

鱼肉颗粒及壳寡糖对中餐鱼滑品质的影响

于希良^{1,2}, 蔺小雨^{1,2}, 谢伊莎^{1,2}, 祁立波^{1,2}, 丁浩宸³, 尚珊^{1,2}, 董秀萍^{1,2*}

(¹大连工业大学食品学院 食品交叉科学研究院 辽宁大连 116034

²国家海洋食品工程技术研究中心 海洋食品精深加工关键技术省部共建协同创新中心

辽宁海产品精深加工产业共性技术创新平台 辽宁大连 116034

³辽宁安井食品有限公司 辽宁鞍山 114199)

摘要 以新鲜草鱼为原料,研究鱼肉颗粒添加量(20%,40%,60%,80%,100%)对中餐鱼滑质构和感官特性的影响。结果表明:当鱼滑中鱼肉颗粒添加量为40%时,鱼滑具有良好的质构特性,并且颗粒口感适宜,喜好度最高评分为11.20。在此基础上,研究冷藏期间壳寡糖添加量(0.2%,0.4%,0.6%)对鱼滑挤出强度、黏度和挥发性盐基氮的作用。壳寡糖添加量对鱼滑挤出强度和黏度无显著影响。冷藏第2天鱼滑的挤出强度和黏度升高,之后随着时间的延长逐渐降低。用壳寡糖保鲜的鱼滑的挤出强度和黏度波动幅度小。随着冷藏时间的延长,鱼滑TVB-N值逐渐升高,当壳寡糖添加量大于0.4%时,可将鱼滑的货架期延长至8 d。结论:当添加40%鱼肉颗粒,0.4%壳寡糖时鱼滑兼具良好的质构特性和颗粒口感,感官评价良好,冷藏期间品质较为稳定。

关键词 鱼肉颗粒;壳寡糖;中餐鱼滑;质构特性;冷藏

文章编号 1009-7848(2023)10-0136-10 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2023.10.015

鱼滑是以鱼肉为原料,经添加辅料、调味、斩拌、速冻等工艺加工而成,因口感嫩滑、鲜美多汁、营养丰富而备受消费者的喜爱,广泛应用于主餐、汤品、火锅等行业^[1]。鱼滑主要以冷冻保存为主,食用时需要解冻后挤出成型,经过长时间冷冻和反复冻融会造成鱼滑表面干耗增加、质地松散及成型效果差^[2]。随着人们生活水平和健康意识的提高,对于食品尤其是水产加工制品的质地和新鲜程度的要求更高。中餐鱼滑以新鲜鱼肉为原料,未经过漂洗、精滤等工艺,能够最大程度上地保留鱼肉本身的营养物质和风味,然而,鱼肉中一些血水、内源性蛋白酶等物质未被除去,其冷藏稳定性亟待提高^[3]。

壳寡糖(COS)是以壳聚糖为原料,经过物理、化学或生物等方法降解后得到的聚合度在2~10的低分子质量的聚糖。壳寡糖与壳聚糖相比具有更高的水溶性、抗氧化性、抑菌性,同时还具有一定的保健功能,容易被生物消化吸收,因此广泛应

用于生物医药、食品、农业等领域^[4-5]。在食品领域,目前有研究将壳寡糖应用于果蔬保鲜、肉类食品防腐等方面。例如,2%的壳寡糖可有效减少水蜜桃冷藏期间硬度和可溶性固形物的损失,降低果实酶褐变反应,从而缓解水蜜桃品质劣变^[6]。徐宏蕾等^[7]制备一种明胶-壳寡糖复合膜,可对牛肉冷藏期间感官劣变有延缓作用,将货架延长6 d。壳寡糖还具有较好的抗氧化能力,通过涂膜保鲜的方式能够显著延长鲫鱼的货架期^[8]。壳寡糖在食品保鲜中主要以涂膜的方式,而直接添加到制品中的研究相对较少。

为开发具有嫩滑质地和颗粒口感的中餐鱼滑,向草鱼泥中添加草鱼鱼肉颗粒,研究鱼肉颗粒对鱼滑质地和感官的影响。在此基础上探究壳寡糖与鱼肉颗粒协同作用对鱼滑冷藏稳定性的影响,为中餐鱼滑产品的开发和短期冷藏提供技术参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

鲜活草鱼购于辽宁省大连市甘井子区仟和市場。宰杀后1 h内运至实验室。壳寡糖(COS-R)由中国科学院工程所生化工程国家重点实验室糖生

收稿日期:2022-10-12

基金项目:国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项(2019YFD0902000)

第一作者:于希良,男,博士生

通信作者:董秀萍 E-mail: dxiuping@163.com

物工程课题组提供,聚合度为 2~8。氯化钠,天津市大茂化学试剂厂;氯化镁、硫代巴比妥酸,国药集团化学试剂有限公司;盐酸,天津市科密欧化学试剂有限公司;所有试剂均为分析纯级。

1.2 仪器与设备

TA-XT Plus 物性测试仪,英国 Stable Micro System 公司;M200 酶标定量测定仪,瑞士 Tecan-Infinite 公司;LC-2030C 自动凯氏定氮仪,上海沛欧分析仪器有限公司;CF16RXII 高速冷冻离心机,日立(中国)有限公司。

