

湿胡椒脱粒去皮机的设计

Design of machine for threshing and peeling wet pepper

疏奇 张燕

SHU Qi ZHANG Yan

(海南大学机电工程学院, 海南 海口 570228)

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China)

摘要:结合目前胡椒加工现状,为了降低劳动强度,提高生产效率,改善产品质量,设计一种湿胡椒脱粒去皮机械设备。该设备主要由脱粒装置、划痕装置、微波处理装置、去皮装置,以及筛选装置 5 个部分组成。采用电动机提供动能,能有效减少噪音,经过模拟实验验证,该机器能实现对湿胡椒的脱粒去皮,工作效率能达到 100 kg/h。

关键词:胡椒;脱粒;去皮机

Abstract: Combined with the present status of the pepper processing in China, in order to reduce the labor intensity, and improve production efficiency and product quality, a kind of threshing and peeling wet pepper machinery was designed. There are five basic components of this machinery: threshing device, scratch device, microwave processing device, peeling device and screening device. The whole process uses the electric motor to provide the energy, which can reduce the noise effectively. And through simulation experiments, it is concluded that the device can effectively thresh and peel wet pepper, and work efficiency can reach up to 100 kg/h. The implementation of the intelligent equipment is very important for our pepper (*Piper nigrum*) production areas.

Keywords: pepper; threshing; peeling machine

胡椒(*Piper nigrum*)属于胡椒目,在食品和医学等领域都有着广泛用途。就中国而言,目前胡椒初加工产品主要是白胡椒和黑胡椒,白胡椒是成熟的浆果脱去果皮的种子制成的,表面为黄白色或淡黄白色;黑胡椒是由胡椒藤上未成熟的浆果晒干而制成的,果皮皱且黑。两者都是人们喜爱的调味品,同时也可用作驱风药和用于刺激胃液分泌^[1]。

目前,中国白胡椒加工还存在一系列的问题。传统工艺是将胡椒置于水中浸泡数天,待果皮腐烂至可脱皮后将其去

皮,用水反复冲洗后捞起果梗等杂物,再将洗涤干净的胡椒种子充分干燥即可。这种人工脱皮效率低,脱皮不干净,且易造成产品损失,不能保证质量。中国以往研究较多的是胡椒的脱粒去皮机械^[1]或湿胡椒的干燥^[2],专门对湿胡椒脱粒去皮机械的研究很少,主要都是直接对胡椒进行处理^[1],没有区分湿胡椒和干胡椒,这样机器加工的力度不好掌握,影响胡椒产量。所以为了解决胡椒去皮过程中的损耗(尤其是湿胡椒),设计了一种湿胡椒脱粒去皮机。先通过脱粒、筛选、划痕三大步骤,为湿胡椒去皮做好准备,再根据湿胡椒失水皱缩原理,利用微波处理以去除水分,最后通过摩擦作用去皮。通过这样的处理,既能加工干胡椒和湿胡椒,又能实现湿胡椒的干燥,在一定程度上提高白胡椒的生产质量和效率,降低工人的劳动强度,并对湿胡椒脱粒去皮机械的进一步研究提供理论依据和技术参考。

1 总体结构及工作原理

1.1 总体结构

本机器由脱粒装置、划痕装置、微波处理^[3]装置、去皮装置,以及筛选装置 5 个部分组成。脱粒装置利用了类似稻谷脱粒的方法,采用脱粒转轴筛子;划痕装置由带有螺纹状的圆柱形划痕刀制成;微波处理装置由缓存区和微波区构成;去皮装置由带有凸起的两个圆盘组成;筛选装置为带有小孔的皮带。图 1 为湿胡椒脱粒去皮机整体结构图^[4]。

1.2 工作原理

本设计的湿胡椒脱粒去皮机可大致分为脱粒和去皮两大部分。在入口、筛选区、微波处理区及出料口处均采用了倾斜结构,以充分利用重力的作用,在一定程度上减少对皮带轮等装置的使用,而且改良后的皮带,不仅能在一定程度上运输物体,还可以起到分离胡椒粒和杂物的作用。脱粒部分利用传统的脱粒谷物的方法,即采用转轴筛子进行甩打,再用带孔的皮带把胡椒枝干与胡椒分离。去皮部分是本装置的核心部分。首先,划痕装置是为了在胡椒粒外壳划出一定深度的裂口,防止在后续微波操作中引起微波装置的损坏。

基金项目:海南省自然科学基金(编号:314060)

