

褐藻酸钠裂解物提高凡纳滨对虾保水性机理的研究

袁丽¹, 高瑞昌^{1*}, 薛长湖², 郝淑贤³, 于刚³

(1. 江苏大学食品与生物工程学院, 江苏 镇江 212013;

2. 中国海洋大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266003;

3. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要: 采用化学氧化法制备了分子量大于6 ku的褐藻胶裂解物HDX-A, 研究其提高凡纳滨对虾保水性的机理。结果表明, 经1%的HDX-A溶液浸泡1 h凡纳滨对虾虾仁增重率为14.6%, 且经冻藏20 d后解冻损失率和蒸煮损失率均低于水浸泡和3%复合磷酸盐处理。冻藏后, HDX-A处理组ATPase活性降低了40%, 显著低于未处理和水处理样品变化量($P < 0.01$), 与3%复合磷酸盐相比差异不显著($P > 0.05$), 而流变性特征与新鲜样品比较除破断力降低外均无显著差异($P > 0.05$)。组织学结果显示, HDX-A能影响冻藏过程中冰晶的生成和生长, 单位面积横切面内孔洞的数目较多且较小, 其中面积小于 $100 \mu\text{m}^2$ 的孔洞比例约为74.5%, 面积为 $100 \sim 2500 \mu\text{m}^2$ 孔洞的比例约为25.5%, 没有出现超大孔洞。

关键词: 凡纳滨对虾; 褐藻酸钠裂解物; 保水性; 组织结构; 机理

中图分类号: S 984.2

文献标志码: A

多糖作为保水剂在肉与肉制品中应用已较为广泛^[1-2], 其原理是多糖在热能的作用下相互缠绕形成三维网络, 与肉制品中的盐溶性蛋白相互结合形成良好的网络结构。但是这些多糖只能应用在肉糜类制品中, 因渗透性差而不能应用在虾仁等整体性的食物中, 并且对食品的外观影响太大, 而褐藻胶酸钠裂解物分子量小, 可以渗透到虾仁内部, 且对产品外观没有影响, 所以是很好的开发对象。目前对其提高保水性机理研究未见报道。本实验利用褐藻胶裂解物作为冷冻凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)的保水剂, 测定了其对虾仁浸泡增重、解冻损失和蒸煮损失的影响, 并从ATPase活性、组织学和物性学角度探索其作用机理, 为褐藻胶作为无磷品质改良剂的开发奠定基础。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

鲜活凡纳滨对虾购于青岛南山水产品市场。

B542复合磷酸盐(上海大立食品添加剂有限公司), 褐藻酸钠(M/G为2.3, 初始粘度为 $1500 \text{ mPa} \cdot \text{S}$, 青岛明月海藻有限公司)。所用试剂均为分析纯。

1.2 方法

褐藻酸钠裂解物的制备 参照文献[3]对褐藻酸钠进行裂解, 取滤液过6 ku的超滤膜, 得分子量大于6 ku的组分—HDX-A, 冷冻干燥备用。由前期试验结果得知分子量小于6 ku的组分不仅没有提高保水性效果, 而且还可以降低保水性。

样品处理 鲜活凡纳滨对虾去头、去尾→轻压排便→清洗→去壳→虾仁。取重量相等大小一致的虾仁, 分别用不同的浸渍液处理。不同的浸渍液在冰水中冷却至 $0 \text{ }^\circ\text{C}$, 然后按照虾仁和浸渍液重量1:2的比例浸渍1 h, 每隔15分钟缓慢搅拌, 取出沥干15 min, 用小的样品袋包装, 排出空气后封口, 单层摆放于铝盘中 $-35 \text{ }^\circ\text{C}$ 冰箱速冻过夜, 于 $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ 冰箱中冻藏。样品:第

收稿日期:2011-04-13 修回日期:2011-06-29

资助项目:海洋公益性行业科研专项(No. 201105029);江苏省自然科学基金项目(Np. BK2009215);江苏大学基金项目(08JDG006);广东省海洋渔业科技推广专项(A200901B02, A200901H03);江苏高校优势学科建设工程资助项目

