongmaneepratip W, et al. Effect of vacuum impregnated fish gelatin and grape seed extract on moisture state, microbiota composition, and quality of chilled seabass fillets [J]. Food Chemistry, 2021, 354: 129581.
- [29] Mac é S, Joffraud J J, Cardinal M, et al. Evaluation of the spoilage potential of bacteria isolated from spoiled raw salmon (*Salmo salar*) fillets stored under modified atmosphere packaging [J]. International Journal of Food Microbiology, 2013, 160(3): 227-238.
- [30] Li Y, Zhuang S, Liu Y, et al. Effect of grape seed extract on quality and microbiota community of container-cultured snakehead (*Channa argus*) fillets during chilled storage [J]. Food Microbiology, 2020, 91: 103492.
- [31] Wang H, Luo Y, Huang H, et al. Microbial succession of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) filets during storage at 4 °C and its contribution to biogenic amines' formation [J]. International Journal of Food Microbiology, 2014, 190: 66-71.
- [32] 许钟, 肖琳琳, 杨宪时. 罗非鱼特定腐败菌生长动力学模型和货架期预测[J]. 水产学报, 2005, 29(4): 540-546.
- [33] 江芸, 高峰, 徐幸莲, 等. 真空包装冷却猪肉冷藏过程中菌相变化[J]. 食品科学, 2011, 32(4): 241-245.
- [34] Reid R, Fanning S, Whyte P, et al. The microbiology of beef carcasses and primals during chilling and commercial storage [J]. Food Microbiology, 2017, 61: 50-57.
- [35] 刘义, 张源珊, 周幸, 等. 真空贴体包装对鲟鱼片冷藏过程中品质变化的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(15): 218-224.
- [36] Silbande A, Adenet S, Smith-Ravin J, et al. Quality assessment of ice-stored tropical yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and influence of vacuum and modified atmosphere packaging [J]. Food Microbiology, 2016, 60: 62-72.