

对辊上料对虾开背装置的设计与试验

Design and experiment on type of rollers feeding device of cutting opening at back of shrimp

王泽河 张秀花 张丽丽 弋景刚

WANG Ze-he ZHANG Xiu-hua ZHANG Li-li YI Jing-gang

(河北农业大学机电工程学院,河北 保定 071001)

(Mechanic and Electronics College, Agriculture University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China)

摘要:设计一种对辊上料对虾开背装置,并分别进行有齿刀具和无齿刀具,正向旋转与逆向旋转以及刀具转速大小对开背效果和感官质量的比较试验。结果表明:采用无齿圆盘刀正向以 350~400 r/min 切割时,对虾开背效果和感官质量最佳。该装置可确保对虾机械开背加工的质量稳定,提高对虾开背生产率,实用性强。

关键词:对虾;开背装置;对辊上料;设计;试验

Abstract:A cutting device for shrimp was designed, and a series of tests were carried out on efficiency of back open of shrimp and sense evaluation, between on gear knife and knife, post and reverse rotation, rotation speeds. The results showed that: by using the positive-free geared knife to cut shrimp when it came to 350~400 r/min, the cutting result achieved best. The device is stable, efficiency and suiting practice.

Keywords:shrimp; cutting device; feeding device combined rollers and wheels; design; experiment

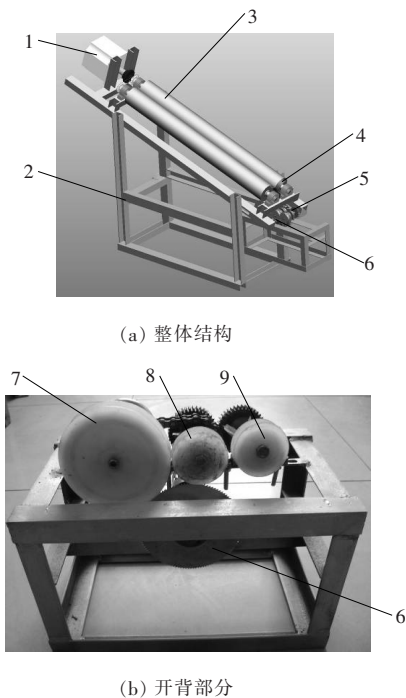
对虾机械化脱壳中开背是较为关键的一个环节。目前机械式对虾开背发展不成熟,开背装置种类较少,以美国 Jonsson 公司生产的虾剥壳系统,以及美国 Prawnto 公司旗下的 Shrimperfect 系统为主的两种开背方法。二者均需人工以一定的方式喂入虾体,且设备成本高。采用相同直径的双辊相背转动可实现去头对虾的粗排序,辊子的转速大小,辊子轴线与水平面的夹角大小可决定对虾在辊子上的滑动速度,可根据对虾开背工序的效率对这两者进行调整,达到设备整体运行的协调。本设计拟采用双辊调节系统实现对虾的粗定向,以 3 个不同直径的马鞍形圆辊实现对虾虾体的

二次定向,配合圆辊下方的切割刀,旨在实现对虾自动上料和开背,提高开背效率。

1 总体结构及工作原理

1.1 总体结构

辊式对虾开背装置由电机、机架、双辊调节系统、圆弧挡板、夹持转向系统、开背刀等构成,其整体结构配置及开背部分见图 1。



1. 电机 2. 机架 3. 双辊调节系统 4. 圆弧挡板 5. 夹持转向系统 6. 开背刀 7. 主动轮 8. 第一从动轮 9. 第二从动轮

图 1 对虾开背装置

Figure 1 Test device for cutting an opening at the back of the shrimp

基金项目:国家海洋公益性行业科技专项(编号:201205031);河北省科技支撑项目(编号:12227169)

作者简介:王泽河(1969—),男,河北农业大学博士,教授。

E-mail:wzhcau@163.com

收稿日期:2015-01-30

开背部分由电机、机架、主动轮、第一从动轮、第二从动轮、第一开背刀、第二开背刀等构成。其中电机驱动链轮，带动主动轮、第一从动轮顺时针旋转，第二从动轮通过齿轮啮合与第一从动轮转向相反，即第二从动轮逆时针旋转。对虾体呈长筒形，截面近似椭圆，根据这一特点设计主动轮、第一从动轮和第二从动轮均具有马鞍型凹槽，主动轮和第一从动轮的轮凹槽相向形成第一间隙，形状为近似椭圆，与对虾截面相似。第一从动轮和第二从动轮的轮凹槽相向形成第二间隙，形状也为近似椭圆。在第一间隙下方和第二间隙下方放置对虾开背圆盘刀，开背刀均逆时针旋转。