通讯作者:高瑞昌, E-mail:xiyuan2008@ujs.edu.cn

一组为未处理组;第二组为水浸泡组,对照组;第三组为3% B542 复合磷酸盐;第四组为1.0% HDX-A。

保水性 浸泡增重率、解冻损失率和蒸煮损失率测定方法参照文献[4]。每次取样均设6个平行,取平均值。

虾仁质构测定 使用仪器是单轴向压缩和拉伸型质构仪(TMS-PRO),在室温下测定。取大小相同、称重相等且蒸煮后的虾仁,以尾部倒数第二节为测试点。使用圆柱型探头(直径为3 mm)进行测量,压缩速度为40 mm/s,压力单位g,量程A级(1 000 g),样品形变量为20%。

虾肉肌原纤维 ATPase 活性测定 离子色谱测定法^[5]。

虾仁组织结构观察^[6] 取尾部倒数第二节中心部位切成5 mm×5 mm×5 mm的小块,包埋于OCT液中,-20℃冻藏20 min以上,用冷冻切片器(Model CM 1900;Leica Co·Ltd;U·S·A·)切成10 μm厚,贴于载玻片上,染色,用Olympus BX51 光学显微镜进行观察,放大倍数为400倍。染色结果:细胞核呈深褐色,肌纤维黄色,胶原纤维红色。

数据分析 应用SPSS 13.0 统计处理软件进行统计分析,结果以平均值±标准偏差(mean±SD)表示,采用方差分析(ANOVA)进行比较。图像使用Image-Pro Plus 6.0 软件分析。

2 结果

2.1 保水性

经过处理的虾仁重量都增加(图1)。纯水的处理增重效果最少为4.9%,3%的B542 复合磷酸盐处理增重12.4% ($P < 0.05$),1% 褐藻酸钠裂解物HDX-A 增重14.6%,增重幅度较显著($P < 0.05$)。

以蒸馏水浸渍为对照,同时与3% B542 进行了比较,还观测了未处理虾仁。无论是未处理虾仁和对照组以及B542 处理组,冻藏后再解冻均会出现解冻损失,其中未处理组解冻损失最为严重,冻藏20 d后解冻损失约为10.49%,对照组为6.56%,B542 处理的为3.39%(图2)。尽管1% HDX-A 处理样品解冻后的重量较解冻前的重量有所降低,但是仍能很好的保持浸泡增重效果,20 d时为6.45%。虾仁解冻损失率的减小,意味着营养损失的降低和品质的提高。

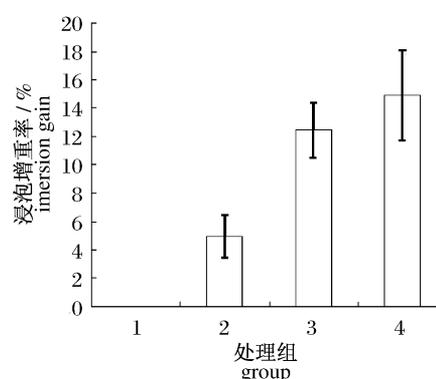


图1 不同浸渍液处理后虾仁增重率

1. 未处理组; 2. 水处理组; 3. B542 磷酸盐处理组; 4. HDX-A 处理组。

Fig.1 The effect on the shrimp weight of various marinate solutions

1. Unsettled sample; 2. Water sample; 3. Phosphate compound sample; 4. HDX-A alginate oligosaccharides sample.

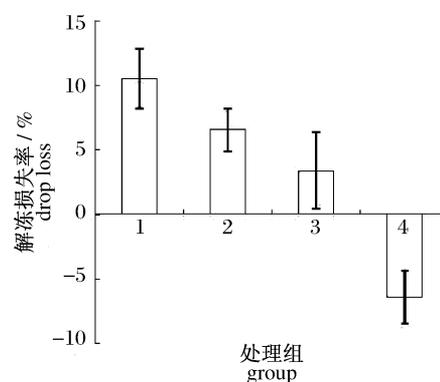


图2 HDX-A 对冷冻虾仁解冻损失率的影响

1. 未处理组; 2. 水处理组; 3. B542 磷酸盐处理组; 4. HDX-A 处理组。

Fig.2 The effect of HDX-A on frozen shrimp drip loss
1. Unsettled sample; 2. Water sample; 3. Phosphate compound sample; 4. HDX-A alginate oligosaccharides sample.

