

香榧去皮机研制与应用

曾松伟^{1,2,3}, 喻卫武², 姬长英¹, 叶邦宣⁴, 肖庆来⁴

(1. 南京农业大学 工学院, 江苏 南京 210031; 2. 浙江农林大学 信息工程学院, 浙江 临安 311300; 3. 浙江农林大学 浙江省林业智能监测与信息技术研究重点实验室, 浙江 临安 311300; 4. 浙江省松阳县林业局, 浙江 松阳 323400)

摘要: 香榧 *Torreya grandis* ‘Merrillii’ 青果外有一层假种皮, 香榧果仁加工需要去除假种皮。果农大多采用堆沤腐烂手工脱皮法去除假种皮, 这不仅效率低且腐烂的假种皮无法再利用, 另外, 假种皮腐烂污液渗入果壳而污染果仁, 从而降低香榧的品质与商品价值。为了提高香榧加工效率并充分利用其经济价值, 研制一种香榧自动去皮设备具有很好的应用前景。在测量了香榧物理等外形特性参数基础上, 设计了一套去香榧假种皮设备并进行了结构参数设计分析, 并对产自浙江省绍兴市、嵊州市和临安市等的带皮鲜香榧进行了去皮实验。结果表明: 该设备生产效率较高, 去除假种皮率达 98.5% 以上, 果壳破损率小于 1.5%。结果还表明: 去除假种皮效果与香榧成熟度、电机转速以及拨打橡胶条与外壁间距等有关。图 6 表 2 参 25

关键词: 经济林学; 香榧; 去皮; 加工; 去皮率

中图分类号: S667.7 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2015)01-0133-07

A peeling machine for *Torreya grandis* ‘Merrillii’ nuts

ZENG Songwei^{1,2,3}, YU Weiwu², JI Changying¹, YE Bangxuan⁴, XIAO Qinglai⁴

(1. College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, Jiangsu, China; 2. School of Information Engineering, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Forestry Intelligent Monitoring and Information Technology Research, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 4. Forest Enterprise of Songyang County, Songyang 323400, Zhejiang, China)

Abstract: An aril on the outside of the *Torreya grandis* ‘Merrillii’ fruit must be removed when processing the ‘Merrillii’ nuts. At present, the *T. grandis* ‘Merrillii’ fruit is usually placed in rotten compost and peeled by hand. Since rotten aril cannot be reused, this is inefficient. In addition, decay allows aril liquid to seep into the shell producing spoiled nuts and reducing their quality and commercial value. Therefore, development of an automatic peeling device to improve *T. grandis* ‘Merrillii’ production efficiency and make full use of its economic value, would be beneficial. Based on the physical parameters from three sources of *T. grandis* ‘Merrillii’ (Shaoxing, Shengzhou, and Lin'an), and the data of stress and transmigration obtained by experimentation of the locomotion and force. Peeling parts and equipment was designed and analyzed. A peeling experiment then showed a high production efficiency for this machine with a peeling rate over 98.5% and a breakage rate of less than 1.5%. Peeling efficiency depended on maturity of *T. grandis* ‘Merrillii’, motor speed, and spacing between the peeling strips and the rings of the wall. [Ch, 6 fig. 2 tab. 25 ref.]

Key words: cash forestry; *Torreya grandis* ‘Merrillii’; peeling; processing; peeling rate

收稿日期: 2014-05-21; 修回日期: 2014-09-08

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(LY13C200014)