作者简介:疏奇,男,海南大学机在读本科生。

通讯作者:张燕(1978—),女,海南大学机副教授。

E-mail:z_yhs@163.com

收稿日期:2015-11-21

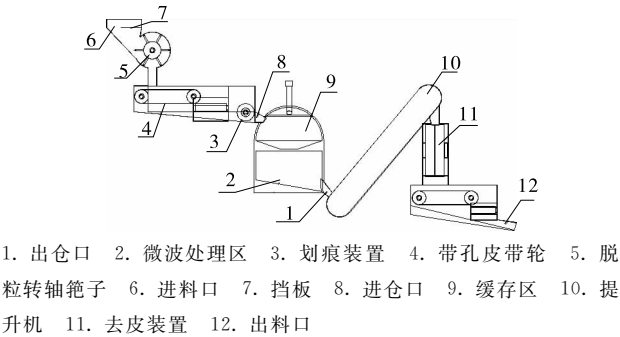


图1 湿胡椒脱粒去皮机整体结构图
Figure 1 Overall structure of wet pepper threshing and peeling machine

其次,微波处理装置中的微波处理区中配有测重仪,当所容纳的胡椒粒到达一定重量时就会关闭缓存区的进仓口,然后进行微波处理。去皮装置中则利用去皮圆盘上的凸起部分,与胡椒粒相互摩擦,达到去皮效果。最后再利用带孔的皮带分离胡椒籽和外壳。

1.3 工作流程

将湿胡椒从进料口投放到脱粒装置中,经过脱粒转轴耙子5的作用,将胡椒粒与胡椒枝干脱离,两者一起掉入带孔的皮带上,经过皮带上小孔的筛选,胡椒粒留在机器内部,并在重力倾斜作用下,逐渐通过划痕装置,而枝干则通过另一个皮带被排到外面。经过划痕后的胡椒粒掉落至微波处理装置的缓存区9中,等待着下方微波区2中的胡椒粒被处理完毕后,经由下方开的小孔,即进仓口进入微波区2,等达到一定量后,小孔关闭,微波区开始工作,如此循环,以节省时间。经过微波处理后的胡椒粒随后由提升机构送入去皮装置,通过高速转动去皮圆盘,利用上面的凸起与胡椒粒挤压和摩擦来实现强行去掉胡椒的外皮,得到去皮的胡椒籽后,再利用带孔的皮带把胡椒籽筛选出来,掉落在倾斜的滑道上,从出料口排出,并用容器接收。工作流程图见图2。

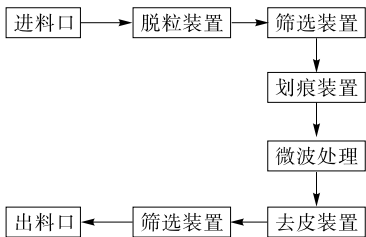


图2 工作流程图
Figure 2 The chart of work flow

2 主要结构设计

2.1 脱粒装置

脱粒装置(图3)利用脱粒转轴耙子进行打击^[5]。该方法与打击频率、速度以及打击力度等均有关。当打击频率高,打击速度快,打击力度足够,就能产生较大的惯性力,使得胡椒粒能与枝干分离。

另外,为了防止胡椒粒在脱粒的过程中被破坏,必须要控

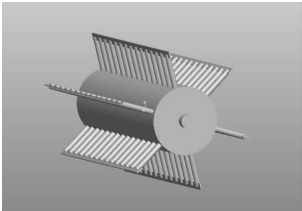


图3 脱粒转轴耙子三维图
Figure 3 The 3D map of threshing shaft rake

制好打击力度,并在该装置的进料口处安装有一段挡板,防止胡椒在脱粒的过程中飞溅出。

2.2 划痕装置

划痕装置(图4)外形呈圆柱形,是由刀片焊接成的一个整体。每个刀片的间距要比胡椒粒的直径小,在5 mm左右,如果过大,会存在一部分胡椒粒没有经过划痕处理。适当调整划痕刀的转速,为不伤及胡椒籽,胡椒粒划痕深度控制为2~3 mm。

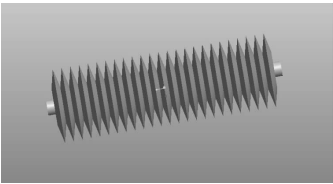


图4 划痕刀三维图
Figure 4 The 3D map of scratch knife

2.3 微波处理装置

微波是一种电磁波。在微波产生的电磁场的作用下,介质中的极性分子可随着磁场方向变化而改变极性取向,使得分子来回振动,产生摩擦热。当微波作用于胡椒粒时,其外壳的水分子在交变电磁场的作用下而高频振动,内能升高。这样胡椒粒中的部分结合水分转化为自由水后,汽化逸出,导致胡椒粒失水而收缩,同时逸出的自由水又以一定的压力作用于胡椒粒外壳,给胡椒粒去壳提供了良好的条件^[6]。