冻藏20 d后不同处理的虾仁都会产生蒸煮损失(图3)。未浸泡的样品高达20.67%,水浸泡样品为11.48%,3% B542 处理样品为10.29%左右,而1% HDX-A 处理样品则为9.78%。

2.2 ATPase 活性变化

在冻藏期间各处理虾仁 ATPase 活性均降低,说明蛋白质发生了变性。但不同处理间存在较大差异,未处理和水处理样品 ATPase 活性在冻藏20 d内变化剧烈,降低了67%(图4)。B542 和 HDX-A 处理 ATPase 活性变化趋势较为接近,变化平缓,活性只降低了40%,显著低于未处理和水处理样品变化量($P < 0.05$)。

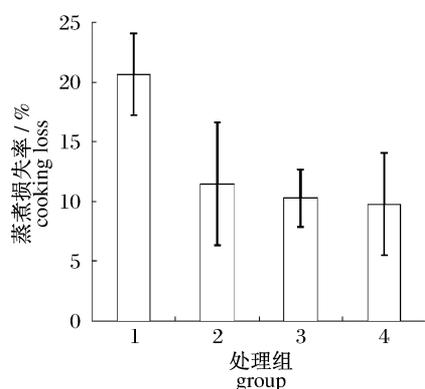


图3 HDX-A对冷冻虾仁蒸煮损失率的影响

1. 未处理组; 2. 水处理组; 3. B542 磷酸盐处理组; 4. HDX-A 处理组。

Fig. 3 The effect of HDX-A on frozen shrimp cooking loss

1. Unsettled sample; 2. Water sample; 3. Phosphate compound sample; 4. HDX-A alginate oligosaccharides sample.

2.3 HDX-A对冷冻虾仁流变学特性的影响

新鲜虾仁经蒸煮后的流变学特征测定结果见表1。从表1可知新鲜虾仁的粘性模量较大,达到 97.55×10^6 ,应力松弛时间为41.5 s,破断力为2.15 N,说明肌肉中的粘性成分较多,粘结性较大。一般来说,破断力与硬度存在对应关系,弹性模量与肌肉中的弹性成分有关,粘性模量和应力松弛与肌肉中的粘性成分、粘结性具有正比关系,鲜虾仁具有弹性较小粘结性较大的特点。冻藏20 d后,未经处理组弹性模量 E_0 、应力松弛时 τ_1

和粘性模量 η_1 最低,而破断力最高。水浸泡组 E_0 、 τ_1 、 η_1 和破断力与未处理样品无明显差异($P > 0.05$),而 E_1 则有较大差异($P < 0.05$)。3% B542处理 τ_1 与对照水处理有差异,其他参数则没有较大差异。HDX-A处理的 η_1 高于对照但不显著,破断力也无明显差异($P > 0.05$),与3% B542处理 τ_1 、 η_1 和破断力无明显差异($P > 0.05$),而 E_0 则有较大差异($P < 0.05$)。冻藏20 d后,HDX-A处理的各流变学特征与新鲜样品比较,除破断力降低外,其他均无显著差异($P > 0.05$)。

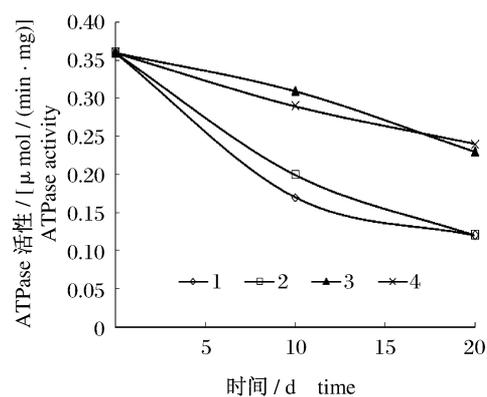


图4 不同处理的虾仁在冻藏过程中ATPase活性的变化情况

1. 未处理组; 2. 水处理组; 3. B542 磷酸盐处理组; 4. HDX-A 处理组。

Fig. 4 The changes of ATPase activity of the shrimp myofibrils during frozen storage

1. Unsettled sample; 2. Water sample; 3. Phosphate compound sample; 4. HDX-A alginate oligosaccharides sample.

表1 HDX-A对冷冻虾仁流变学特性的影响(冻藏20 d)

Tab. 1 Rheological properties of frozen shrimp marinated by HDX-A (Frozen 20 days)