1.3 方法

1.3.1 原料预处理及样品制备 将预处理的草鱼切成小块(50 mm×40 mm×10 mm),用孔径 4 mm 的绞肉机搅碎,得到鱼肉颗粒。取部分鱼肉颗粒加入质量分数 3% 的氯化钠,用绞肉机斩拌 5 min 得到鱼肉泥。向鱼肉泥中添加不同比例(20%,40%,60%,80%,100%)的鱼肉颗粒(4 mm),用和面机搅打 1 min,使鱼肉颗粒与鱼肉泥混合均匀,得到含有不同鱼肉颗粒量的鱼滑。将鱼滑灌入圆柱形模具(直径 25 mm,高度 30 mm)中,用保鲜膜包裹,在沸水中加热 20 min,迅速捞出,置冰水中冷却

30 min。

1.3.2 TPA 的测定 将熟化的鱼滑平衡至室温(25 ℃)后修整为直径 25 mm,高 20 mm 的圆柱。参考 Dong 等^[9]的方法使用物性测试仪测定鱼滑的 TPA。选用 P/50 圆柱性探头,测前、测中、测后速度均为 1 mm/s,压缩比 50%,触发力 5 g。

1.3.3 持水力的测定 持水力的测定参考 Yang 等^[10]的方法,准确称取 2.000 g 熟化后的鱼滑样品,记为 M_1 ,将样品用滤纸包裹后放入 50 mL 离心管内,在 4 ℃,8 000 r/min 条件下离心 10 min,取出后准确称量。离心后样品的质量,记为 M_2 ,持水力计算公式:

$$\text{持水力}(\%) = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \quad (1)$$

1.3.4 感官评价方法

1.3.4.1 样品基本属性感官评定 参考朱凯等^[11]的方法并略有修改。将熟化后的鱼滑放入样品杯中,每个杯中的样品量为 3 个。对鱼滑进行 3 位随机数编号,采用双盲选法评分。41 名感官评价人员根据感官评价标准,使用 15 cm 线性标度法对每个样品的质地特征进行评分。评分标准见表 1。

表 1 草鱼滑感官评定基本属性打分标准

Table 1 Scoring standard for basic attributes of grass carp slippery sensory evaluation

样品属性		0 分	7.5 分	15 分
外观	光滑度	表面粗糙	表面较为光滑	表面光滑
	成型效果	样品不能成型	样品成型效果较好,横切面碎肉较少	成型效果好,横切面很少或无碎肉
质地	弹性	样品受特定力挤压,刚产生形变后,样品无法恢复到原有形态,产生凹陷,弹性较差	样品受特定力挤压,刚产生形变后,样品基本能够恢复到原有形态,有略微凹陷,弹性适中	样品受特定力挤压,刚产生形变后,样品能够恢复到原有形态,没有凹陷,弹性好
	黏聚性	质地松散、易碎	质地不紧实,鱼肉颗粒与鱼肉分界	质地紧实,鱼肉颗粒与鱼肉不分界
	咀嚼性	将样品放入口中,利用白齿咀嚼 5 次以内,样品粉碎至消失	将样品放入口中,利用白齿咀嚼 10 次以内,样品粉碎至消失	将样品放入口中,利用白齿咀嚼 20 次以内,样品粉碎至消失
	整体口感	口感粗糙,鱼肉颗粒口感过重,咀嚼过程中残渣较多	口感较为嫩滑,有轻微的肉颗粒口感,咀嚼过程中残渣较少	口感嫩滑,有适当的肉颗粒口感,咀嚼过程中残渣很少或无残渣

1.3.4.2 样品喜好度感官评定 参考《感官分析方法学 排序法》(GB/T 12315-2008)^[12],将熟化后的鱼滑用 3 位数随机编号,放入品尝杯中进行喜

好度的感官评定。每个杯中样品量为 3 个,感官评价人员对所有样品进行喜好度打分,选择一个最喜欢的样品作为本次感官评定的结果。

1.3.5 冷藏期间鱼滑样品的制备 将鱼肉颗粒和鱼肉泥按 2:3 的质量比混合,加入不同比例的壳寡糖(0.2%,0.4%,0.6%)后用和面机搅打 1 min,使壳寡糖与鱼滑混合均匀。将不同壳寡糖添加量的鱼滑真空包装后在 4℃分别贮藏 0,2,4,6,8 d。为减少试验误差,不同壳寡糖添加量的鱼滑独立包装,质量为(150±10)g。

1.3.6 挤出强度和黏度的测定 使用物性测试仪测定冷藏期间鱼滑的挤出强度和黏度。参考 Dick 等^[13]的方法并略作修改。挤出强度选用 HB/FE 探头,测试速度 1.0 mm/s,下压高度 20 mm,挤出孔径 5 mm,触发力 5 g。黏度选用 A/BE 探头,测试速度 1.0 mm/s,下压高度 20 mm,触发力 5 g。

1.3.7 挥发性盐基氮测定 参考《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》(GB/T 5009.228-2016)^[14]及罗华彬等^[15]的方法并略作修改。在 100 mL 去离子水中加入 10.0 g 鱼滑样品,在 8 000 r/min 的条件下高速剪切 1 min 后浸提、过滤。在蒸馏管中加入 10 mL 滤液,同时加入等质量的 1%氯化镁溶液,用自动凯氏定氮仪测定。挥发性盐基氮计算公式:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times c \times 14}{m \times \frac{V}{V_0}} \times 100 \quad (2)$$

式中, X ——样品挥发性盐基氮的量(mg/100 g); V_1 ——样品消耗盐酸标准滴定液的体积(mL); V_2 ——空白组消耗盐酸标准滴定液的体积(mL); C ——盐酸标准滴定液的浓度(mol/L); m ——试样质量(g); V ——吸取的样品滤液体积(mL); V_0 ——样液总体积(mL)。

