

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.04.026

基于栅栏因子协同作用的中国对虾保鲜效果研究

Study on fresh-keeping effect of shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*) based on the synergistic effect of fence factor

周 强¹ 刘蒙佳¹ 丁立云² 雷昌贵³ 孟宇竹³ZHOU Qiang¹ LIU Meng-jia¹ DING Li-yun² LEI Chang-gui³ MENG Yu-zhu³

(1. 福建师范大学闽南科技学院生命科学与化学学院, 福建 泉州 362332; 2. 江西省水产科学研究所, 江西 南昌 330039; 3. 河南质量工程职业学院食品与化工系, 河南 平顶山 467000)

(1. Fujian Normal University Minnan Science Institute College of Life Science and Chemistry, Quanzhou, Fujian 362332, China; 2. Jiangxi Fisheries Research Institute, Nanchang, Jiangxi 330039, China; 3. HeNan Quality Polytechnic, Food and Chemical Engineering Department, Pingdingshan, Henan, 467000, China)

摘要:以漳州东山港产中国明对虾(15.0±1.0) g为原材料,在-4℃下采用1.5%壳聚糖保鲜及阻氧剂、0.1%植酸钠为护色剂及流化冰低温处理为栅栏因子,协同作用贮藏对虾,并设定对照组(-4℃贮藏)。通过考察贮藏期挥发性盐基氮含量(TVB-N值)、菌落总数、明度值、pH值、PPO、持水率、弹性等理化及生物指标,以及感官品质,探究栅栏因子应用于对虾的保鲜效果。结果表明:与对照组相比,处理组A(流化冰处理+ -4℃贮藏)及处理组B(壳聚糖+植酸钠+流化冰处理+ -4℃贮藏)可以有效延缓挥发性盐基氮、菌落总数、pH值及PPO上升,同时可显著提高对虾明度值、持水率、弹性及感官评分($P<0.05$);贮藏中后期(4, 6, 8 d),处理组B保鲜效果显著优于处理组A。栅栏因子协同作用可以明显改善对虾贮藏品质,延长货架期约4 d。

关键词: 栅栏因子; 中国明对虾; 保鲜; 品质

Abstract: Aiming at the problems of spoilage and blackening during the storage of *Fenneropenaeus chinensis*, using 1.5% chitosan (preservative and oxygen inhibitor), 0.1% sodium phytate (color-protecting agent) and low temperature treatment of fluidized ice as hurdle factors, the shrimps (15.0±1.0) g from Dongshan Port of Zhangzhou were stored at -4℃ synergistically, and the control group (-4℃) was set. Physicochemical and

biological indexes, including volatile basic nitrogen content (TVB-N value), total numbers of the colony, brightness value, pH value, PPO, water holding capacity, and the elasticity during storage were investigated, and sensory evaluation was made to explore the effect of fence factors on shrimp preservation. The results showed that, compared with the control group, treatment group A (fluidized ice treatment + -4℃ storage) and treatment group B (chitosan + sodium phytate + fluidized ice treatment + -4℃ storage) could effectively delay the increase of volatile basic nitrogen, total numbers of colony, pH value and PPO, and significantly increase the brightness value, water holding capacity, elasticity and sensory evaluation ($P<0.05$). In the middle and late storage period (4, 6, and 8 d), the effect of treatment group B was markedly better than that of treatment group A. The synergistic effect of hurdle factors could significantly improve the storage quality of the shrimps and extend the shelf life up to 4 d.

Keywords: hurdle factors; *Fenneropenaeus chinensis*; preservation; quality

中国明对虾属甲壳纲十足目对虾科对虾属,又名对虾、明虾、东方对虾,是中国重要海鲜品之一^[1]。新鲜对虾含有较高蛋白质和水分,极易在捕捞、运输、加工及贮藏过程受到细菌侵染而腐败变质,且在对虾体内存在一定量多酚氧化酶,会与虾体发生反应产生黑色素^{[2]56-57}。国内外学者对采用栅栏因子防止虾类褐变及腐败变质等问题进行了有益探索。吕艳芳等^[3]采用复合保鲜剂和焦亚硫酸钠在冰温下对南美白对虾(*Penaeus vannamei*)进行防黑变保鲜效果比较。王东等^[4]采用纳豆菌抗菌肽 APNT-6 对凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)进行低

基金项目:福建省高等学校服务产业特色专业(食品科学与工程)(编号: SJZY-2016-03);江西省现代农业产业体系建设专项(编号: JXARS-03);泉州市高等学校中青年学科(专业)带头人培养计划(编号: 泉教高[2018]1号)