处理 sample	弹性模量/ $\times 10^6$ Pa elastic modulus			应力松弛时间/s stress relaxation time		粘性模量/ $\times 10^6$ cohesive modulus		破断力/N break strength
	E_1	E_2	E_0	τ_1	τ_2	η_1	η_2	
fresh	2.35 ± 0.26	0.29 ± 0.09	2.64 ± 0.31	41.49 ± 3.51	1.6 ± 0.30	97.55 ± 10.35	0.46 ± 0.12	2.15 ± 0.37
1	1.67 ± 0.15	0.08 ± 0.03	1.75 ± 0.21	36.90 ± 6.19	1.81 ± 0.31	61.74 ± 12.35	0.15 ± 0.03	1.66 ± 0.26
2	2.15 ± 0.17	0.27 ± 0.06	2.42 ± 0.29	42.37 ± 5.46	1.61 ± 0.24	91.04 ± 10.61	0.43 ± 0.08	1.54 ± 0.32
3	1.91 ± 0.13	0.30 ± 0.05	2.21 ± 0.28	54.36 ± 5.34	1.68 ± 0.42	103.83 ± 22.43	0.50 ± 0.07	1.23 ± 0.21
4	2.37 ± 0.21	0.33 ± 0.07	2.70 ± 0.37	45.62 ± 4.80	1.67 ± 0.58	108.12 ± 19.23	0.55 ± 0.06	1.33 ± 0.41

注:1. 未处理组; 2. 水处理组; 3. B542 磷酸盐处理组; 4. HDX-A 处理组。

Notes: 1. Unsettled sample; 2. Water sample; 3. Phosphate compound sample; 4. HDX-A alginate oligosaccharides sample.

2.4 不同处理对虾仁组织微结构的影响

从纵切面图5-a可以看出新鲜虾仁结构完整,肌束紧密接合,几乎没有空隙,空隙仅占总面积

积的7.2%,并且颜色比较鲜艳。横切面图5-b也证明了这一点,孔洞少且比较小,仅占总面积的4.9%,形状不成规则。

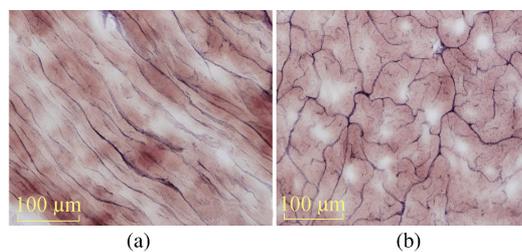


图5 鲜虾切片组织结构

(a) 纵切面; (b) 横切面(下同)。

Fig. 5 Light microscopies of cross and vertical section of fresh shrimp

(a) vertical section; (b) cross sectional the same as followings.

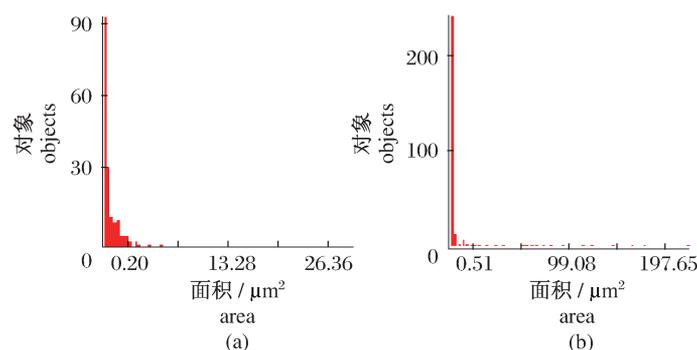


图6 鲜虾仁切面孔洞面积正态分布图

Fig. 6 Normal distribution of holes area in cross and vertical section of fresh shrimp

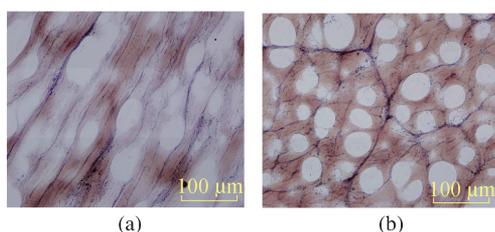


图7 未经浸泡处理虾仁的组织构造(冻藏20天,下同)

Fig. 7 Light microscopies of cross and vertical section of frozen shrimp without being marinated

