

青核桃块状去皮机的研制

Development of green walnut peeling machine block

吴东泽 郑甲红 梁金生 牛硕雅

WU Dong-ze ZHENG Jia-hong LIANG Jin-sheng NIU Shuo-ya

(陕西科技大学机电工程学院, 陕西 西安 710021)

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

摘要:结合当前青核桃去皮机械存在脱皮后会青皮打成液汁状的问题,对青核桃去皮原理进行研究,设计一种经济实用型青核桃块状去皮机,对内滚圆筒、青皮剥离机构、分离机构等进行设计,设计的青核桃去皮机结构简单,操作方便,经济安全,青核桃去皮效率达到 98.33%,破损率 2%,减少了去皮过程青皮汁液对机器腐蚀和环境污染的问题,有很好的开发前景。

关键词:青核桃;剥离方式;去皮机械;揉搓;剪切

Abstract: Combined with the green walnut peel machine exist peeling the peel into a drip shape, design a kind of economical and practical green walnut peel block machine on the study of green walnut peel principle, which has carried on the design of cylinder, peeling mechanism. The structure of the machine is simple, convenient, economic, and safety. The efficiency of green walnut peel is about 98.33%, and the damage rate is 2%. It reduces the machine corrosion by the green peel juice from the peeling process and environmental pollution, which has a very good development prospect.

Keywords: green walnut peel; stripping method; peeling machine; rub; shear

核桃是世界著名的四大干果(核桃、扁桃、板栗、腰果)之一,其经济、生态、社会效益极高,是一种分布和栽培遍及世界五大洲的广域经济树种,在中国有 2 000 多年的栽培历史,并逐渐由中国的西部扩展到黄河流域^[1-5]。核桃去青皮机械在美国、加拿大和澳大利亚等核桃种植大国已经相当成熟,并且形成了一定的规模,脱皮原理通常为挤压、揉搓、刷洗、切割等^[6-8]。陕西省是核桃生产大省^[9],在核桃产业大

发展时期,核桃初加工机械也应随之发展,并大力服务和推进核桃产业的发展。核桃采收后,要求尽快脱皮,否则易霉变。传统的“堆沤脱皮法”,劳动强度大,效率低。目前市场上的青核桃去皮机械按原理可分为三类^[10,11]:①鼠笼滚筒式去青皮机;②旋切滚筒式去青皮机;③钢刀毛刷旋转式去青皮机等。这些设备都会不同程度地将青皮打成泥状,污染环境,腐蚀设备。

针对陕西省大面积种植的采收前喷洒乙烯利和萘乙酸溶液^[12]催熟的青核桃,本试验拟设计一种采用剥离方式去皮的核桃去皮机。结合青核桃青皮与核桃硬壳的生物机理,分别对陕西省商洛、商州、咸阳、铜川等各大种植区的青核桃取样研究,确定满足要求的机器方案。

1 总体设计

1.1 去皮原理

去皮原理示意图见图 1。将成熟的青核桃投入进料口,电机驱动内圆筒转动,在内圆筒转动及重力 G 作用下带动青核桃进入揉搓去皮工作区,随着内滚圆筒和外圆固定筒之间的间隙逐渐减小,青核桃转到合适的位置时开始受到内外筒的挤压力 F_1 和 F_{11} 以及剪切力 F_2 和 F_{22} 作用,内滚筒继续旋转,挤压力达到上述试验所得的破损力时,青皮破裂,最终实现揉搓剪切将青皮去除。

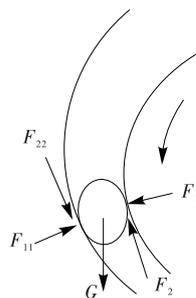


图 1 去皮原理示意图

Figure 1 Schematic diagram of peeling principle

基金项目:陕西省科技厅农业攻关项目(编号:2014K01-32-01);陕西省教育厅产业化项目(编号:14JF003)