作者简介:周强,男,福建师范大学闽南科技学院副教授,硕士。

通信作者:刘蒙佳(1981—),女,福建师范大学闽南科技学院副教授,硕士。E-mail: 250373208@qq.com

收稿日期:2018-11-22

温保鲜,结果表明抗菌肽具有较好的抑菌保鲜效果。Einarsson等^[5]研究了乳酸链球菌素对北极甜虾(*Pandalus borealis*)的保鲜效果,结果显示其能有效抑制革兰氏阳性菌生长,并延长货架期。Shamshad等^[6]研究了墨吉对虾(*Penaeus merguensis*)在不同贮藏温度下鲜度的变化,结果表明在低温状态下,虾体褐变速度明显减缓。国内外报道常采用单一因子或多种因子单独应用于中国明对虾进行贮藏保鲜,对于采用壳聚糖—植酸钠复合保鲜液协同流化冰应用于中国明对虾低温保鲜未见报道。

壳聚糖由几丁质脱乙酰作用而制得,属生物保鲜剂,其具有良好的成膜及抑菌功能^[7-9]。植酸钠利用抑制多酚氧化酶活性达到防止虾体黑变目的,其属天然低毒保鲜剂^[10-11]。栅栏技术是通过联合控制多种阻碍微生物的因子,以减少食品腐败,保证食品卫生与安全性的技术措施^{[12]42-43}。研究^[13-14]表明,栅栏因子相互作用比单一使用一种保鲜方法更有效,可大大降低另一种保鲜方法所需要的使用强度。调整栅栏因子强度及顺序,降低或消除对食品质量的不良影响是栅栏技术关键^[15]。本试验在前期关于草鱼壳聚糖涂膜保鲜^[16]及植酸钠护色等试验基础上,根据涂膜特性及保鲜护色效果,拟制备1.5%壳聚糖—0.1%植酸钠应用于中国明对虾的流化冰低温协同保鲜,探讨比较栅栏因子协同作用于对虾保鲜效果,旨在为多种栅栏因子协同应用于中国明对虾及水产品保鲜提供数据支持及技术参考。

1 试验与方法

1.1 主要材料

新鲜中国明对虾:购自漳州东山海鲜市场,挑选个体适中(15.0±1.0)g,无损伤,体表光滑且有光泽,无烂眼、烂尾的新鲜活对虾,置于装有冰块泡沫保温箱内,2 h内运回实验室;

壳聚糖:脱乙酰度85%,鑫洋食品添加剂有限公司;

植酸钠:食品级,鑫洋食品添加剂有限公司;

牛肉膏、蛋白胨、琼脂:生化试剂,上海研生生化试剂有限公司;

硼酸、氯化钠、碳酸钾、氢氧化钠、邻苯二酚等:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 主要仪器

酸度计:PHS-3C型,上海仪电科学仪器股份有限公司;

色差仪:WSC-S型,上海精密科学仪器有限公司;

生化培养箱:LRH型,上海恒科学仪器有限公司;

超低温冰箱:MDF-U53V型,日本SANYO公司;

物性分析仪:TMS-PRO型,美国FTC公司等。

1.3 试验方法

1.3.1 流化冰制备 配制3.0 mg/L NaCl溶液,盐度计

校准配制溶液;采用RF-1000-SP流化冰生成器,制备流化冰固液混合相。试验用流化冰固液混合相,组成为颗粒冰体积分数80%和水体积分数20%,备用^[17]。

1.3.2 1.5%壳聚糖—0.1%植酸钠复合保鲜液制备 称量15.0 g壳聚糖及1.0 g植酸钠,加入少许冰醋酸,用蒸馏水定容至1 000 mL,溶解搅拌均匀,放置在4℃的冰箱里备用。

1.3.3 样品处理及试验分组 将新鲜活对虾备用,随机分为3组,进行试验处理。对照组:对虾降温至0℃后—4℃贮藏;处理组A:采用流化冰(流化冰固相与虾体积比5:1)—4℃贮藏;处理组B:采用壳聚糖植酸钠复合液并浸泡对虾10 min,捞出后稍晾干,添加流化冰保鲜处理^[18-19],监测处理组B明虾样品植酸钠残留量为8.2 mg/kg,符合GB 2760—2014中关于植酸钠应用于水产(虾类)残留量≤20 mg/kg的要求,可开展后续低温保鲜试验。每组设3个平行样,每隔2 d测量指标数据,试验重复3次。

1.4 指标测定

1.4.1 pH值测定 采用pH酸度计法^[20]。

1.4.2 挥发性盐基氮(TVB-N)测定 参照文献^[21]。

1.4.3 菌落总数测定 采用平板菌落计数法^[22]。

1.4.4 明度值(L^*)测定 使用色差计对虾身第二腹节处进行明度值(L^*)的检测^[23],+ L^* 表示偏白,— L^* 表示偏黑,对 L^* 进行10次测量,计算得到10次测量均值。

1.4.5 PPO活性测定 参照文献^[24]。

1.4.6 持水率测定 参照文献^[25]。

1.4.7 弹性测定 采用TMS-PRO物性分析仪测定^[26]。

1.4.8 感官评分及标准 选定10位经过感官培训的同学作为评定人员,参照中国对明虾的感官评定标准^{[2]38-39}(如表1),对对虾的各感官指标进行评分,最高分值为9分,最低分值0分,若≤6分则表明对虾不能食用,每隔2 d评定1次,跟踪测定8 d。