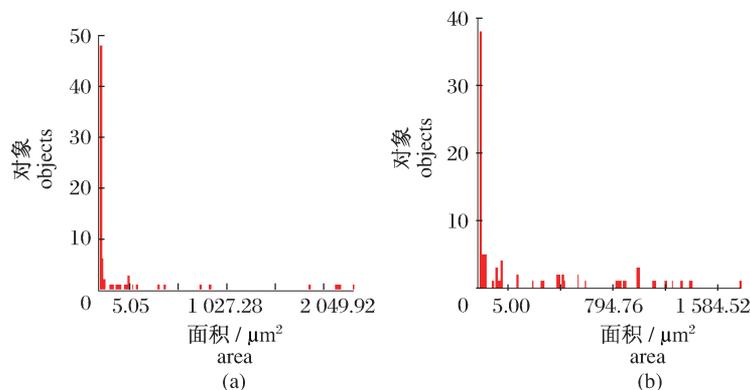


图8 未经浸泡处理虾仁切面孔洞面积正态分布图

Fig. 8 Normal distribution of holes area in cross and vertical section of frozen shrimp without being marinated

图6表示鲜虾组织切片中孔洞面积的正态分布。纵切面单位面积内小孔洞的数目较多,面积均小于 $30 \mu\text{m}^2$ 。横切面内小孔洞的数目较多,小洞比例约为95%,且均小于 $0.5 \mu\text{m}^2$,结果表明鲜虾肌肉肌束间没有较大空隙。

图7表示未经任何处理的虾仁经冻藏20 d后组织结构。由纵切面图7-a和横切面图7-b以清楚看出在冻藏阶段虾仁组织结构发生了较大变化。肌肉中产生了大量的孔洞,形状比较规则,多呈圆形,纵切面内孔洞约占总面积的23.2%,而横切面中的孔洞约占总面积的27.6%。

图8表示未经浸泡处理虾仁中孔洞面积的正态分布图。单位面积纵切面内小孔洞的比例约为88.2%,主要集中在 $4 \sim 18 \mu\text{m}^2$ 附近,大孔洞仅占11.8%,主要分布在 $1 027$ 和 $2 050 \mu\text{m}^2$ 附近。单位面积横切面内小孔洞的比例约为70.9%,主要集中在 $5 \sim 100 \mu\text{m}^2$ 附近,大孔洞仅占29.1%,主要集中在 $700 \sim 2 000 \mu\text{m}^2$ 附近,没有超大型孔洞出现。无论是纵切面还是横切面中的孔洞平均面积都明显大于鲜虾仁。

图9表示3% B542处理的虾仁经冻藏20 d后组织结构。可看出3% B542处理的虾仁组织结构遭到很大的破坏,肌纤维发生了断裂,且肌束间形成了许多不规则孔洞。与未经处理组相比肌束间的孔洞更多,纵切面中的孔洞约占总面积的40.1%,横切面中的孔洞约占总面积的49.4%。但是孔洞直径较小,孔洞分布紧密,肌束显著收缩。同时从图9-b还可以看出,复合磷酸盐对肌原纤维的破坏作用,肌肉表面比较模糊杂乱,肌原纤维发生了破断。

图10表示3% B542处理虾仁中孔洞面积的正态分布图。单位面积纵切面内孔洞的数目较少,其中面积小于 $100\ \mu\text{m}^2$ 的孔洞比例约为69.2%。面积为 $100\sim 2\ 000\ \mu\text{m}^2$ 孔洞比例约为

27.1%,超大孔洞比例仅为3.7%。单位面积横切面内孔洞的数目非常多,面积小于 $100\ \mu\text{m}^2$ 的孔洞比例约为76.5%,面积为 $100\sim 2\ 000\ \mu\text{m}^2$ 孔洞的比例约为20.4%,超大孔洞比例仅为3.1%。

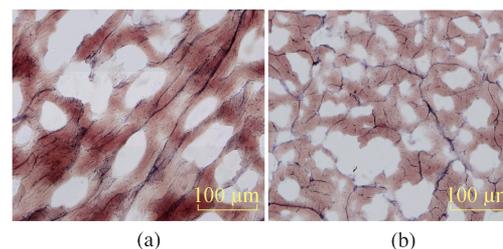


图9 3% B542处理虾仁的组织构造

Fig. 9 Light microscopies of cross and vertical section of frozen shrimp marinated by 3% B542