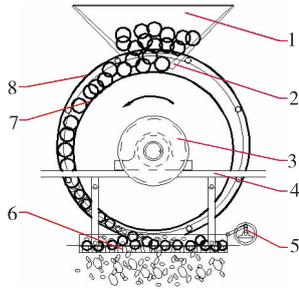
作者简介:吴东泽(1989—),男,陕西科技大学在读硕士研究生。

E-mail:909195403@qq.com

收稿日期:2015-06-07

1.2 方案确定

根据上述去皮原理对机器方案进行确定见图2,主要包括机架、进料口、转动内圆筒、固定外圆筒、分离筛等组成部分。此方案优势是结构简单,操作方便,机器体积小,方便单户使用,解决了当前去青皮机器将青皮打成液汁状的问题。其核心原理采用脱皮滚筒与外筒对青皮核桃进行滚动、挤压,实现揉搓,破坏青皮与核桃的结合面,使之分离,并利用挤压力在转动的脱皮滚筒与外筒间产生挤压及摩擦,将青皮剪开、剥离;根据需要还可增加钢丝毛刷将少量未剥净的青皮清除。本方案的动力由电动机输出,经过减速器减速后,带动转动滚筒和分离机构的曲轴,实现青核桃的去皮以及分离。



1. 进料口 2. 挡板 3. 带轮 4. 机架 5. 曲轴 6. 分离筛
7. 转动内圆筒 8. 固定外圆筒

图2 青核桃去皮机结构示意图

Figure 2 Schematic diagram of green walnut peel machine structure

1.3 技术要求

根据实际生产要求及文献[13]和[14],确定青核桃脱皮机的技术指标为:

- (1) 外形尺寸:620 mm×560 mm×1 100 mm;
- (2) 配套动力:1.5 kW;
- (3) 生产率:2 500 kg/h;
- (4) 去皮率:≥92%;
- (5) 破碎率:≤5%;
- (6) 单机造价:≤2 000 元。

2 关键部件的设计与工作原理

2.1 相关设计

2.1.1 相关尺寸确定 设计内滚圆筒长度500 mm,直径360 mm;设核桃尺寸为50 mm,核桃沿轴向排列时的间隙为20 mm,核桃在周向排列时的间隙为20 mm。

沿轴向的核桃数 n :

$$n = \frac{500}{70} = 7 \text{ 个/排。}$$

由弧长公式求出约在工作区可分布核桃的排数 N :

$$N = \frac{\frac{138^\circ}{180^\circ} \times \pi \times (180 + 25)}{70} = 7 \text{ 排}$$

2.1.2 相关转矩计算 由图3可知,沿工作区周向的7排核桃中,有3排核桃参与揉搓挤压变形,靠近入口的3排在滚动过程中起到导向作用,靠近出口的一排为已去皮的核桃;

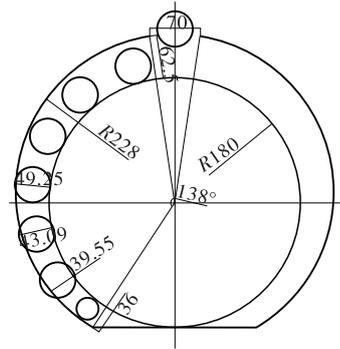


图3 青核桃在去皮过程中的排列图

Figure 3 The green walnut arrangement diagram in the peeling process

已知有变形核桃的变形量:50.00-49.25=0.75 mm; 50.00-43.09=6.91 mm;50.00-39.55=10.45 mm。

由于核桃在挤压剪切过程中有一段导向距离,所以只能保证青核桃在去皮过程中是沿着 X、Y 和倾斜 3 个方向挤压揉搓的,但不能确定具体挤压的是哪个一个方向,即根据压力试验过程中的试验数据,选取 3 个方向上变形量对应的最大力。