1.5 数据处理

试验中所有试样做3个平行测定,试验重复3次,数据测定结果以平均值±标准差表示。结果分析采用SPSS 19.0软件进行数据处理。

2 结果与分析

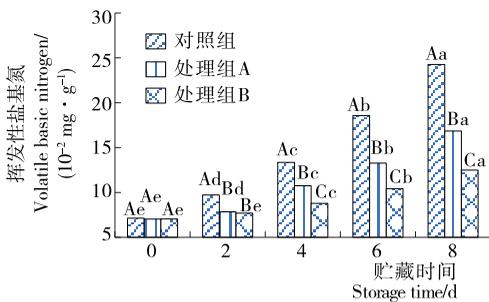
2.1 对虾贮藏期间挥发性盐基氮含量变化

挥发性盐基氮(TVB-N)是动物性食品在腐败过程中由于细菌及相关水解酶作用,使组织中蛋白质分解而产生的氨以及低级胺类等碱性含氮物质^[27]。按照GB 2733—2015规定:虾类TVB-N值≤20 mg/100 g为一级鲜度,20~30 mg/100 g为二级鲜度。虾类中TVB-N水平和鲜度感官评定之间有极高相关性,被广泛作为反映虾类腐败程度最重要指标之一。如图1所示,随着贮藏

表 1 中国对虾感官评分标准
Table 1 Sensory score standard of the *Fenneropenaeus chinensis*

项目	感官指标	得分
体色色泽 (3分)	体色为青灰色,体表有光泽	2~3
	体表微红色,肌体无光彩,头部尾部微黑,光泽稍暗	1~2
	体表出现较大块黑斑,体色色泽灰暗,黑头现象严重	0~1
气味 (3分)	含有明虾固有气味,无其他异味	2~3
	稍有腥味	1~2
	腥味和臭味较强	0~1
肌肉组织 (3分)	肉与壳连接紧密,肌肉具有弹性,组织坚实	2~3
	肉与壳相接稍松弛,肌肉有较好弹性	1~2
	肌肉弹性较差,肉质变黄,肉质败坏	0~1

时间延长,对照组、处理组 A、处理组 B 的 TVB-N 值均表现为上升趋势,且不同贮藏时间各水平间对应 TVB-N 值差异显著($P < 0.05$)。同一贮藏时间(4~8 d),处理组 A、B 的 TVB-N 值较对照组低,且差异极显著($P < 0.05$)。王伟等^[21]采用不同温度(4, -3 °C)贮藏南美白对虾,发现 -3 °C 贮藏可以有效降低南美白对虾挥发性盐基氮含量,贮藏第 4 天其挥发性盐基氮含量为 15.61 mg/100 g,本研究中,贮藏第 4 天处理组 A、B 的挥发性盐基氮含量为 10.75, 8.76 mg/100 g。这与流化冰对虾体的快速降温,对微生物具有抑制及致死(冷冲击)作用,同时可以有效降低内源酶的活性有关。本研究发现,贮藏至第 8 天,对照组 TVBN 值为 24.26 mg/100 g,对虾处于二级鲜度,出现腥臭气味,影响其销售品质,而处理组 A、B 的 TVB-N 值为 16.85, 12.94 mg/100 g 均在一级鲜度,栅栏因子协



不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P < 0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P < 0.05$)

图 1 中国明对虾贮藏期间挥发性盐基氮变化

Figure 1 Changes of the volatile basic nitrogen in *Fenneropenaeus chinensis* during storage

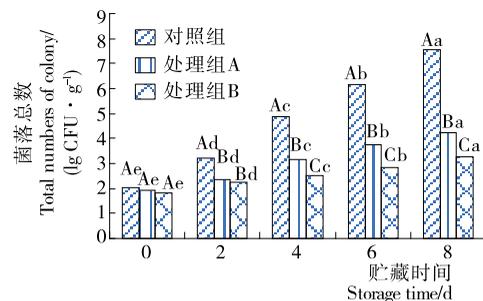
同组较对照组而言可延长货架期 4 d 左右。可能是在流化冰低温载体下,壳聚糖涂膜具有一定抑菌效果及阻氧效应,能进一步抑制微生物的增殖与代谢,减少对虾蛋白质分解,有效降低挥发性盐基氮含量。这与解万翠等^[28]研究结果一致。