1.2 工作原理

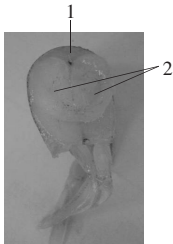
开背装置启动后，对虾落到双辊调节系统上方，双辊倾斜角度可调，在电机的带动下背向转动，对虾受重力作用在倾斜的调节辊上翻滚下落，调节辊的转动能够保持虾身的脊背侧和腹部侧基本位于同一竖直面内，防止虾身偏转为后续开背造成困难，实现对虾开背前的粗定向。对虾继续前进至双辊的下端，双辊的下端与圆弧挡板相连，圆弧挡板的间隙略大于对虾虾体短轴直径，防止对虾翻转，对虾自圆弧挡板处落下，进入夹持转向系统，对虾与主动轮接触时若对虾的弯曲方向与主动轮的弯曲方向相同，则通过第一间隙落下，遇到第一开背刀片被顺利开背，被开背的虾体随刀片的作用力和重力作用自此间隙处落下；若对虾弯曲方向与主动轮的弯曲方向相反，则在第一从动轮的作用下进行翻转并进入第二间隙，在第一从动轮和第二从动轮的作用下下行并被第二开背刀开背，已开背的对虾自此间隙处落下^[1]。

2 对虾开背深度的确定

2.1 对虾切面结构

对虾在加工储藏过程中，如虾肉直接暴露在空气中，容易滋生细菌，因此加工时尽可能减小虾仁损伤，提高虾仁质量。为更好地观察对虾内部结构，选取虾体无损伤的对虾，用高频切割刀，切除对虾头部，观察对虾切面，见图 2。发现对虾肉质颜色不同，分成上下两部分，切面上部分为附着于外骨骼内的肌肉，呈半透明色，与对虾切面相比所占比例很小，切面下部分肉质呈白色，分成左右两部分，中间有凹槽，占据切面的大部分。从虾体每个体节连接处，用高频切割刀对虾体进行切割，观察每个切面，发现虾体每个体节连接处的切面形状大体相似，尺寸不同。切面中附着于外骨骼内的肌肉与对虾切面下侧的肌肉之间有一条贯穿背部的黑线，此为对虾的消化系统。轻轻剥离对虾背板，附着于外骨骼内的肌肉与对虾切面下侧的肌肉结合力很小，轻轻触摸，附着于外骨骼内的肌肉便随即剥落下来。

因为对虾的这种特殊结构，开背时，可以不考虑附着于外骨骼内的肌肉，仅保留虾线下面的主体部分。为尽可能减小对虾仁的损伤，应保证刀刃的对称面与对虾的对称面即虾体的竖切面重合，即开背时刀刃位置正好在对虾背部的凹槽处，开背深度到达虾线处，此时刀刃可顺利对虾开背，又不会



1. 附着于外骨骼内的肌肉 2. 对虾生殖系统

图 2 对虾切面图

Figure 2 The section figure of shrimp

损伤虾仁主体，可实现对虾无损开背^[2,3]。

2.2 对虾虾线深度测量

2013 年 8 月份在河北保定水产市场采购鲜活对虾，体长为 130~160 mm，质量为 16~22 g，进行去头处理后，测定虾体背部虾线深度，结果见表 1。

表 1 对虾的虾线深度					
Table 1 The depth of gland of shrimp mm					
序号	全长	身长	第一节宽度	第一节高度	上虾线深度
1	155.42	70.02	13.86	18.26	5.18
2	148.34	70.58	13.64	16.10	4.12
3	131.00	63.00	12.28	18.34	4.54
4	135.00	64.02	12.30	17.22	4.60
5	142.30	65.74	12.28	15.04	4.20
6	143.60	67.84	13.54	17.18	4.72
7	140.74	65.30	13.00	17.24	4.30
8	151.60	67.20	13.72	18.98	3.84
9	140.76	65.68	12.60	18.20	4.08
10	139.56	64.50	13.48	18.04	4.22
均值	142.83	66.39	13.07	17.46	4.38

3 对虾开背参数的确定

3.1 试验设备与试验原料

试验设备包括机械开背装置、游标卡尺、安川电机。试验原料选择第一体节短轴尺寸 12.0~14.0 mm，去头，-18℃低温贮藏 30 min 后的南美白对虾。

3.2 试验方法

在试验台上进行开背试验，改变刀具类型、改变刀具旋转方向以及刀具旋转速度，观察对虾的开背效果和外观质量。试验中组织 5 名专家成立评定小组，对虾体开背效果进行感官质量评定。感官评定标准见表 2。

表 2 感官评定标准

Table 2 Standard of sensory evaluation

评分	感官指标	
	虾壳切面光滑程度	虾体切面完好程度
5	十分平整且光滑	无明显缺损
4	一般平整且光滑	无明显缺损但有轻微撕裂
3	平整但略微粗糙	轻微缺损或轻微撕裂
2	不平整且比较粗糙	有明显缺损或明显撕裂
1	不平整且十分粗糙	严重缺损或严重撕裂