1.3.8 数据分析 每个试验进行 3 次,每次 4 个平行组,试验数据均以“平均值±标准差”表示。采用 Origin 8.0 软件绘图,感官评定分析数据采用在线感官分析系统 Sense whisper 收集和计算。用 SPSS 19.0 软件单因素方差分析中的 Duncan 法检验差异显著性, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 鱼肉颗粒添加比例对鱼滑表现性状的影响

添加不同比例鱼肉颗粒鱼滑熟化前、后表现性状如图 1 所示。熟化前空白组(未添加鱼肉颗粒

的鱼滑)与试验组(添加不同比例鱼肉颗粒的鱼滑)相比颜色较白,质地更加细腻(图 1a)。鱼滑中鱼肉颗粒添加量为 60%时,清晰可见鱼肉中的肌肉筋膜。当鱼肉颗粒增加时,熟化后鱼滑样品松散,无法成型。从图 1b 可观察到,随着鱼肉颗粒的增加,草鱼滑表面逐渐粗糙、气泡增多、成型效果差,当鱼肉颗粒超过 60%时尤为明显。100%鱼肉颗粒的鱼滑横切面粗糙,出现掉渣,甚至不能凝聚成型的现象。综上,草鱼滑中鱼肉颗粒添加比例在 20%~60%时,具有良好的表现性状,质构特性需进一步研究。

2.2 鱼肉颗粒添加比例对鱼滑 TPA 的影响

鱼滑中添加不同比例鱼肉颗粒的 TPA 见表 2。随着鱼肉颗粒添加量的增加鱼滑的硬度、弹性、黏聚性、咀嚼度和回复性显著减小($P < 0.05$)。当鱼肉颗粒添加量超过 60%时,鱼滑 TPA 各项指标大幅度下降。当鱼肉颗粒添加量为 80%时,鱼滑的硬度、咀嚼度和回复性与空白组相比分别下降 34.7%,52.9%和 37.9%。草鱼滑质构特性与加热过程中形成的凝胶网络结构有关,加入氯化钠斩拌后会促进鱼肉中肌原纤维蛋白的溶出^[16-17],使肌原纤维蛋白分散更加均匀,从而改善凝胶的质地^[18-19]。随鱼肉颗粒的增加,鱼滑中溶出的肌原纤维蛋白逐渐减少,并且鱼肉颗粒会破坏凝胶的完整性。当鱼滑中鱼肉颗粒达到 80%时,草鱼滑形成的凝胶网络无法将鱼肉黏连成一个完整的整体,草鱼滑开始出现崩溃的现象。这与图 1b 中熟化后草鱼滑的表现性状一致,这表明当鱼滑中鱼肉颗粒添加量为 20%~60%时,鱼滑具有较好的质构特性。

2.3 鱼肉颗粒添加比例对鱼滑持水力的影响

持水力是样品在受到环境或外力作用下对水分保持的能力^[20],同时还反映凝胶结构的粗糙程度,是评价鱼肉制品的一个重要指标。添加不同比例鱼肉颗粒鱼滑的持水力如图 2 所示。持水力随鱼滑中鱼肉颗粒的增加显著下降($P < 0.05$)。空白组鱼滑的持水力为 88.46%。当鱼肉颗粒小于 60%时,鱼滑持水力均保持在 80%以上。当鱼肉颗粒为 80%时,草鱼滑的持水力为 71.24%,与空白组草鱼滑相比下降 19.46%,表明鱼滑凝胶的内部结构受到破坏,对水的束缚能力减弱。鱼滑的持水力与内

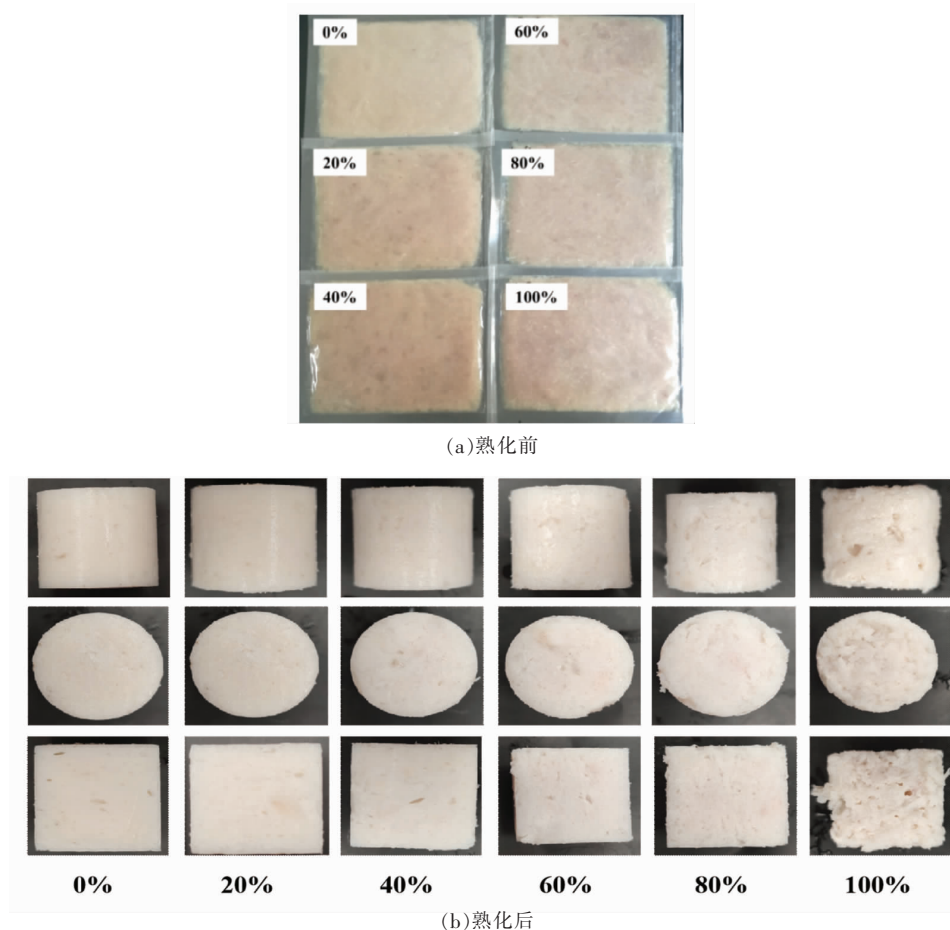


图 1 鱼肉颗粒不同添加比例草鱼滑熟化前、后表现形状

Fig.1 Apparent characteristics of grass carp slippery by adding different proportion of fish particles