2.2 对虾贮藏期间菌落总数变化

一般认为,虾类菌落总数 $\leq 5.0 \lg(\text{CFU/g})$ 为一级鲜度, $5.0 \sim 6.0 \lg(\text{CFU/g})$ 为二级鲜度,当鲜度超过二级鲜度,不能食用^[4]。如图 2 所示,随着贮藏时间延长,对照组及处理组菌落总数均呈上升趋势,且不同贮藏时间各水平间的菌落总数差异显著($P < 0.05$)。同一贮藏时间(4~8 d),处理组与对照组比较,其菌落总数较低且差异极显著($P < 0.05$)。贮藏中后期菌落总数上升幅度较大。本研究中,贮藏第 6 天,对照组菌落总数达到 6.16 lg(CFU/g),超过二级鲜度的上限,而处理组 A、B 的贮藏第 8 天,菌落总数分别为 4.25, 3.26 lg(CFU/g),为一级鲜度,对照标准,处理组 A、B 均可延长货架期 4 d 左右。Shengmin Lu 等^[29]研究发现对虾经一定保鲜剂结合某种气调处理后在第 8 天接近微生物一级鲜度,本试验栅栏因子协同作用(处理组 B)保鲜方法所表现的抑菌效果与其报道相似。与壳聚糖抑菌性及流化冰低温载体(-4 °C 贮藏)下腐败菌增殖速率降低有关。另外,贮藏过程中,虾体菌落总数的增加与初始菌数相关性较大,在贮藏过程中应尽量采用减菌化处理降低其本底数^{[12]18-19}。杨振泉等^[30]采用超声波协同流水净化对克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)中菌落总数及菌相构成进行研究,经超声波减菌化处理其菌落总数出现下降,贮藏期明显延长。

2.3 对虾贮藏期间明度值变化

虾死后体表颜色逐渐变深并有黑斑出现,甚至虾体整体变黑,明度值降低表明虾体表面的颜色呈现褐色变化,色泽变化能在一定程度上反映虾体腐败变质情况^[27]。

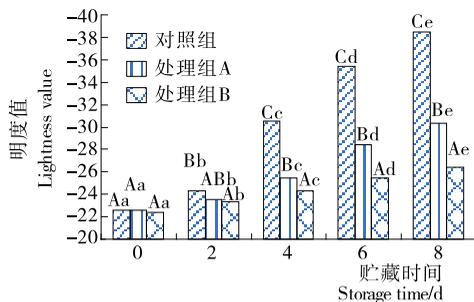


不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P < 0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P < 0.05$)

图 2 中国明对虾贮藏期间菌落总数变化

Figure 2 Changes of total numbers of colony in *Fenneropenaeus chinensis* during storage

如图3所示,随着贮藏时间的延长,对虾明度值均呈下降趋势,说明虾体偏向黑色并不断加剧,不同贮藏时间各水平间的明度值差异显著($P<0.05$)。贮藏期第4~8天,处理组与对照组各组间明度值比较差异显著($P<0.05$)。李力杰等^[31]采用微冻对南美白对虾鲜度及色泽进行评价,南美对虾贮藏12 d后,其为明度值出现显著降低,这与本研究趋势一致,但其新鲜南美白对虾的明度值为-36.61,较本试验的低。本研究中(贮藏中后期),对虾明度值下降幅度较大,贮藏第8天,对照组、处理组A、处理组B明度值分别为-38.50, -30.35, -26.40,为初始值的1.71, 1.34, 1.17倍。本研究表明,在贮藏中后期,处理组A、B可以有效延缓对虾明度值下降,抑制其黑变,改善对虾色泽,且处理组B与A比较,效果显著。



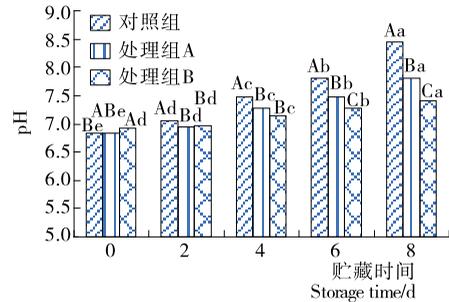
不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P<0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P<0.05$)

图3 中国明对虾贮藏期间明度值变化

Figure 3 Changes of the lightness value in *Fenneropenaeus chinensis* during storage

2.4 对虾贮藏期间 pH 值变化

虾体死亡糖元分解后,生成一系列胺类碱性物质,这些化合物不断积累导致样品的 pH 值在贮藏后期呈上升趋势。因此检测虾贮藏期内的 pH 值变化能间接反映虾品质。如图4所示,随着贮藏时间延长, pH 值均呈上升趋势,且对照组与处理组A贮藏时间各水平对应 pH 值差异显著($P<0.05$)。同一贮藏期内(第2天开始),处理组与对照组比较而言其 pH 值低,且差异显著($P<0.05$),贮藏到第6~8天,处理组B的 pH 值较处理组A低,且差异显著($P<0.05$)。贮藏过程中对虾 pH 上升幅度较小,与López等^[32]的研究结果一致。本研究发现,随着贮藏时间延长, pH 值均呈上升趋势。在贮藏中后期,处理组A、B可以一定程度延缓对虾 pH 值升高,且在贮藏后期,处理组B效果较优。对照图4,其处理组A、B的 pH 值为7.81, 7.42,与Goncalves等^[33]报道关于冰蓄冷气调包装处理贮藏长额拟对虾的 pH 值不可接受值分别为7.64及7.55有所不同,可能与虾的种类有关。