作者简介: 曾松伟, 副教授, 从事农业信息化与自动化、智能检测与控制等研究。E-mail: zsw@zafu.edu.cn。

通信作者: 姬长英, 教授, 博士, 博士生导师, 从事机电一体化、农业机器人和土壤机械等研究。

E-mail: chyji@njau.edu.cn

香榧是 *Torreya grandis* ‘Merrillii’ 属红豆杉科 Taxaceae 世界稀有经济树种。香榧种子营养丰富，脂肪酸以亚油酸和油酸为主，不饱和脂肪酸占脂肪酸总量约 80%；其种仁蛋白质含量高，含有 17 种氨基酸，19 种矿物元素^[1]，也是一种名贵中药材^[2]。香榧种子外有一层很厚的肉质化假种皮，约占种子鲜质量的 50%~60%。曾发现该植物中存在抗肿瘤和抗艾滋病毒活性成分^[3]，含二萜类成分^[4]、挥发油等 26 种芳香物质，从香榧假种皮可获蒸馏油 2.0~3.0 g·kg⁻¹^[5]。自从 20 世纪 80 年代以来，中国众多农林专家、学者对香榧生境条件、空间分布、栽培、病虫害发生与防治、果品成分及品质等进行了研究与开发，但是对香榧去假种皮及后期炒制加工方面的研究较少。目前，采收后脱除香榧假种皮的方法大多采用堆沤腐烂手工脱皮法，但由于香榧的形状不规则、尺寸差异较大、果皮结合紧密等原因，这种加工方式费时费力而且变黄甚至腐烂的假种皮可能无法再利用而一直被作为废物丢弃，既浪费了资源，又造成了环境污染，甚至有时由于污液渗入果壳而污染果仁，从而降低香榧的品质与商品价值。因此，需要掌握香榧青果的物质特性和参数，掌握去皮机制，从而设计制造香榧去皮设备并进行试验分析。

1 香榧去皮机制

农产果品常见去皮方法有基于常规堆沤预处理的手工^[6]、化学堆沤^[7-12]及机械等^[13-25]方法。目前，中国现有的香榧机械脱青皮法的专利有：专利号为 201020556869.1 的滚动式手摇香榧剥皮机。该方法使香榧通过筒体上的投料窗口输入到滚筒内，利用手摇传动机构带动滚筒旋转，使香榧在筒体与装在筒体内壁上的鱼鳞刮擦档之间不断翻滚、撞击、摩擦与撕裂，最终使果皮分离。专利号为 201020132373.1 的香榧剥皮机香榧通过进料口加到上磨盘和小磨盘之间，然后利用下磨盘的长条状孔和上磨盘的长条突块作切削运动，从而达到去皮目的，切削下来的假种皮经过下磨盘的长条状孔掉到机座上人工清除。这 2 种方法都有一定缺陷，没有综合考虑香榧品种、形状、尺寸、壳厚、成熟度及含水率等因素对去皮效果的影响。

在掌握香榧青果的物质特性基础上进行去皮物性分析，结果显示：如果只施加挤压力，则香榧青果假种皮不易脱离，且施力位置对去皮效果影响较大，而挤压力较大时又造成香榧青果破损。如果只施加剪切力，去皮效果也不理想。但通过试验发现沿青香榧的径向和轴向 2 个不同方向同时施加挤压和剪切力，结果比较理想。为此，提出如图 1 所示的香榧去假种皮原型机。该机由电机、机座、香榧进料斗、剥皮滚筒、动力轴筒、出料斗和螺旋输送叶片等构成，系统结构如图 1 所示，主要部件如图 2~5 所示。香榧剥皮机机架(1)底部的电动机(2)通过带传动将动力由小带轮(4)传递给大带轮(6)。大带轮与动力转轴(16)通过平键联接。动力转轴总成通过轴头两端的轴承支撑座(10)安装在机架上，采用动联接。动力转轴的右端焊接螺旋叶片(5)，左端焊接有拨打筋板(15)，拨打橡胶条(9)通过螺钉与拨打筋板联接。去皮笼(8)同样采用螺栓连接与机架联接，该为静联接。去皮笼采用焊接件，由内凸环(13)、普通圆环