表 2 鱼肉颗粒添加比例对鱼滑 TPA 的影响

Table 2 Effect of different proportions of fish particles on TPA of fish slippery

鱼肉颗粒含量/%	硬度/g	弹性	黏聚性	咀嚼度	回复性
0	7 393.12 ± 193.92 ^A	0.83 ± 0.00 ^A	0.66 ± 0.00 ^A	4 007.83 ± 94.34 ^A	0.29 ± 0.00 ^A
20	7 377.47 ± 185.78 ^A	0.81 ± 0.02 ^{AB}	0.65 ± 0.01 ^A	3 883.45 ± 101.21 ^A	0.28 ± 0.01 ^A
40	7 092.98 ± 125.85 ^A	0.80 ± 0.01 ^{AB}	0.65 ± 0.00 ^A	3 670.45 ± 74.02 ^B	0.27 ± 0.00 ^A
60	6 827.89 ± 100.33 ^B	0.78 ± 0.02 ^B	0.62 ± 0.00 ^A	3 313.09 ± 115.46 ^C	0.24 ± 0.00 ^B
80	4 825.05 ± 170.56 ^C	0.74 ± 0.01 ^C	0.53 ± 0.03 ^B	1 884.05 ± 88.43 ^D	0.18 ± 0.02 ^C
100	2 948.39 ± 72.47 ^D	0.72 ± 0.02 ^C	0.49 ± 0.03 ^C	1 056.66 ± 20.65 ^E	0.14 ± 0.01 ^D

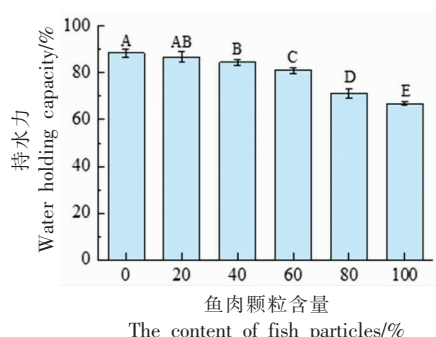
注:同列字母不同表示显著差异($P < 0.05$)。

部凝胶三维网状结构的完整性相关^[21]。凝胶结构越完整、致密、均匀、规则,对水的束缚能力就越强,持水力越好。随着鱼肉颗粒的增加,鱼滑中参与凝胶的肌原纤维蛋白含量降低,形成凝胶结构不稳固,并且鱼肉颗粒会破坏草鱼滑凝胶结构的完整性,阻碍凝胶的形成,导致鱼滑对水的束缚性减弱,持水力降低。持水力与鱼滑 TPA 的结果相

对应。

2.4 鱼肉颗粒添加比例对鱼滑感官评定的影响

从表 3 中质地基本属性感官评定的结果可知,鱼滑的弹性、咀嚼度、黏聚性的感官评价结果与物性分析仪测定结果相同。弹性、外观、咀嚼度和黏聚性的打分随鱼滑中鱼肉颗粒的增加而降低。鱼滑的外观评分与图 1b 相似。与空白组鱼滑



注:不同字母表示具有显著差异($P < 0.05$)。

图2 鱼肉颗粒添加比例对鱼滑持水力的影响
Fig.2 Effect of different proportion of fish particles on water holding capacity of fish slippery

表3 添加不同比例鱼肉颗粒的鱼滑基本属性评分结果分析

Table 3 Analysis of the basic properties results of fish slippery with different proportion of fish particles

鱼肉颗粒含量/%	外观	弹性	黏聚性	咀嚼性	整体口感
0	9.20 ± 3.08^A	10.63 ± 2.59^A	10.77 ± 2.50^A	10.71 ± 3.12^A	8.51 ± 2.92^B
20	8.86 ± 3.14^A	9.63 ± 2.71^B	10.76 ± 2.50^A	10.18 ± 3.12^{AB}	9.55 ± 3.46^{AB}
40	8.55 ± 2.55^{AB}	9.16 ± 2.91^B	10.07 ± 2.81^A	9.35 ± 2.75^B	10.00 ± 3.46^A
60	7.37 ± 2.97^B	7.36 ± 2.27^C	8.11 ± 2.22^B	6.95 ± 2.33^C	7.03 ± 2.56^C
80	5.77 ± 2.78^C	4.55 ± 1.52^D	5.71 ± 2.00^C	3.80 ± 0.36^D	3.57 ± 1.56^D
100	2.45 ± 0.34^D	2.71 ± 1.32^E	3.14 ± 1.20^D	1.75 ± 1.03^E	2.30 ± 1.74^E