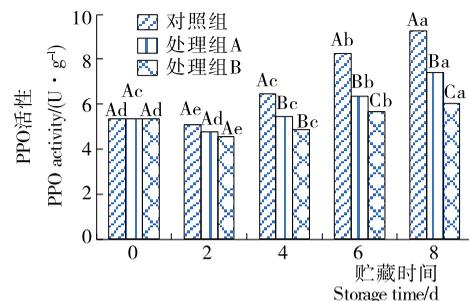
不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P<0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P<0.05$)

图4 对虾贮藏期间 pH 值变化

Figure 4 Changes of the pH value in *Fenneropenaeus chinensis* during storage

2.5 对虾贮藏期间 PPO 活性变化

PPO(多酚氧化酶)作为虾体颜色变化主要原因,遍布于虾血液及头、胸、关节等部位,其在低温下仍能保持一定活性。研究^[34]表明,影响虾体黑变主要因素有氧气、PPO、铜或酶底物等。故此 PPO 活性是评价虾类贮藏品质的有效指标之一。如图5所示,对虾 PPO 活性随着贮藏时间的延长,对照组及处理组 PPO 活性均呈先下降后上升趋势。不同贮藏期时间(4, 6, 8 d)各水平间 PPO 活性差异显著($P<0.05$)。贮藏前期(0~2 d),处理组A、B的 PPO 活性与对照组比较差异不显著($P>0.05$)。贮藏中后期对虾 PPO 活性上升幅度较大。贮藏第8天,对照组、处理组A、处理组B的 PPO 活性为9.27, 7.39, 6.05 U/g,处理组A、B的 PPO 活性为对照组的79.71%, 65.26%,处理组显著低于对照组($P<0.05$),且处理组B较A抑制 PPO 活性效果显著。这与Montero等^[35]报道的结果一致。本试验发现,在贮藏中后期(4~8 d),栅栏因子协同作用(处理组A、B)可以一定程度上抑制 PPO



不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P<0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P<0.05$)

图5 对虾贮藏期间 PPO 活性变化

Figure 5 Changes of the PPO value in *Fenneropenaeus chinensis* during storage

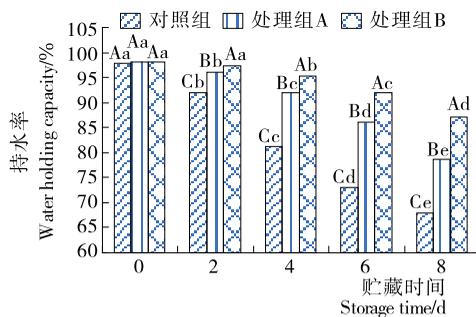
的活性,并延缓对虾黑变,而处理组 B 效果较优。凌萍华等^[36]采用涂膜及气调保鲜对南美白对虾进行贮藏发现,与对照组比较,在采用气调条件及壳聚糖复合涂膜保鲜剂可以有效抑制 PPO 活性,显著低于各处理组。可能是植酸钠能抑制 PPO 活性,在低温下发生氧化反应的速率降低。

2.6 对虾贮藏期间持水率变化

持水率反映肌肉维系水分能力,产品质构、嫩度及多汁性等品质均与持水率相关^[25]。对虾在贮藏过程中由于微生物及酶的生化作用,其蛋白质出现降解,导致虾体蛋白质持水率下降^[37]。如图 6 所示,随着贮藏时间延长,对照组及处理组 A 持水率均呈下降趋势,且水平间持水率差异显著($P < 0.05$)。同一贮藏时间比较(第 2 天开始),处理组 A、B 持水率显著高于对照组($P < 0.05$),处理组 B 持水率显著高于处理组 A($P < 0.05$)。对照组在贮藏中后期对虾持水率下降幅度较大,而处理组 B 下降幅度较小。Duun 等^[38]研究发现,微冻下长期贮藏鲑鱼(*Salmo salar*),温度波动会导致持水率下降。可能是温度变化影响冰晶大小及分布,导致组织细胞破坏加剧所致。本研究发现,贮藏第 8 天,对虾对照组、处理组 A、处理组 B 的持水率分别为 68.00%,78.70%,87.21%,与初始值比较对照组、处理组 A、B 的持水率分别下降了 30.58%,19.75%,11.01%。与对照组相比引入栅栏因子协同作用可显著提高对虾持水率,与处理组 A 比较,处理组 B 效果较优。壳聚糖具有一定的抑菌作用,低温下流化冰为载体,虾体表面微生物及虾体内源酶活性降低,其肌肉组织代谢及被微生物分解组破坏程度相应下降,持水率下降速率减缓。

2.7 对虾贮藏期间弹性变化

弹性与肌肉间结合力大小密切相关,虾体肌肉间结合力越大,表示肌肉组织被破坏程度越小,其质构特性保



不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P < 0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P < 0.05$)