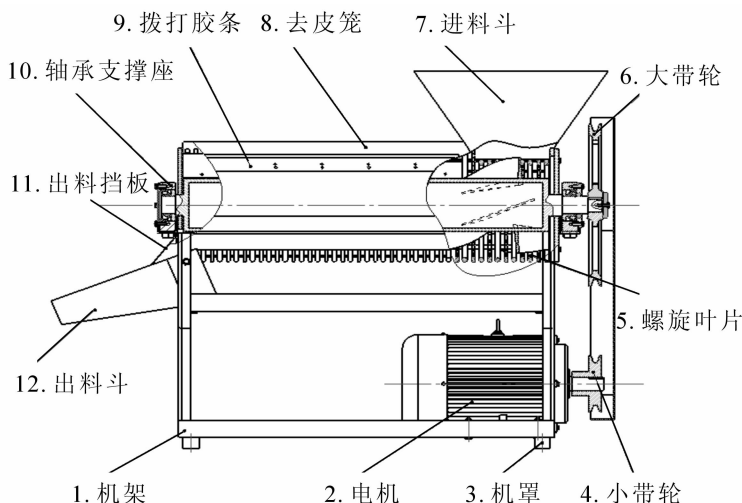


图 1 香榧去皮设备结构图

Figure 1 Peeler structure diagram of *Torreya grandis* ‘Merrillii’ fruits

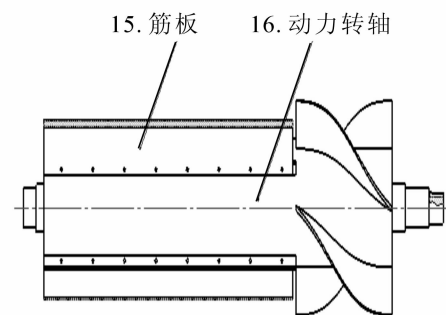


图 2 动力总成结构图

Figure 2 Structure diagram of power shaft roller

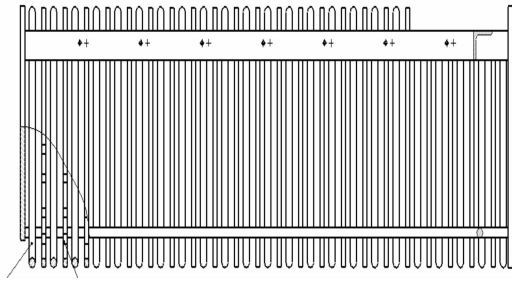
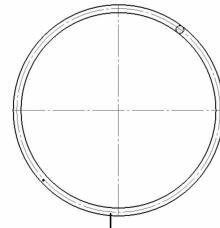


图 3 去皮筒结构图

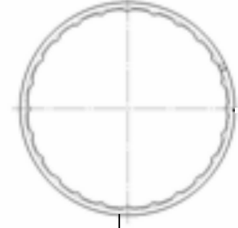
Figure 3 Structure diagram of peeling roller



14. 普通圆环

图 4 普通圆环

Figure 4 Ordinary ring



13. 内凸环

图 5 内凸环

Figure 5 Inner convex ring

(14)及钢架焊接而成,保证了去皮笼在撞击工作过程的可靠性。

当鲜青香榧从进料斗(7),向下落入到旋转的动力转轴上后,利用螺旋叶片产生的动能传递到安装在动力转轴上的3个独立拨打橡胶上,香榧被均匀的向出口端推送,当鲜青香榧被运送到拨打筋板处时,由于鲜青香榧尺寸大于拨打橡胶条与去皮圆环之间的间隙,转轴转动时带动鲜青香榧沿切线方向运动,香榧流在去皮筒上的拨打橡胶条与圆环(14)及内凸环(13)之间受到由角度差、速度差及每个拨打橡胶条与圆环之间的空间弧形三角工作区所产生的挤压力、摩擦力、剪切力的共同作用下将鲜青香榧假种皮剥离,达到去皮目的。香榧在搓剥过程中不间断螺旋前进,使其立体旋转翻滚,达到均匀剥皮目的。剥下的皮层通过环间隙排出机外,尚未被搓剥掉的香榧皮层继续受到搓剥并被分离。在去皮笼内部的间隔环由于内部的凸台,能够有效地增加与青香榧的碰撞力度,可以更有效地去皮。该过程中拨打橡胶条拨打力通过橡胶得到缓冲,可以有效地减少香榧的破损率。

经过上面的推送、拨打的过程,已剥离的香榧及青皮最后通过出料斗(12)滑落出剥离滚筒,为了避免出料时香榧及青皮的弹跳、飞落出口处的出料挡板(11)可以起到有效的阻挡作用。

2 香榧去皮机结构参数设计

2.1 进料斗设计

设计进料斗的出口尺寸需要根据生产率 $Q=2\ 000\ \text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 的要求。在此,假设鲜青香榧果被连续喂入,且将鲜青香榧果近似看作圆柱体,进料斗尺寸为长 130.0 mm,宽 110.0 mm,进料斗深度 450.0 mm,单颗鲜青香榧质量(6.640+1.310) g。则鲜青香榧子从进入到进料斗出口所需的时间根据自由落体公式:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