微波处理装置共分为两个区域:缓存区和微波区。

2.3.1 缓存区 缓存区位于微波处理区之上,是临时储存胡椒粒的一个容器。其内部有激光测高仪器^[7],正常工作时外部指示灯为绿色,当储存的胡椒粒达到临界高度时,装置表面的黄色指示灯会闪烁并发出断断续续的警报,此时可以适当调整投料速度与投料量。当红色指示灯亮起并伴有连续警报时,说明已经达到最高警戒位置,此时脱粒装置会停止工作。等到微波区的胡椒粒从出仓口被排出后,进仓口打开,胡椒粒进入微波区,缓存区的胡椒粒高度低于最高警戒位置时,脱粒装置会再次正常运行。当然也可以提前把缓存区上方的盖子卸下来,这样黄色、红色指示灯以及警报器都不会闪烁或发出警报。此时,可以进行人为干预,把多出来的胡椒粒先盛到事先准备好的容器中,最后再一起投入缓存区进行处理。

2.3.2 微波区 当上方的胡椒粒进入到微波区时,位于下方的测重仪^[8]开始测重。当胡椒粒重量达到预设范围时,进

仓口关闭,微波区开始工作。一段时间后,微波区停止工作,出仓口打开,胡椒粒顺着倾斜的板面下滑至下一装置。而当测重仪所测重量为零时,出仓口关闭,进仓口再次打开,如此重复,减少等待时间。另外,为了防止微波泄露,设定当进仓口或出仓口打开时,微波区都不会处于工作状态。通过试验可以得出处理 2 kg 的胡椒粒所需要的时间大约是 1 min,这也就意味着 1 h(不包括胡椒粒进出仓门等其它时间)大约能处理 100 kg 以上的胡椒粒。所以设定微波处理的时间为每次 1 min,必要时可以通过外部的调节按钮来控制时间。

2.4 去皮装置

去皮装置(图 5)是一对带有凸起的圆盘(图 6),这对圆盘在工作时是相向转动的。它们之间的距离略大于胡椒粒的直径,而凸起之间的距离则小于胡椒粒的直径,但略大于胡椒脱皮后胡椒籽的直径。这样,在圆盘高速转动下,胡椒粒与胡椒粒之间、胡椒粒与凸起之间相互挤压、摩擦,就能起到强行去皮的作用。

2.5 筛选装置

筛选装置是将传统的皮带根据需要改装而来的带孔皮带(图 7),孔的直径要根据实际需要来选择,用于分离枝干与胡椒粒的皮带的孔直径,与用于分离胡椒表皮和胡椒籽的不同。为了避免分离胡椒粒与枝干或分离胡椒籽与胡椒外壳时,杂质从皮带轮边缘滑落,在带孔的皮带的两侧边缘处加有挡板。

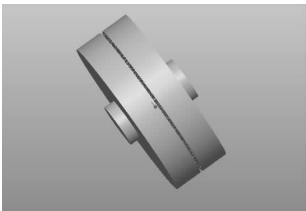


图 5 去皮装置三维图

Figure 5 The 3D map of peeling device

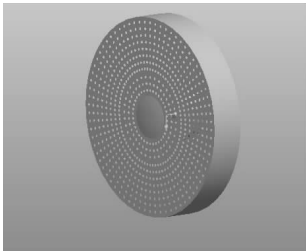


图 6 去皮圆盘三维图

Figure 6 The 3D map of peeling the disc

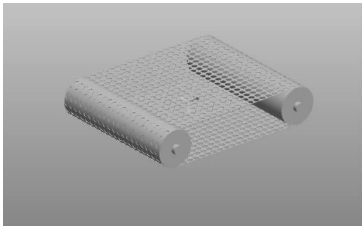


图 7 带孔的皮带三维图

Figure 7 The 3D map of holes in the belt

2.6 材料和动力的选择

考虑到本机器的使用对象是湿胡椒,所以制作机身的材料必须要考虑到不能被腐蚀,故可以采用 304 型不锈钢材料制作。脱粒转轴轴子由于要给予胡椒一定的打击力,所以要具备一定的韧性,且不易变形等,同时也要考虑耐腐蚀性,故可采用 304 型不锈钢。为了能一次性在胡椒粒表面划出裂口,划痕刀要足够快、硬、锋利,可以采用牌号为 T10A 的碳素工具钢。去皮装置的材料选择应要考虑到耐磨性和不易变形的特点,所以选择牌号为 T10A 的碳素工具钢^[9]。