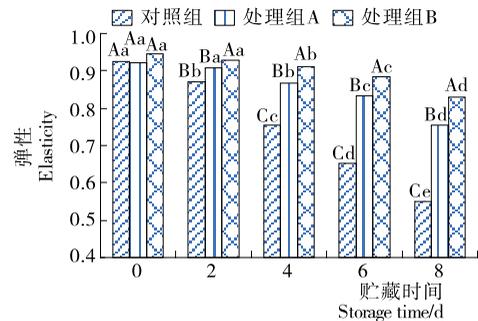
图 6 明对虾贮藏期间持水率变化

Figure 6 Change of water holding capacity in *Fenneropenaeus chinensis* during storage

持作用越好。贮藏过程中,在内源酶、特定细胞间结合力逐渐下降,从而引起虾肌肉组织崩解及汁液流失^[26]。如图 7 所示,随着时间的延长,对虾弹性均表现为降低。对照组(0~8 d)、处理组 A(2~8 d)及处理组 B(2~8 d)弹性呈显著下降趋势($P < 0.05$)。与处理组比较,对照组贮藏第 4~8 天对虾弹性显著降低($P < 0.05$),而处理组 B 弹性显著高于处理组 A($P < 0.05$)。本研究发现,对虾贮藏过程中,虾体弹性出现下降,而处理组 A、B 下降较缓慢,处理组均可在一定程度上维持对虾贮藏期弹性,且处理组 B 维持明弹性效果较好。这与杨钟燕等^[39]的研究结果一致。本试验贮藏第 8 天,对虾对照组、处理组 A、处理组 B 的弹性分别为 0.55,0.75,0.83,处理组 A、B 的弹性为对照组的 1.36,1.51 倍。

2.8 对虾贮藏期间感官评分变化

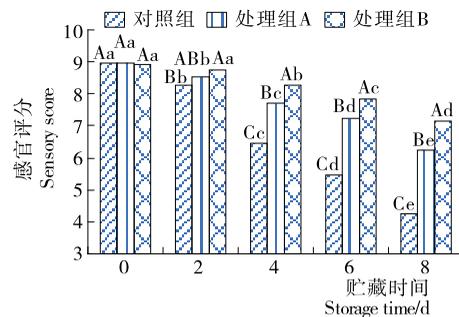
如图 8 所示,随着时间的延长,对虾感官评分均表现为降低。不同贮藏时间,对照组及对照组 A(0~8 d)、处



不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P < 0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P < 0.05$)

图 7 中国明对虾贮藏期间弹性变化

Figure 7 Changes of the elasticity in *Fenneropenaeus chinensis* during storage



不同小写字母代表同一试验组在不同时间点有显著性差异($P < 0.05$);不同大写字母代表在同一时间点不同试验组有显著性差异($P < 0.05$)

图 8 中国明对虾贮藏期间感官评分变化

Figure 8 Changes of the sensory score in *Fenneropenaeus chinensis* during storage

理组 B(2~8 d)感官评分呈显著下降趋势($P<0.05$)。同一贮藏时间,与处理组比较,对照组贮藏第 4~8 天对虾感官评分显著降低($P<0.05$),且处理组 B 感官评分显著高于处理组 A($P<0.05$)。本研究发现,对虾贮藏中后期,对照组虾体黑变较明显,并出现腥臭味。而处理组 A、B 感官评分下降较缓慢,处理组均可在一定程度上维持对虾贮藏期感官品质,且处理组 B 维持明虾色泽效果较好,虾体稍有腥味。贮藏末期(第 8 天),对虾对照组、处理组 A、B 的感官评分分别为 4.24, 6.24, 7.16 分,处理组 A、B 的感官评分高于对照组的 47.17%, 68.87%, 对照组不能食用,而处理组均在可食用范围^[23,43-44]。这与李力杰等^[31]研究结果较一致。

3 结论

以漳州东山港产中国明对虾为研究对象,选取栅栏因子壳聚糖保鲜及阻氧剂、植酸钠为护色剂及低温(-4℃)流化冰处理贮藏对虾,并设定对照组(-4℃)。研究表明:与对照组相比,流化冰组及壳聚糖植酸钠复合涂膜协同组可有改善对虾品质,且协同组效果较优,可延长货架期约 4 d,具有较好的应用价值及市场前景。下一步拟利用主成分分析法对品质指标进行综合评分及评价,以期建立对虾贮藏条件的综合评价函数方程。

参考文献

[1] 于春霞, 王维娜, 王安利. 中国对虾的研究进展[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2001, 21(4): 455-460.

[2] 李学鹏. 中国对虾冷藏过程中品质评价及新鲜度指示蛋白研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2011.

[3] 吕艳芳, 蔡路响, 李颖畅, 等. 冰温下复合保鲜剂和焦亚硫酸钠对南美白对虾防黑变保鲜效果比较[J]. 中国食品学报, 2017, 17(7): 129-138.