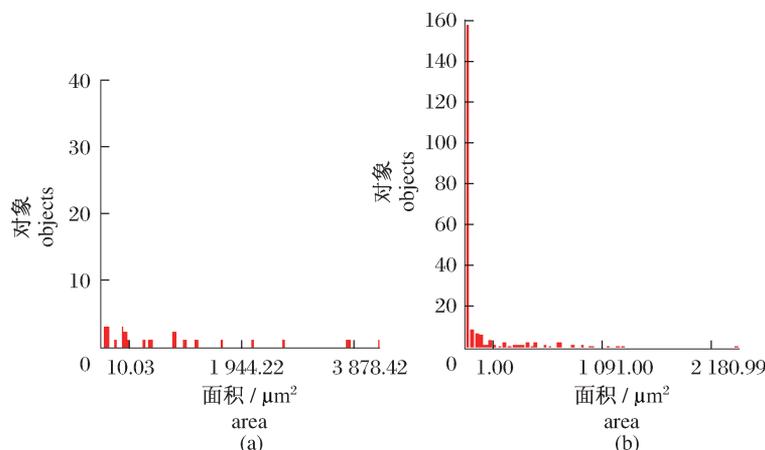


图10 B542处理虾仁切面孔洞面积正态分布图

Fig. 10 Normal distribution of holes area in cross and vertical section of frozen shrimp marinated by 3% B542

图11显示了HDX-A处理的虾仁冻藏20 d后的组织结构,从图11-a可以看出虾仁内的肌束间出现了较多的空隙,肌束间的连接蛋白发生了断裂,孔洞的面积约占总面积的26.1%。从图11-b可以看出肌束间产生了大大小小形状不一的孔洞,孔洞的面积约占总面积的25.7%。肌肉

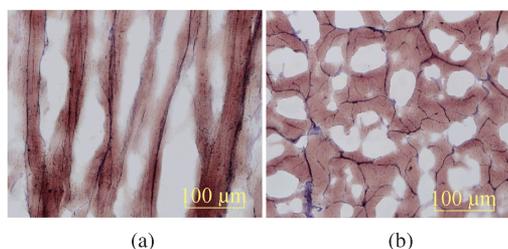


图11 冻藏20天1.0% HDX-A处理虾仁的组织构造
Fig. 11 Light microscopies of cross and vertical section of frozen shrimp marinated by 1.0% HDX-A

内的结缔组织没有遭到破坏,肌束收缩程度不大,肌肉表面光滑圆润,色彩鲜艳。

图12表示HDX-A处理虾仁中孔洞面积的正态分布图。单位纵切面内孔洞的数目较少,但平均面积较大,其中面积为 $100\sim 1\ 000\ \mu\text{m}^2$ 的孔洞比例约为68.8%, $1\ 000\sim 30\ 000\ \mu\text{m}^2$ 孔洞比例约为17.6%,特大孔洞比例为13.4%。单位横切面内孔洞的数目较多,面积小于 $100\ \mu\text{m}^2$ 的孔洞比例约为74.5%,面积为 $100\sim 2\ 500\ \mu\text{m}^2$ 孔洞的比例约为25.5%,没有出现超大孔洞。HDX-A处理虾仁中孔洞大小分布格局与B542处理相似,小孔洞约占75%,大孔洞约占25%。

3 讨论

多聚磷酸盐在水产品中主要作为品质改良剂和抗冻剂使用,其作用机理是可使肌球蛋白从

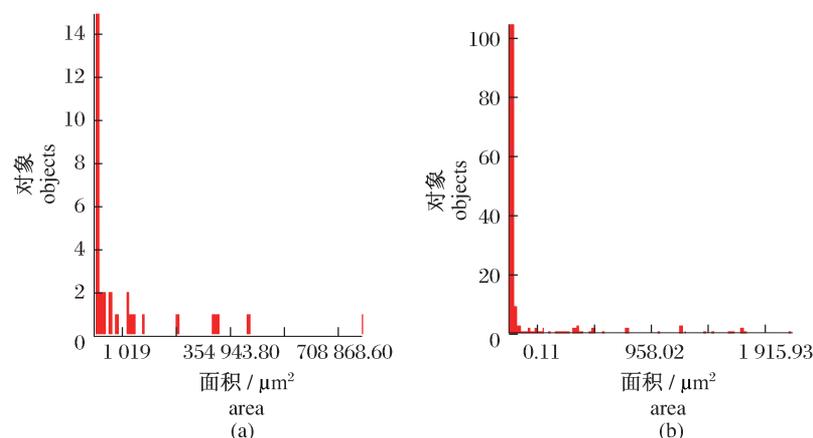


图 12 HDX-A 处理虾仁切面孔洞面积正态分布图

Fig. 12 Normal distribution of holes area in cross and vertical section of frozen shrimp marinated by 1.0% HDX-A