3.3 结果分析

3.3.1 无齿刀与有齿刀开背效果比较试验 采用无齿圆盘刀和有齿圆盘刀(图 3)进行试验,由于对虾存在个体差异,采用 SC/T 3016—2004《水产品抽样方法》中的破坏性检验标准,虾类产品抽样每组试验≥10 尾,重复取样,每组试验取 10 尾对虾进行开背。感官评定结果见表 3,不同刀型对虾开背的典型效果见图 4。试验中观察到,无齿圆盘刀开背后虾壳切面光滑程度和虾仁的完好程度在感官质量方面明显优于有齿圆盘刀,这是由于对虾体形细小,背部肉质细嫩,使用有齿圆盘刀时,背部肌肉组织容易被刀齿钩扯和撕裂。所以对虾开背宜选用无齿圆盘刀^[4-6]。

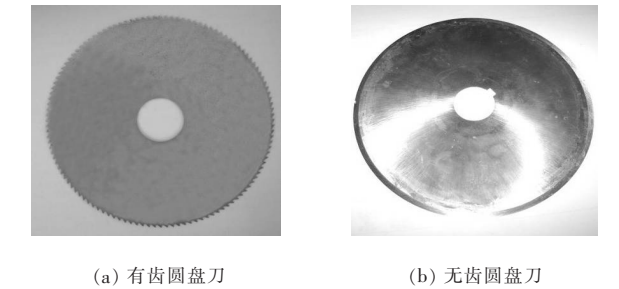


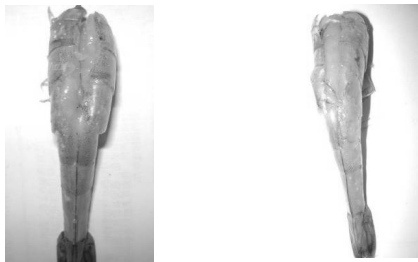
图 3 不同刀型图

Figure 3 Figure of different type of knives

表 3 感官评定结果

Table 3 The result of sensory evaluation

序号	有齿圆盘刀	无齿圆盘刀
1	3	4
2	2	5
3	4	5
4	4	4
5	3	4
6	2	4
7	3	5
8	3	4
9	2	4
10	4	5



(a) 有齿刀开背效果 (b) 无齿刀开背效果

图 4 加工效果图

Figure 4 Processed effect diagram

3.3.2 无齿圆盘刀转速和转向的变化对开背效果的影响试验 采用无齿圆盘刀分别以正向、逆向不同转向对对虾进行加工,当圆盘刀以正向旋转时,圆盘刀对虾体产生垂直于虾体的压力和向下的分力,使得虾体顺利通过圆盘刀。当圆盘刀以逆向旋转时,圆盘刀对虾体产生向上的分力,造成虾体摆动,使得虾体对中性不好,定位不准,且易使虾体卡在间隙处不下落,剖切后的虾体见图 5。所以无齿圆盘刀以正向切割为优。



图 5 逆向切割效果

Figure 5 Reverse cutting effect

3.3.3 对虾开背刀速度特性曲线 以开背刀转速为试验因素,以虾背是否被完全切开和切面质量为评价指标,改变对虾开背刀转速,观察对虾开背质量。

当圆盘刀以较低的转速切割时,虾体只有一定程度的划痕,不能被切开,随着圆盘刀转速的提高,虾体有的被切开,但仍有部分虾体不能被完全切开(图 6(a));当转速提高到一个



(a) 低转速虾体切割效果 (b) 高转速虾体切割效果

图 6 不同转速切割效果

Figure 6 Different speed of cutting effect

(下转第 139 页)

catfish fillets[J]. Journal of Food Science, 2003, 68(1): 368~377.

11 Ortea I, Rodríguez A, Tabilo-Munizaga G, et al. Effect of hydrostatic high-pressure treatment on proteins, lipids and nucleotides in chilled farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) muscle[J]. European Food Research and Technology, 2010, 230(6): 925~934.

12 Cruz-Romero M, Smiddy M, Hill C, et al. Effects of high pressure treatment on physicochemical characteristics of fresh oysters (*Crassostrea gigas*) [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2004, 5(2): 161~169.

13 孙小斐, 乔玉辉. 不同因素对白果蛋白持油性, 持水性和起泡性的影响[J]. 食品与机械, 2012, 28(3): 17~20.

14 李梦琴, 王跃, 赵杨, 等. 小麦麸皮超高压处理条件优化及其微观结构观察[J]. 食品与机械, 2011, 27(4): 10~14.