[4] 王东, 孙力军, 王雅玲, 等. 纳豆菌抗菌肽 APNT-6 对凡纳滨对虾的低温保鲜效果[J]. 水产学报, 2012, 36(7): 1 133-1 139.

[5] EINARSSON H, LAUZON H L. Biopreservation of brined shrimp (*Pandalus borealis*) by bacteriocins from lactic acid bacteria[J]. Applied & Environmental Microbiology, 1995, 61(2): 669-676.

[6] SHAMSHAD S I, RIAZ M. Shelf Life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures[J]. Journal of Food Science, 1990, 55(5): 1 201-1 205.

[7] 梁国斌, 王海, 张耀红, 等. 壳聚糖和抗坏血酸复合处理提高台湾青枣采后保鲜效果[J]. 农业工程学报, 2017, 33(17): 304-312.

[8] 陈缪, 余婷, 王允祥, 等. 壳聚糖-纳米氧化锌复合涂膜对甜樱桃采后生理和贮藏品质的影响[J]. 核农学报, 2017, 31(9): 1 767-1 774.

[9] 许念尔, 徐大伦, 张后程, 等. 壳聚糖、姜紫苏提取液涂膜应用于烤制兔腿保鲜[J]. 食品与生物技术学报, 2016, 35(8): 815-822.

[10] 吴燕燕, 李来好, 杨贤庆, 等. 亚硫酸盐在对虾保鲜加工中的残留变化[J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2007, 25(1): 62-65.

[11] NIRMAL N P, BENJAKUL B. Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage[J]. Food Chemistry, 2009, 116(1): 323-331.

[12] 曾名湧. 食品保藏原理与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.

[13] LEISTNER L, GORRIS L G M. Food preservation by hurdle technology[J]. Trends in Food Science & Technology, 1995, 6(2): 41-46.

[14] 吴希铭. 栅栏技术在我国食品企业中存在的缺陷及其对策[J]. 食品安全质量检测学报, 2013, 4(2): 604-608.

[15] 关楠, 马海乐. 栅栏技术在食品保藏中的应用[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(8): 160-163.

[16] 周强, 刘蒙佳, 蔡倩敏, 等. 壳聚糖复合膜在草鱼保鲜中的应用[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(3): 159-162.

[17] 冯家敏, 张宾, 蒋林珍, 等. 流化冰结合防黑剂、抑菌剂对南美白对虾的保鲜效果[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 244-259.

[18] 谢晶, 杨胜平. 生物保鲜剂结合气调包装对带鱼冷藏货架期的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(1): 376-382.

[19] LALITHA K V, SURENDRAN P K. Microbiological changes in farm reared fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii de Man*) in ice[J]. Food Control, 2006, 17(10): 802-807.

[20] 周爱梅, 张风, 银凤, 等. 利用对虾加工下脚料制备抗氧化肽的研究[J]. 中国食品学报, 2014, 14(8): 85-91.

[21] 王伟, 柴春祥, 鲁晓翔, 等. 色差和质构评定南美白对虾的新鲜度[J]. 浙江农业学报, 2015, 27(2): 271-277.

[22] 黄和, 曹湛慧, 曹增梅, 等. 番石榴多酚对虾肉糜的保鲜效果研究[J]. 食品与机械, 2014, 30(1): 159-161.

[23] 易俊洁, 丁国微, 胡小松. 南美白对虾脱壳工艺比较及其对虾仁品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(17): 287-292.

[24] 迟海, 李学英, 杨宪时, 等. 红酒提取物对南极磷虾贮藏过程中抗氧化效果的影响[J]. 农业机械学报, 2013, 44(2): 153-158.

[25] 林钗. 肉制品复合磷酸盐保水剂的优化[J]. 浙江农业科学, 2017, 58(10): 1 746-1 748.

[26] 陆云飞, 张宾, 祝剑娜, 等. 褐藻胶寡糖对南美白对虾虾仁品质特性的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(18): 267-271.

[27] 陈飞东, 戴志远, 王宏海. 虾保鲜冰对南美白对虾保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(1): 120-123.

[28] 解万翠, 王英文, 杨锡洪. 羧甲基壳聚糖复配对虾保水保鲜剂的研制[J]. 广东农业科学, 2016, 43(8): 119-123.

[29] LU Sheng-min. Effects of bactericides and modified atmosphere packaging on shelf-life of Chinese shrimp (*Fennerpenaeus chinensis*) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2009, 42(1): 286-291.