注:同列字母不同表示显著差异($P < 0.05$)。

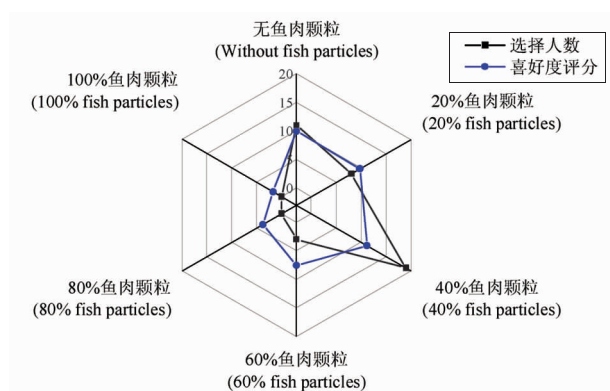


图3 不同鱼肉颗粒添加比例鱼滑好度
感官评定结果雷达图

Fig.3 Radar image of sensory assessment results of fish slippery added with different proportion of fish particles

2.5 壳寡糖对冷藏期间草鱼滑挤出强度和黏度的影响

物性测试仪中的挤压模式^[22]可以评价鱼滑食

相比,添加40%鱼肉颗粒草鱼滑的颗粒度差异显著($P < 0.05$),外观光滑程度差异不显著($P > 0.05$)。这说明鱼滑中鱼肉颗粒添加量为40%时,鱼滑具有良好的质构和外观特性以及鱼肉颗粒口感。

图3雷达图显示感官评价人员对添加不同比例鱼肉颗粒的鱼滑的喜好度。鱼滑中鱼肉颗粒的添加量大于40%时,喜欢的人数仅占感官评定人数的7.832%。19人选择鱼肉颗粒添加量为40%的鱼滑,占总人数的46.34%,并且其喜好度得分最高(11.20分)。说明鱼肉颗粒添加量为40%时,草鱼滑既能形成质地较好的凝胶,质地嫩滑,又具有适当的鱼肉颗粒口感。

用时挤出的难易程度,并可以模拟鱼滑挤出成型的过程,对研究鱼滑冷藏期间物理特性的变化具有实际意义。由图4、5可知壳寡糖添加量对鱼滑初始挤出强度和黏度没有显著影响($P > 0.05$)。随着冷藏时间的延长,挤出强度和黏度整体呈先上升后下降的趋势,且添加壳寡糖鱼滑的变化趋势更加平缓,说明在鱼滑中添加壳寡糖对其冷藏过程中挤出强度和黏度性状的维持有良好的效果。

鱼肉中肌原纤维蛋白的溶出会发生交联并形成溶胶^[23],将鱼肉颗粒和鱼肉糜粘连成一个整体,使鱼滑挤出过程中具有完整的形状并有利于后期的熟化。冷藏前期鱼肉肌原纤维蛋白完全溶出,在低温的条件下发生缓慢的凝胶化,其挤出强度和黏度升高。随着冷藏时间的延长,鱼肉肌原纤维蛋白在内源性蛋白酶、微生物等的作用下发生降解^[24-25],导致鱼糜与鱼肉颗粒间的交联减弱,使挤出强度和黏度下降。壳寡糖能够抑制鱼滑中微生物的生长繁殖^[26],降低肌原纤维蛋白的降解程度;

此外,壳寡糖对清除羟自由基有一定效果,可以抑制糖类、氨基酸、蛋白质、脂质等发生的氧化反

应^[27],从而使其挤出强度、黏度的降低幅度较小。

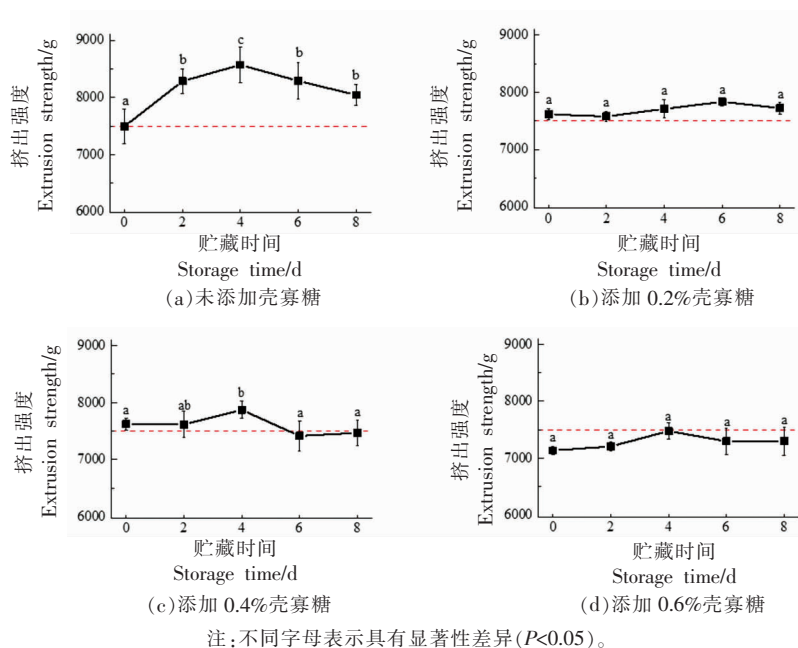


图 4 壳寡糖添加量对鱼滑冷藏期间挤出强度的影响

Fig.4 Effects of chitosan oligosaccharide concentration of fish slippery on extrusion strength during refrigeration