至于动力方面采用的是电动机控制。较之传统用燃油机等机器带动,电动机控制能有效减少环境污染,降低噪音。

3 试验结果的分析

为了使设计符合实际情况,需要得到胡椒直径,因此在胡椒种植场随机摘取一些成熟的胡椒串,先测量其初始直径,浸泡数日后再进行测量。通过多次测量得出,未经过浸泡且未去皮的胡椒粒的直径最大约 8 mm,浸泡后的胡椒粒的直径最大约 8.1 mm,去皮后得到的胡椒籽最大直径约为 5.5 mm(测量结果见表 1)。由于胡椒粒和胡椒籽呈近似的圆形,所以皮带上的孔均采用圆孔,且用于分离枝干与胡椒粒的皮带的孔直径为 12 mm,用于分离胡椒表皮和胡椒籽的皮带的孔直径为 5.5 mm,以便于胡椒粒和胡椒籽通过。另外,对于去皮装置,圆盘之间的距离设计为 8.5 mm,而凸起之间的距离设计为 6 mm。对于划痕装置,刀片的间距要比胡椒粒的直径要小,大约在 5 mm 左右即可。在用微波处理时,需要控制好其作用时间,对此需要通过试验来确定,在微波功率为 1 400 W 下,能在 60 s 内处理约 2 kg 的胡椒粒(试验结果见表 2)。

4 主要技术参数

结合实际情况以及试验数据,设定该机器的主要技术参数:

表 1 胡椒粒直径测量结果表

Table 1 The measurement results of pepper diameter

试验 次数	胡椒粒直径/mm		
	未去皮(刚采摘)	未去皮(浸泡后)	去皮后
1	7.1	7.2	5.4
2	5.6	5.6	4.9
3	6.3	6.4	5.3
4	6.4	6.4	5.2
5	6.8	6.8	5.1
6	7.9	8.0	5.5
7	8.0	8.1	5.5

表 2 微波处理试验记录表

Table 2 The experimental record of microwave treatment

试验次数	微波功率/W	胡椒量/kg	时间/s
1	1 400	0.5	22
2	1 400	1.0	35
3	1 400	1.5	46
4	1 400	2.0	66

(下转第 127 页)

产生具有肠道营养的活性肽段,但活性肽段的组成及作用机制还有待进一步研究。

参考文献

[1] 顾国达,尹靖华. 全球中长期粮食供需趋势分析[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2014(6): 6-16.

[2] 马文峰,马福廷,赵宝国,等. 2013 年中国小麦市场回顾及 2014 年展望[J]. 粮食加工, 2014, 39(3): 1-4.

[3] 张鸣镝,管骁,姚惠源. 玉米胚芽蛋白酶解物对小鼠免疫功能的影响[J]. 食品科学, 2007, 28(2): 302-305.

[4] Thewissen B G, Pauly A, Celus I, et al. Inhibition of angiotensin I-converting enzyme by wheat gliadin hydrolysates[J]. Food Chemistry, 2011, 127(4): 1 653-1 658.

[5] 王章存,王颖,曹芹,等. 谷朊粉酶解物的制备及其 ACE 抑制肽的分离鉴定[J]. 中国酿造, 2015, 34(2): 60-63.

[6] Wang Jin-shui, Zhao Mou-ming, Zhao Qiang-zhong, et al. Antioxidant properties of papain hydrolysates of wheat gluten in different oxidation systems[J]. Food Chemistry, 2007, 101(4): 1 658-1 663.

[7] 王章存,原媛,王许东,等. 谷朊粉酶解条件优化及其抗氧化活性[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(11): 7-12.

[8] 孔祥珍,周惠明,钱海峰. 小麦面筋蛋白短肽的镇痛作用研究[J]. 食品与生物技术学报, 2007, 26(2): 26-29.

[9] 张亚飞,乐国伟,施用晖,等. 小麦蛋白 Alcalase 水解物免疫活性肽的研究[J]. 食品与机械, 2006, 22(3): 44-46.

[10] Wang Xiu-qi, Feng You, Shu Gang, et al. Effect of dietary supplementation with hydrolyzed wheat gluten on growth performance, cell immunity and serum biochemical indices of weaned piglets[J]. Agricultural Sciences in China, 2011, 10(6): 938-945.