肌原纤维所形成的网状结构空间中脱离出来,增加可溶性蛋白质的含量,在加热过程中肌球蛋白通过形成凝胶,使更多的水分被固定在肌肉中,从而增加了蒸煮出品率 $P^{[7]}$ 。复合磷酸盐能与肌球蛋白头部结合,改变肌球蛋白的结构,从而影响了ATPase活性及蛋白稳定性 $^{[8]}$ 。然而过量使用导致产品风味恶化,而且摄入的磷酸盐达到最大允值0.5%时,可能危害身体健康。开发安全无毒高效的无磷品质改良剂是我国水产品加工业急需解决的重要课题,已成为研究热点。国内外对无磷品质改良剂研究已有报道,主要集中在蛋白酶解产物 $^{[9-10]}$ 、变性淀粉 $^{[11]}$ 、酰胺化低甲基果胶 $^{[12]}$ 、碱性氨基酸 $^{[13]}$ 、多聚糖 $^{[14]}$ 方面。褐藻胶是一种来源于褐藻细胞壁的水溶性酸性多糖,已被广泛应用于医药、食品、化工等领域。

从本实验结果可看出,褐藻酸钠裂解物 HDX-A 可显著提高凡纳滨对虾虾仁保水性,并可以在解冻后有效保持冷冻虾仁增重效果,与对照相比能极显著地降低冻藏解冻损失和蒸煮损失($P < 0.01$),达到了较理想的效果并保持了原有的营养成分。综合ATPase活性、流变性学特性和组织学特性结果,分析认为 HDX-A 提高虾仁浸泡增重的作用机理可能是因为 HDX-A 含有的褐藻酸钠低聚糖可自身吸附和保持水分,同时低聚糖可能在虾仁表面形成一层包裹膜,使渗入的水分更好的保留在肌肉中,并阻止了解冻后虾仁内部水分的丢失。另外,ATPase活性结果说明 HDX-A 具有一定的抗冻作用,可能是渗透到虾仁内部与肌球蛋白结合成复合物,增加了肌球蛋白的稳定性,因为寡糖与肌球蛋白的结合可以提高蛋白的稳定性和功能性 $^{[15]}$ 。组织学结果显示,虾仁肌原纤维蛋白结构和水冰晶结果在冻藏过程中

发生了较大的变化。肌肉细胞的自由水和准结合水形成了冰晶,非结合水从肌原纤维内部移动到肌原纤维和肌束外部形成冰晶,随着冰晶的增长挤压肌原纤维,从而形成了较大的孔洞。另外细胞内的无机盐类浓缩,盐析作用使蛋白质脱水,造成蛋白质分子变性相互凝聚,导致肌束内部和肌束间孔洞增大。实验表明,不同处理造成虾仁持水性不同,因此,在冻藏过程中,形成冰晶的量与形状大小也存在差异。肌肉蛋白结合水的含量高则冰晶形成少,对蛋白结构影响小。如自由水含量较高,则冰晶形成量增加且容易生长成大块冰晶,对蛋白质结构影响则会增大。结果表明,HDX-A 和复合磷酸盐处理的样品冰晶形成均受到了抑制。复合磷酸盐能够溶解肌原纤维,抑制冻藏过程中自由水和准结合水冰晶的形成和生长,致使冰晶形成比较细密形成较多小孔洞。而 HDX-A 可能在肌束之间和肌原纤维之间形成空间上的网络结构,吸附了自由水,降低了肌束内和肌原纤维内以及肌细胞内的水分移动,增加了蛋白质的结合水,提高了蛋白稳定性,抑制了虾仁冻藏过程中冰晶的生成和生长。

参考文献:

- [1] XIONG Y L, BLANCHARD S P. Viscoelastic properties of myofibrillar protein-polysaccharide composite gels[J]. Journal of Food Science, 1993, 58 (1): 164 - 167.
- [2] FOEGEDING E A, RAMSEY S R. Rheological and water-holding properties of gelled meat batters containing iota carrageenan, kappa carrageenan or xanthan gum[J]. Journal of Food Science, 1987, 52: 549 - 553.
- [3] 欧昌荣. 褐藻胶寡糖的制备、分析及其生理活性研

- 究[D]. 青岛:中国海洋大学,2003.
- [4] 高瑞昌,于刚,袁丽,等. 几种无磷保水剂对冷冻凡纳滨对虾质量的影响[J]. 安徽农业科学,2009,36:18140-18142,18255.
- [5] GAO R, XUE C, YUAN L, *et al.* Determination of the big head carp myofibrillar (*Aristichthys nobilis*) adenosine triphosphatase activity by ion chromatography[J]. Journal of Chromatography A, 2006,1118:278-280.
- [6] KAGEYAMA K, WATANABE Y. Manual of histologic techniques[M]. Igaku syion Lte., Toky,1988:92-95.
- [7] 李苗云,张秋会,柳艳霞,等. 不同磷酸盐对肉品保水性的影响[J]. 河南农业大学学报,2008,4:439-442.
- [8] 新井健一. 魚類筋肉クソベク質の特性の測定,水産生物化学食品学試験書[M]. 東京:恒星社厚生版,1974:189-202.
- [9] SHADIDI F, SYNOWIECKI J, BALEJKO J. Proteolytic hydrolysis of muscle proteins of harp seal (*Phoca groelandica*) [J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry,1994,42:2634-2638.
- [10] SHAHIDI F, SYNOWIECHI J. Protein hydrolyzates from seal meat as phosphate alternatives in food processing applications [J]. Food Chemistry, 1997, 60(1):29-32.
- [11] 吴立根,王岸娜. 复合变性淀粉提高鸡胸肉保水率的研究[J]. 食品与机械,2006,22:25-26,30.
- [12] URESTI R M, LOPEZ-ARIAS N, ONZALEZ-CZBRIALES J J, *et al.* Use of amidated methoxyl pectin to produce fish restructured products[J]. Food Hydrocolloids,2003,17:171-176.
- [13] YAMAMOTO T, NOZAKI S, WATABE S. Frozen surimi [M]. United States Patent Application Publication. US 2004/0191398 A1,2004.
- [14] XIONG Y L, BLANCHARE S P. Viscoelastic properties of myofibrillar protein-polysaccharide composite gels[J]. Journal of Food Science,1993,58(1):164-167.
- [15] SATO R, SAWABE T, KISHIMURA H, *et al.* Preparation of neoglycoprotein from carp myofibrillar protein and alginate oligosaccharide: improve solubility in low ionic strength medium[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry,2000,48:17-21.

Mechanism of enhancing the water-holding capacity of white leg shrimp by alginate oligosacchrides

YUAN Li¹, GAO Rui-chang^{1*}, XUE Chang-hu², HAO Shu-xian³, YU Gang³

(1. School of Food and Biological Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China;

2. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China;

3. South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: The product of HDX-A with a molecular weight over 6 000 ku was made from sodium alginate obtained by H₂O₂. And the mechanism of the HDX-A enhancing the water-holding capacity of white leg shrimp was studied. The results showed that the weight of white leg shrimp significantly increased by 14.6 percent after being marinated in 1 percent solution for 1 hour. Also the drip loss and the cooking loss were lower than those of the control and phosphate compound treatments after being frozen 20 days. Although the ATPase activity of the HDX-A treatment reduced by 40 percent, it was lower than the untreated sample and the control. But there was no difference between the HDX-A treatment and the compound phosphate treatment in the ATPase activity. The physical characteristics of the HDX-A treatment sample were similar to the fresh sample except that the break strength became small. The result of the histology showed that the building and growth of the ice were affected by HDX-A during frozen storage. The holes were smaller and more in unit area than those of the control. The ratio of the hole whose area was less than 100 μm² was about 74.5 percent. The percentage of the other holes whose area were between 100-2 500 μm² was 25.5. There was no super big hole in the white leg shrimp muscle.

Key words: white leg shrimp; alginate oligosacchrides; water-holding capacity; tissue structure

Corresponding author: GAO Rui-chang. E-mail: xiyuan2008@ujs.edu.cn