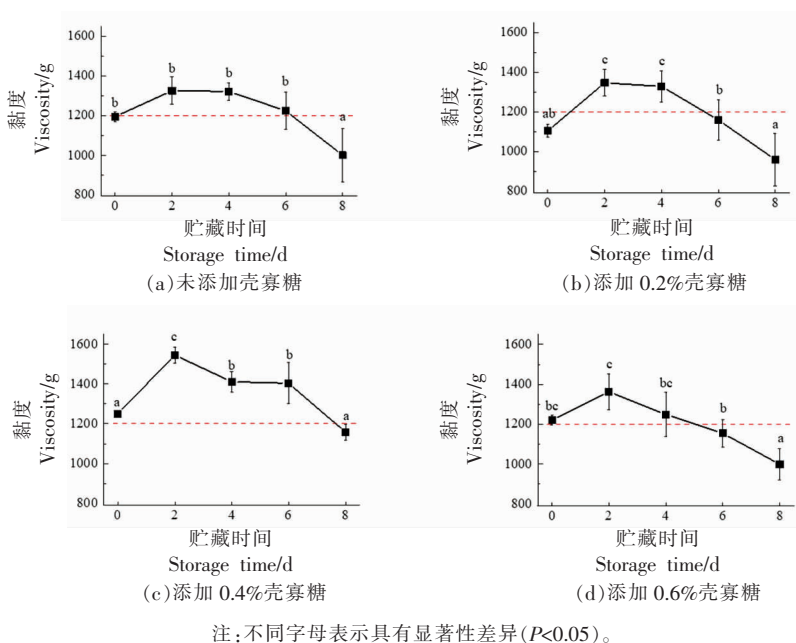


图 5 壳寡糖添加量对鱼滑冷藏期间黏度的影响

Fig.5 Effects of chitosan oligosaccharide concentration of fish slippery on viscosity during refrigeration

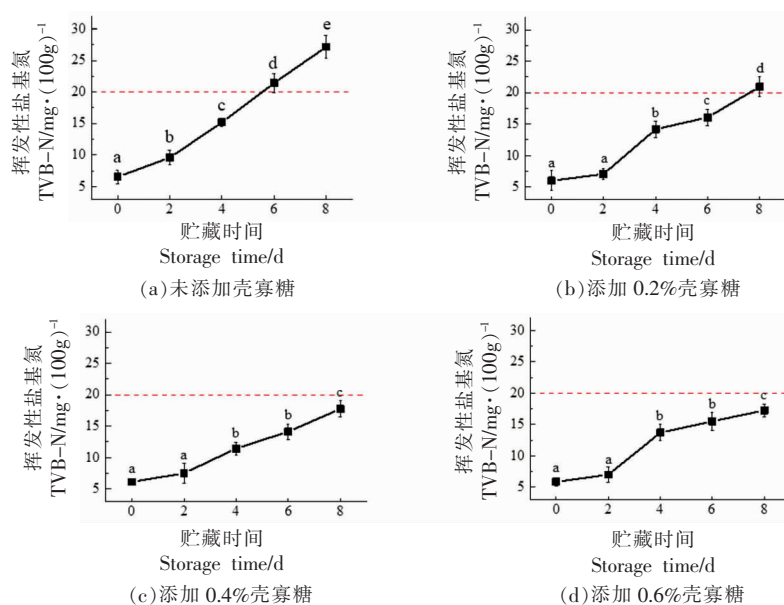
2.6 壳寡糖对冷藏期间草鱼滑 TVB-N 的影响

添加不同浓度壳寡糖的鱼滑在冷藏期间 TVB-N 的变化如图 6 所示。随着冷藏时间的延

长,鱼滑的 TVB-N 显著增加($P<0.05$),并且 TVB-N 增幅随壳寡糖添加量的增加而降低。壳寡糖添加量为 0.4%和 0.6%的鱼滑差异不显著。冷藏第

6天,未添加壳寡糖的 TVB-N 值为 $21.44 \text{ mg}/100 \text{ g}$, 超过在食品中的最大限值($20 \text{ mg}/100 \text{ g}$)。而壳寡糖添加量为 0.4% 鱼滑的 TVB-N 在冷藏第 8 天仅为 $17.76 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 。随着贮藏时间的延长,微生物数量逐渐增加,使细胞外蛋白酶含量增加,蛋白质分解产生氨气及其它胺类物质^[28-29],使鱼滑的 TVB-N 值迅速增加。壳寡糖基本组成单元含有 1 个氨基,而氨基被证明在抗菌方面具有重要作用,尤其是伯氨基被认为是抗菌的主要原因^[30]。壳寡

糖的抑菌能力与其浓度有直接关系,当浓度较低时壳寡糖相对细菌形成的渗透压低,其不易进入细菌的细胞质和细胞核内;当壳寡糖浓度升高时,容易透过细菌膜进入细菌内,发生一系列的理化反应,从而达到抑制细菌生长的目的^[31]。综上,壳寡糖可有效抑制鱼滑的腐败,在一定程度上达到保鲜的效果。0.4% 壳寡糖可将鱼滑的货架期延长到 8 d。



注:不同字母表示具有显著性差异($P < 0.05$)。

图 6 壳寡糖添加量对鱼滑冷藏期间 TVB-N 的影响

Fig.6 Effects of chitosan oligosaccharide concentration of fish slippery on TVB-N during refrigeration

3 结论

鱼肉颗粒会破坏肌原纤维蛋白形成的凝胶网络,当添加 40% 的鱼肉颗粒时,对凝胶网络的破坏性较小,鱼滑具有良好的弹性、黏聚性、咀嚼性和持水力等质构特性,且颗粒口感适宜。添加壳寡糖可以延长鱼滑的冷藏保质期,对冷藏期间鱼滑的挤出强度和黏度的维持效果良好,且当壳寡糖添加量大于 0.4% 时,将鱼滑的货架期延长到 8 d。综上,壳寡糖可作为鱼滑制品的保鲜剂,改善其冷藏品质。

参 考 文 献

[1] 陈亚玲,王莉,张平,等.草鱼鱼滑的工艺研究[J].