15 Ramirez-Suarez J C, Morrissey M T. Effect of high pressure processing (HPP) on shelf life of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) minced muscle[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2006, 7(1): 19~27.

16 Pérez-Mateos M, López-Caballero M E, Montero P. Effect of high pressure and 4 - hexylresorcinol on enzymatic activity and darkening in oysters[J]. Journal of Food Science, 2002, 67(6): 2 107~2 112.

17 常耀光, 李兆杰, 薛长湖, 等. 超高压处理对南美白对虾在冷藏过程中贮藏特性的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 24(12): 230~237.

18 Angsupanich K, Ledward D A. High pressure treatment effects on cod (*Gadus morhua*) muscle[J]. Food Chemistry, 1998, 63(1): 39~50.

19 Angsupanich K, Edde M, Ledward D A. Effects of high pressure on the myofibrillar proteins of cod and turkey muscle[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(1): 92~99.

20 Paarup T, Sanchez J A, Peláez C, et al. Sensory, chemical and bacteriological changes in vacuum-packed pressurised squid mantle (*Todaropsis eblanae*) stored at 4 °C[J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 74(1): 1~12.

21 Gou J, Xu H, Choi G P, et al. Application of high pressure processing for extending the shelf-life of sliced raw squid[J]. Food Science and Biotechnology, 2010, 19(4): 923~927.

22 Hurtado J L, Montero P, Borderías J, et al. High-pressure/temperature treatment effect on the characteristics of octopus (*Octopus vulgaris*) arm muscle[J]. European Food Research and Technology, 2001, 213(1): 22~29.

23 Chéret R, Chapleau N, Delbarre - Ladrat C, et al. Effects of high pressure on texture and microstructure of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) fillets[J]. Journal of Food Science, 2005, 70(8): e477~e483.

24 Lakshmanan R, Dalgaard P. Effects of high-pressure processing on *Listeria monocytogenes*, spoilage microflora and multiple compound quality indices in chilled cold-smoked salmon[J]. Journal of Applied Microbiology, 2004, 96(2): 398~408.

(上接第 110 页)

定程度时,所有虾壳都被顺利切开,且虾壳切面平整、光滑,虾体切面完好无明显缺损(图 6(b))。随着圆盘刀转速的进一步提高,肉眼无法明显区别虾体切面质量。根据试验绘制的对虾开背刀速度特性曲线见图 7。由图 7 可知,圆盘刀转速选择 350~400 r/min 可满足要求^[7,8]。

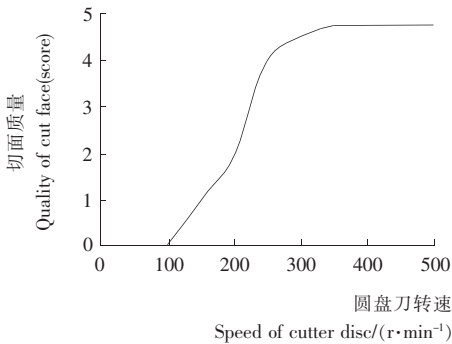


图 7 速度特性曲线图

Figure 7 Graph showing of speed characteristic

4 结论

- (1) 设计了一种对虾开背装置,装置带有对辊与轮式相结合的上料装置,可提高开背生产率。
- (2) 通过试验观察虾仁内部结构,提出了对虾无损伤开

背,即沿对虾竖切面直接开到虾线处,对虾仁主体损伤最小。

(3) 通过改变对虾圆盘开背刀刀型、转向和转速,通过试验得到了一种虾仁损伤较小的开背方式,即采用无齿圆盘刀正向以 350~400 r/min 切割。

参考文献

1 王泽河,张丽丽,张秀花,等. 双辊式对虾粗定向方法的试验与研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6):99~101.

2 许玉德,孙晟,朱云. 不同虾种间肌肉组织蛋白质的比较[J]. 台湾海峡, 2001, 20(2):177~181.

3 姜明,汝少国,刘晓云. 中国对虾(*Penaeus chinensis*)糠虾肌肉组织中球形病毒的超微结构研究[J]. 海洋湖沼通报, 1999(3): 30~34.

4 陈庆余,沈健,傅润泽,等. 典型海产小杂鱼机械去头方法研究[J]. 渔业现代化, 2012, 39(5):38~42.

5 陈庆余,沈健,欧阳杰,等. 典型海产小杂鱼机械去脏试验[J]. 农业工程学报, 2013, 29(20):278~285.

6 彭三河,徐武. 链式淡水鱼加工前处理装置的研制[J]. 食品与机械, 2013, 29(2):139~142.

7 雷树德,谭鹤群. 链式剖鱼机的研制与试验研究[J]. 农机化研究, 2009(9):81~84.

8 朱国. 小型淡水鱼剖鱼机设计与关键工艺参数研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2008.