由图4可知:0.75对应的力约为4 kg;6.91对应的力约为31 kg;10.45对应的力约为22 kg。

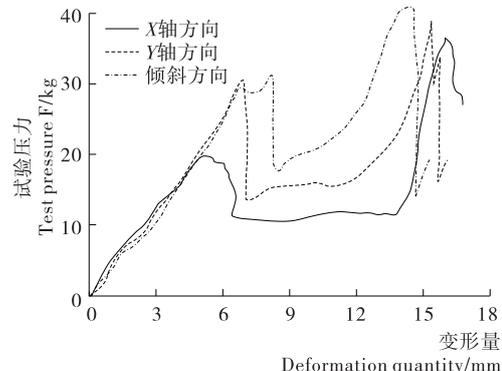


图4 变形量与试验压力的关系图

Figure 4 Diagram of the relationship between deformation and pressure test

所以在生产过程中产生的力矩

$$T = numg \frac{D}{2} = 7 \times 0.5 \times (4 + 31 + 22) \times 9.8 \times \frac{360}{2} \times \frac{1}{1000} = 351.92 \text{ N} \cdot \text{m}$$

初步设计转动内圆筒转速为30 r/min,通过求得的转速及力矩可进行电机的选择。

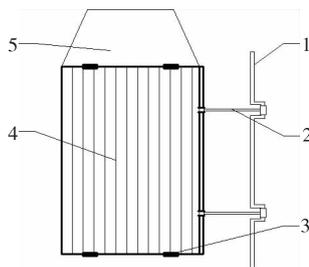
2.2 青皮剥离机构

为了综合考虑青皮剥离的生产效率,降低核桃的破碎率以及增加青皮的利用率,最终采用揉搓剪切去皮原理,实现核桃青皮剥离过程。剥离原理采用内外偏心安装圆筒实现,内圆筒转动外圆筒固定。此方案解决了3个问题:①可连续喂料保证生产效率;②固定外圆筒内表面和转动内圆筒外表面附有网格型橡胶降低去皮过程中核桃的破碎率;③采

用揉搓剪切剥离青皮,剥离的青皮是成块掉落,便于青皮的收集利用同时减少环境污染。当青核桃进入内外圆筒之间时开始会有一段起到导向作用的距离,继续旋转间隙逐渐减小,青核桃被挤压剪切。

2.3 分离机构的设计

如图 5 所示,分离机构采用曲柄摇杆机构,主要包括分离筛、连杆、曲轴。工作原理是青核桃经过揉搓剥离后,大部分青皮都与核桃分离,还有一小部分青皮与核桃相连,掉入抖动的分离筛后,经过分离筛的抖动摩擦以及核桃相互之间的挤压,全部的青皮都会分离并通过栅条筛子进行分离。筛子采用 6 号螺纹钢焊接制成,筛底为栅条状,相比网格筛的优点是能有效减少青皮及核桃的堆积现象,经过大量的实验测量测得已去皮的核桃的最小尺寸 31 mm,考虑到钢筋和核桃的微小变形,所以确定两钢筋之间的距离 25 mm。筛底向核桃出口口倾斜 15°,保证晃动分离筛的过程中核桃能够向出口口流动。



1. 曲轴 2. 连杆 3. 拉杆 4. 分离筛 5. 核桃出口口

图 5 分离筛俯视图

Figure 5 Top view of separation sieve

3 去皮机的试验

针对上述原理对去皮机器进行试制并作出相关试验。试验材料为大面积种植的矮化新品种—“香玲”。采用变频调速的方式改变内筒的转速,对内筒的转速进行 5 次转变试验,用转速表实测转速分别为 30.0, 42.0, 55.6, 70.0, 78.0 r/min;配套电机为 Y90L-4 1.5 kW 农用机械专用电机;根据青核桃及坚果的外形尺寸调整内外筒之间的间隙。启动机器运转正常后,从入料口加料。经过试验发现,最理想效果为:转速 55.6 r/min 时,去皮率为 98.33%,破损率为 2%,生产率约为 2 200 kg/h。

4 总结

结合目前市场上去皮设备存在的问题,通过采用揉搓剪切原理剥离青皮的方式,使得青皮在剥离过程中保持小块状,容易收集,对机器以及环境造成的污染小。本设计的特点:① 进行揉搓强度、揉搓时间、挤压力与青皮破碎率和剥净率的关系的试验和理论分析;② 对青皮的剥离不进行切削,避免了现有切削剥离方式的弊端;③ 结构简单,操作方便,经济安全。

参考文献

1 韩华柏,何方. 我国核桃育种的回顾和展望[J]. 经济林研究,

2004(3): 45~50.