肉类工业,2020(12):17-20.

CHEN Y L, WANG L, ZHANG P, et al. Study on the technology of fish paste of grass carp[J]. Meat industry, 2020, (12): 17-20.

[2] 黄建联.不同抗冻剂对冻藏鲢鱼滑品质特性的影响[J].中国食品学报,2019,19(12):204-212.

HUANG J L. Effect of different cryoprotectants on quality properties of frozen silver carp slide[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2019, 19(12): 204-212.

[3] 张语杰,郭星月,窦高乐,等.高品质草鱼调理制品工艺优化及保鲜技术[J].食品科学,2021,42(2):223-232.

ZHANG Y J, GUO X Y, DOU G L, et al. Processing optimization and preservation of high-quality

- preserved grass carp products [J]. Food Science, 2021, 42(2): 223-232.
- [4] NAVEED M, PHIL L, SOHAIL M, et al. Chitosan oligosaccharide (COS): An overview[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2019, 129: 827-843.
- [5] ZHOU D Y, WU Z X, YIN F W, et al. Chitosan and derivatives: Bioactivities and application in foods[J]. Annual Review of Food Science and Technology, 2021, 12: 407-423.
- [6] 陈奕兆, 王亦佳, 刚成诚, 等. 壳寡糖(COS)涂膜对冷藏水蜜桃的保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(4): 208-211.
- CHEN Y Z, WANG Y J, GANG C C, et al. Study on preservation effects of chitosan oligosaccharide on peaches during refrigeration[J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(4): 208-211.
- [7] 徐宏蕾, 王亚珍, 谢晶, 等. 壳寡糖对壳聚糖-明胶复合膜的牛肉保鲜性能影响[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(10): 1048-1053.
- XU H L, WANG Y Z, XIE J, et al. Effect of chitosan oligosaccharide on preservation of beef of gelatin-chitosan composite films[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2018, 37(10): 1048-1053.
- [8] 刘敏, 包静, 刘均忠, 等. 壳寡糖抗氧化性及对鲫鱼保鲜性能的研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(20): 268-271.
- LIU M, BAO J, LIU J Z, et al. Research of oligo-chitosan's antioxidant and preservation properties of carp[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2015, 43(20): 268-271.
- [9] DONG X P, PAN Y X, ZHAO W Y, et al. Impact of microbial transglutaminase on 3D printing quality of *Scomberomorus niphonius surimi*[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 124: 109123.
- [10] YANG N, FAN X R, YU W Y, et al. Effects of microbial transglutaminase on gel formation of frozen-stored longtail southern cod (*Patagonotothen Ramsay*) mince[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 128: 109444.
- [11] 朱凯, 郑飞洋, 郭丽平, 等. 模糊综合评价结合响应面法优化鹰爪虾滑加工工艺[J]. 中国食品学报, 2022, 22(2): 224-232.
- ZHU K, ZHENG F Y, GUO L P, et al. Fuzzy comprehensive evaluation combined with response surface methodology for optimization of the processing technology of white-hair rough shrimp (*Trachypenaeus curvirostris*) prawn ball[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(2): 224-232.
- [12] 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 感官分析 方法学 排序法: GB/T 12315-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 1-11.
- National Health and Family Planning Commission. National food safety standards sensory analysis methodology sorting method: GB/T 12315-2008[S]. Beijing: China Standard Press, 2008: 1-11.
- [13] DICK A, BHANDARI B, PRAKASH S. Post-processing feasibility of composite-layer 3D printed beef [J]. Meat Science, 2019, 153: 9-18.
- [14] 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定: GB 5009.228-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 3-5.
- National Health and Family Planning Commission. National standard for food safety determination of volatile base nitrogen in foods: GB 5009.228-2016 [S]. Beijing: China Standard Press, 2016: 3-5.
- [15] 罗华彬, 盛珍珍, 司永利, 等. 超高压处理对冷藏带鱼鱼丸保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(1): 157-162.
- LUO H B, SHENG Z Z, SI Y L, et al. Effect of ultra-high pressure on quality preservation of hairtail fish balls during refrigerated storage[J]. Food Science, 2021, 42(1): 157-162.
- [16] 周绪霞, 陈红, 陈小草, 等. 谷氨酰胺转氨酶对白姑鱼鱼糜蛋白-油脂复合凝胶特性及微观结构的影响[J]. 中国食品学报, 2020, 20(6): 106-113.
- ZHOU X X, CHEN H, CHEN X C, et al. Effect of transglutaminase on properties and microstructure of surimi protein-lipids composite gels[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2020, 20(6): 106-113.
- [17] 杨明柳, 周迎芹, 方旭波, 等. 谷氨酰胺转氨酶对鳕鱼鱼糜凝胶的品质影响[J]. 食品科学, 2021, 42(12): 37-44.
- YANG M L, ZHOU Y Q, FANG X B, et al. Effect of transglutaminase on the quality of mandarin fish (*Siniperca chuatsi*) surimi gel[J]. Food Science, 2021, 42(12): 37-44.
- [18] 张玉洁, 张金闯, 陈琼玲, 等. 鱼糜蛋白制品及其加工技术[J]. 中国食品学报, 2022, 22(1): 389-400.