(下转第 191 页)

- [11] 扶庆权, 候佩, 邵阳. 微波辅助提取罗勒籽油的响应面法优化[J]. 食品工业科技, 2013, 34(5): 251-254.
- [12] HASHEMI S M B, KHANEGHAH A M. Characterization of novel basil-seed gum active edible films and coatings containing oregano essential oil[J]. Progress in Organic Coatings, 2017, 110: 35-41.
- [13] 陶永元, 舒康云, 徐成东, 等. 南眉籽的抗氧化活性及微量元素含量测定[J]. 北方园艺, 2014(23): 130-132.
- [14] PATEIRO M, BARBA F J, DOMINGUEZ R, et al. Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review[J]. Food Research International, 2018, 113: 156-166.
- [15] SINGH V, KRISHAN P, SHRI R. Improvement of memory and neurological deficit with *Ocimum Basilicum L.* extract after ischemia reperfusion induced cerebral injury in mice [J]. Metabolic Brain Disease, 2018, 33(4): 1 111-1 120.
- [16] 胡尔西丹·伊麻木, 张君萍, 艾合米丁·外力, 等. 罗勒子油的超临界 CO₂ 提取工艺及其成分分析[J]. 食品研究与开发, 2016(20): 50-53.
- [17] KHAZAAI S N M, MANIAM G P, RAHIM M H A, et al. Review on methyl ester production from inedible rubber seed oil under various catalysts[J]. Industrial Crops and Products, 2017, 97: 191-195.
- [18] 王倩, 黄纪念, 宋国辉, 等. 芝麻油的亚临界萃取工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(4): 57-61.
- [19] 张雪娇, 王向红, 桑亚新, 等. 响应面法优化亚麻籽油制备工艺条件[J]. 中国食品学报, 2013, 13(9): 99-107.
- [20] 曹维金, 陈娜. 罗勒子油脂提取工艺的比较研究及其脂肪酸组成的气相色谱分析[J]. 农业机械, 2011, 6(17): 48-51.
- [21] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 8235—2008 亚麻籽油[S]. 北京: [出版者不详], 2008: 1-6.
- [22] 张振山, 刘玉兰, 张丽霞, 等. 超声波辅助提取对亚麻籽油得率和品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2014(8): 90-94.
- [23] 石珊珊, 刘大良, 魏冰. 亚麻籽低温冷榨制油工艺研究[J]. 粮食与食品工业, 2014, 21(4): 34-37.
- [24] 邓乾春, 禹晓, 黄庆德, 等. 亚麻籽油的营养特性研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(4): 715-721.
- [25] Protection, 1998, 61(11): 1 535-1 540.
- [30] 杨振泉, 周海波, 高璐. 超声波协同流水净化对克氏原螯虾中菌落总数及菌相构成的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(17): 173-178.
- [31] 李立杰, 柴春祥, 鲁晓翔, 等. 微波冻南美白对虾鲜度的色泽评价[J]. 食品工业科技, 2013, 34(19): 320-322.
- [32] LÓPEZ-CABALLERO M E, GONCALVES A, NUNES M L. Effect of CO₂/O₂-containing modified atmospheres on packed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) [J]. European Food Research and Technology, 2002, 214(9): 192-197.
- [33] GONCALVES A, LÓPEZ-CABALLERO M E, NUNES M L. Quality changes of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) packed in modified atmosphere[J]. Journal of Food Science, 2003, 68(8): 2 586-2 590.
- [34] MARKS H, COLEMAN M. Estimating distributions of numbers of organisms in food products[J]. Journal of Food
- [35] MONTERO P, MARTÍNEZ-ÁLVAREZ O, ZAMORANO J P. Melanosis inhibition and 4-hexylresorcinol residual levels in deepwater pink shrimp (*Parapenaeus iongrostris*) following various treatments[J]. European Food Research and Technology, 2006, 223(12): 16-21.
- [36] 凌萍华, 谢晶. 涂膜及气调保鲜对南美白对虾品质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 368-374.
- [37] 翁梅芬, 郇延军, 樊明明, 等. 不同解冻方式对碎虾仁品质特性的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(16): 162-166.
- [38] DUUN A S, RUSTAD T. Quality of superchilled vacuum packed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets stored at -1.4 and -3.6 °C[J]. Food Chemistry, 2008, 106(1): 122-131.
- [39] 杨钟燕, 李颖畅, 王玉华, 等. 蓝莓叶多酚复合保鲜剂对冷藏南美白对虾品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(2): 197-202.

(上接第 145 页)

信息窗

欧亚经济委员会制定《酒精产品安全技术法规》过渡条款

据欧亚经济联盟新闻服务处 4 月 16 日消息:2019 年 4 月 16 日,欧亚经济委员会理事会制定了欧亚经济联盟《酒精饮料安全的技术法规》过渡性条款,该规定性条款将于 2021 年 1 月 9 日生效。

根据规定:在 2024 年 1 月 9 日之前,欧亚经济联盟各成员国相关酒精产品依据联盟或所在成员国的相关立法取得产品符合性声明及证书的可允许其生产及销售,但产品必须在制造商规定的保质期内流通。

注:欧亚经济联盟《酒精产品安全技术法规》于 2018 年 12 月由欧亚经济委员会通过:规定了酒精产品的安全要求及其生产、运输、销售等其他要求;为 EAEU 各成员国制定了酒精产品标签、包装及取得符合性声明及证书的强制性要求。

(来源: <http://news.foodmate.net>)