- 2 杨忠强,李忠新,杨莉玲,等. 核桃脱青皮技术及其装备研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 121~124, 142.
- 3 吴子岳. 绵核桃剥壳机的研究设计[J]. 食品与机械, 1995(3): 22~24.
- 4 冯连芬,吕芳德,张亚萍,等. 我国核桃育种及其栽培技术研究进展[J]. 经济林研究, 2006(2): 69~73.
- 5 王炜,李鹏霞,伍玉洁. 我国核桃发展现状及贮藏研究概况[J]. 农产品加工(学刊), 2007(4): 63~66, 86.
- 6 Andersen N G. Machine for fulling nuts; US, 2208239 [P]. 1940—07—16.
- 7 James C Hamilton. Hulling apparatus and method; US, 7302886B2 [P]. 2007—12—04.
- 8 William R Ham. Nut shelling apparatus; US, 5404809 [P]. 1995—04—11.
- 9 刘广振. 陕西省核桃产业发展现状与基地建设对策研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- 10 王亚妮,卢军党,王维,等. 一种青核桃去皮机的设计与试验研究[J]. 包装与食品机械, 2014(1): 32~34.
- 11 王维,刘东琴,王亚妮,等. 一种实用型青核桃去皮机的设计与试验[J]. 包装与食品机械, 2014(3): 14~16.
- 12 张建国. 喷洒乙烯利和萘乙酸混合液促进核桃果皮开裂的研究[J]. 林业科技通讯, 1990(6): 23~25.
- 13 石鑫. 青核桃脱皮、清洗机的设计及试验研究[D]. 新疆: 新疆农业大学, 2010.
- 14 冯宏波,史毅伟. 5QHT-500 型青核桃脱皮清洗机的研制[J]. 农业机械, 2012(20): 67~68.

(上接第 88 页)

- 9 石鑫. 青核桃脱皮、清洗机的设计及试验研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2010.
- 10 王宏虬,缪福俊,李彪,等. 核桃青皮提取物对马铃薯蚜虫与瓢虫的杀虫活性[J]. 江苏农业科学, 2012(7): 112~114.
- 11 白欣欣,刘继展,李萍萍. 有限元法在农业物料力学研究中的应用进展[J]. 农机化研究, 2013(2): 5~8, 13.
- 12 夏恒,徐凌. 西瓜成熟度建模与动力有限元分析及其模态试验[J]. 江苏理工大学学报, 1998(2): 82~87.
- 13 王芳,王春光,杨晓清. 西瓜的力学特性及其有限元分析[J]. 农业工程学报, 2008(11): 118~121.
- 14 刘慧. 核桃品种介绍与评述[J]. 西北园艺(果树), 2012(1): 34~36.
- 15 吴德光,蒋小明. 农产品压缩试验研究及其应用(I)—压缩试验方法[J]. 云南农业大学学报, 1990(3): 171~176.
- 16 Jamal Nourain, 应义斌,王剑平,等. 西瓜的有限元模型及其应用(英文)[J]. 农业工程学报, 2005(1): 17~22.
- 17 王荣,焦群英,魏德强,等. 葡萄的力学特性及其有限元模拟[J]. 农业工程学报, 2005(2): 7~10.
- 18 谢丽娟,宗力. 莲子受力有限元分析[J]. 农业机械学报, 2006(6): 94~97.
- 19 丁欣硕,凌桂龙. ANSYS Workbench 有限元分析案例详解[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014.