[11] 张海华. 小麦面筋蛋白源谷氨酰胺肽的酶解准备、结构分析与生理活性研究[D]. 江苏: 江南大学, 2011: 3-4.

[12] 马洪龙,韩飞,李爱科,等. 谷氨酰胺及其结合肽的研究进展[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(3): 76-81.

[13] 洪瑾芳. 酶解小麦蛋白对热应激小鼠生理功能的影响[D]. 福建: 福建农林大学, 2009: 31-34.

[14] Yin Hong, Pan Xing-chang, Wang Shao-kang, et al. Protective effect of wheat peptides against small intestinal damage induced by non-steroidal anti-inflammatory drugs in rats [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2014, 13(9): 2 019-2 027.

[15] 王延州,刘丽娅,钟葵,等. 高谷氨酰胺低聚小麦肽制备用酶的筛选[J]. 现代食品科技, 2014, 30(2): 177-181, 187.

[16] 赵曼,高峰. 溃疡性结肠炎发病机制研究进展[J]. 现代生物医学进展, 2010, 16(10): 3 160-3 165.

[17] 李金敏,贾海燕,王俊杰,等. 谷氨酰胺对溃疡性结肠炎小鼠结肠损伤的影响[J]. 中国应用生理学杂志, 2009, 25(2): 268-272.

[18] 李力,李弼民,蔡敏,等. 谷氨酰胺对实验性结肠炎 BABL/C 小鼠肠黏膜的修复作用[J]. 同济大学学报: 医学版, 2015, 36(2): 11-15.

[19] Tsune I, Ikejima K, Hirose M, et al. Dietary glycine prevents chemical induced experimental colitis in the rat[J]. Gastroenterology, 2003, 125(3): 775-785.

[20] 马洪龙,韩飞,李爱科,等. 碱性蛋白酶水解小麦面筋蛋白提取谷氨酰胺肽的研究[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(1): 54-57.

[21] Susana S F, Ana C, Marina S H, et al. Dietary extra virgin olive oil polyphenols supplementation modulates DSS-induced chronic colitis in mice[J]. Journal of Nutritional Biochemistry, 2013, 24(7): 1 401-1 413.

[22] Yan Yu-tao, Kolachala V, Dalmasso G, et al. Temporal and spatial analysis of clinical and molecular parameters in dextran sodium sulfate induced colitis[J]. PLoS One, 2009, 4(6): e6 073.

(上接第 93 页)

- ① 脱粒转轴转速:200 r/min;
- ② 皮带轮转速:30 r/min;
- ③ 划痕刀转速:100 r/min;
- ④ 微波功率:1 400 W;
- ⑤ 单个圆盘转速:300 r/min;
- ⑥ 生产率:100 kg/h;
- ⑦ 脱粒率:97.4%;
- ⑧ 去皮率:96.3%。

5 结束语

通过模拟试验,可以看到本试验设计的湿胡椒脱粒去皮机,在达到相关技术要求的前提下,能够很好地完成湿胡椒的脱粒和去皮工作,并且操作流程简单,生产效率高,需要投入的人力减少,可连续作业。通过推广机械化产品,可以使胡椒的生产更智能化,为胡椒生产区的农民带来更多的效益,这在胡椒产区有广阔的推广前景和利用价值。

参考文献

[1] 郑同政,张燕,曲高峰. 胡椒脱粒去皮机的设计[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(21): 5 273-5 275.

[2] 万祝宁,窦志浩,张容鹄,等. 组合型太阳能干燥房的设计及在胡椒干燥中的应用[J]. 食品工业, 2012, 33(10): 144-147.

[3] 朱红英,初众,吴桂苹,等. 青胡椒真空冷冻干燥工艺研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(4): 213-216.

[4] 姜勇,李善锋,谢卫标. AutoCAD 机械制图教程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008: 33-108.

[5] 宁涛,王飞,岳荣刚. 中文版 Pro/ENGINEER Wildfire4.0 中文版基础教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 81-316.

[6] 杨美莲,梁萍,朱姐,等. 板栗去壳方法及设备的研究[J]. 食品工业科技, 2006, 27(10): 149-152.

[7] 张雪松. 基于线阵 CCD 的红枣分选技术[J]. 食品与机械, 2008, 24(3): 81-83.

[8] 陈明昌,魏敏,刘巧,等. 番茄收获机测产装置的设计[J]. 食品与机械, 2014, 30(5): 151-153.

[9] 朱张校,姚可夫. 工程材料[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011: 142-143.