- ZHANG Y J, ZHANG J C, CHEN Q L, et al. Surimi protein products and its processing technology [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(1): 389–400.
- [19] MA Y L, XIONG S B, YOU J, et al. Effects of vacuum chopping on physicochemical and gelation properties of myofibrillar proteins from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) [J]. Food Chemistry, 2018, 245: 557–563.
- [20] YE T, DAI H, LIN L, et al. Employment of κ -carrageenan and high-pressure processing for quality improvement of reduced NaCl surimi gels[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2019, 43(9): 1–9.
- [21] 仪淑敏, 叶贝贝, 李学鹏, 等. 鱼糜及鱼糜制品中水分研究进展[J]. 中国食品学报, 2019, 19(12): 304–310.
- YI S M, YE B B, LI X P, et al. Research progress of water in surimi and surimi-based products[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2019, 19(12): 304–310.
- [22] 胡靖, 刘政芳, 彭颖, 等. 酵母抽提物复合膏状调味料黏度与稳定性研究[J]. 中国调味品, 2021, 46(5): 77–79.
- HU J, LIU Z F, PENG Y, et al. Study on the viscosity and stability of yeast extract compound paste seasoning[J]. China Condiment, 2021, 46(5): 77–79.
- [23] 米红波, 王聪, 苏情, 等. 变性淀粉对白鲢鱼鱼糜凝胶特性和蛋白构象的影响[J]. 中国食品学报, 2021, 21(1): 72–80.
- MI H B, WANG C, SU Q, et al. Effect of modified starch on gel properties and protein conformation of surimi from silver carp[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2021, 21(1): 72–80.
- [24] 葛黎红. 内源蛋白酶在低温保鲜草鱼质构劣化中的作用与控制研究[D]. 无锡: 江南大学, 2017.
- GE L H. Study on correlation of endogenous proteases with texture deterioration of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) during chilled storage and quality control[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2017.
- [25] 王慧平, 张欢, 陈倩, 等. 鱼肉内源性蛋白酶对其贮藏期品质影响的研究进展[J]. 食品工业科技, 2021, 42(19): 429–435.
- WANG H P, ZHAN H, CHEN Q, et al. Research progress on effects of endogenous protease on quality of fish during storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(19): 429–435.
- [26] CONFEDERAT L G, TUCHILUS C G, DRAGAN M, et al. Preparation and antimicrobial activity of chitosan and its derivatives: A concise review[J]. Molecules 2021, 26(12): 3694.
- [27] GOMAA E Z. Microbial chitinases: Properties, enhancement and potential applications[J]. Protoplasma, 2021, 258: 695–710.
- [28] 谢伊莎, 傅新鑫, 郑佳楠, 等. 天然保鲜剂对预制南美白对虾贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(4): 264–270.
- XIE Y S, FU X X, ZHENG J N, et al. Effects of bio-preservatives on the quality of pre-cooked pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) during refrigerated storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(4): 264–270.
- [29] 赵倩, 谢全喜, 徐海燕, 等. 壳寡糖抑菌性能的研究[J]. 中国酿造, 2021, 40(3): 44–47.
- ZHAO Q, XIE Q X, XU H Y, et al. Antibacterial property of oligochitosan[J]. China Brewing, 2021, 40(3): 44–47.
- [30] 于源, 刘小芳, 苗钧魁, 等. 南极磷虾壳聚糖、壳寡糖的制备与品质鉴定[J]. 食品工业科技, 2021, 42(15): 1–8.
- YU Y, LIU X F, MIAO J K, et al. Preparation and quality identification of chitosan and chito oligosaccharide from Antarctic Krill[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(15): 1–8.
- [31] 耿懂懂. 酶解法制备壳寡糖工艺及其抑菌活性的研究[D]. 上海: 上海应用技术大学, 2020.
- DONG D D. Study on enzymatic hydrolysis of chitosan oligosaccharides and its antibacterial activity [D]. Shanghai: Shanghai Institute of Technology, 2020.

Effects of Fish Particles and Chitosan Oligosaccharides on the Quality of Chinese Fish Slippery

Yu Xiliang^{1,2}, Lin Xiaoyu^{1,2}, Xie Yisha^{1,2}, Qi Libo^{1,2}, Ding Haochen³, Shang Shan^{1,2}, Dong Xiuping^{1,2*}

(¹School of Food Science and Technology, Academy of Food Interdisciplinary Science, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, Liaoning

²National Engineering Research Center of Seafood, Collaborative Innovation Center of Seafood Deep Processing, Liaoning Province Collaborative Innovation Center for Marine Food Deep Processing, Dalian 116034, Liaoning

³Liaoning Anjoy Food Co., Ltd, Anshan 114199, Liaoning)

Abstract In this study, the effects on fish particles (20%, 40%, 60%, 80%, 100%) on the textural properties and sensory evaluation of Chinese grass carp fish slippery were investigated. The results showed that the fish slippery with 40% of fish particles had better textural characteristics and obvious fish particles taste, and had the highest preference score was 11.20, which was liked by the sensory evaluators. On this basis, the effect of chitosan additions (0.2%, 0.4%, and 0.6%) on fish slippery extrusion strength, viscosity and volatile salt-based nitrogen (TVB-N) during refrigeration were explored. The extrusion strength and viscosity of fish slippery with different percentages of chitosan oligosaccharides did not change significantly, and increased in the secondary day of refrigeration. With the increased of refrigeration time, the extrusion strength and viscosity of fish slippery gradually decreased, however, the fish slippery with chitosan oligosaccharides changes were not drastically. The TVB-N of fish slippery gradually increased during the refrigeration, and the shelf life could be extended to the 8th day when the proportion of chitosan oligosaccharides was more than 0.4%. It was concluded that the fish slippery with 40% fish particle and 0.4% chitosan oligosaccharides has both good texture characteristics and particle taste, and the quality is more stable during refrigeration.

Keywords fish particles; chitosan oligosaccharide; Chinese fish slippery; texture characteristics; refrigeration