计算得出: $t=0.092\ \text{s}$ 。因此,香榧生产率:

$$Q = \frac{mn}{ab} \times \frac{1}{t} \times 3\ 600 \times M \times \Psi \quad (2)$$

代入数据得: $mn=0.014\ 90\ \text{m}^2$,取 $m=130.0\ \text{mm}$,取 $n=110.0\ \text{mm}$ 。

式(1)式(2)中: Q 为生产率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$); m 为进料斗出口长度(mm); n 为进料斗出口宽度(mm); h 为进料斗深度(mm); t 为香榧从进入到排出进料斗所需时间(s); a 为香榧长轴长(mm); b 为香榧短轴长(mm); M 为单颗香榧质量(kg); Ψ 为香榧充满系数,一般取 0.3~0.4;

2.2 动力轴筒转速确定

动力轴筒是香榧去皮机的关键部件,其转速、拨打橡胶条与去皮圆环之间的间隙大小是影响鲜青香榧去皮效果的关键因素。按 $Q=2\ 000\ \text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$,根据《农产品加工机械与设备》的螺旋输送生产率计算公式:

$$Q = 60 \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} sn \Psi \rho \quad (3)$$

得: $n \approx 70\ \text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

综合考虑去皮率及结构参数,确定其转速在 $80\sim 100\ \text{r}\cdot\text{min}^{-1}$,可以通过验证优化确定。式(3)中: Q 为生产率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$), $2\ 000\ \text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$; n 为转速($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$); ρ 为香榧密度($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$),取 $850\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$; D 为螺旋

叶片外径(m), 0.129 m; d 为转轴外径(m), 0.112 m; s 为螺距(m), 0.150 m; ψ 为香榧充满系数, 一般取 0.3~0.4。

2.3 动力转轴外壁半径确定

该半径确定需满足设备结构安装、生产率的要求以及保证香榧鲜青皮被剥离的时间充足, 保证获得较高的剥净率, 根据香榧物理参数和机器设备的其他参数, 经试验后综合考虑, 取该半径 $R=110.0$ mm。在验算动力转轴半径计算过程中作如下假设: ①待剥离鲜青皮香榧由去皮笼带入, 并呈单层状态均匀进入青皮剥离区; ②近似把香榧看作圆柱体; ③物料被连续喂入, 无间断。

根据以上假设推导出去皮笼每转一圈带入到青皮剥离区域内的香榧质量为:

$$Q=2\pi R d S \lambda \rho \psi \quad (4)$$

转速取 $80 \text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 时, 按满足生产率要求的条件验证其半径, 则: $Q=60$, $q \times n \approx 2\ 078$ 。可见, 与设计生产率相比, 所选尺寸满足其要求。式(4)中: q 为动力转轴每转 1 周进入到青皮脱皮区域的香榧质量; d 为香榧等值直径, 20.90 mm; S 为螺旋输送的螺距, 0.15 m; λ 为同样尺寸的圆柱体体积和立方体体积之比, $\lambda=0.78$; ρ 为香榧密度, $850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (不同地域差异较大); n 为转速($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$); ψ 为香榧充满系数, 一般取 0.3~0.4。

2.4 动力转轴长度确定

去皮笼应有足够的长度, 以满足青皮脱净率和生产率的要求。由设计确定螺旋输送区长度为 150.0 mm, 青皮剥离区长度由下式确定: 设青皮香榧的长轴为 a (m), 短轴为 b , 轴筒长度为 L (m), 轴筒半径为 R (m), 动力转轴转动速度为 n ($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$), 要求脱香榧青皮的生产率为 Q ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)。则香榧在转轴上均匀且单层地布满时青香榧的数量为:

$$N=\frac{2\pi RL}{ab} \times \psi \quad (5)$$

由于剥皮区要足够长, 才能保证剥皮质量, 假设每颗香榧在工作区平均旋转 5 圈就完成剥皮, 则其生产率为:

$$Q=\frac{60Nm}{5} \quad (6)$$

由式(5)式(6)得: $L \approx 900.0$ mm。式(6)中: M 为香榧平均质量($\text{kg}\cdot\text{颗}^{-1}$)。

2.5 拨打橡胶的选择

综合考虑不同地域香榧外形尺寸的差异及其物理特性, 为了增加设备的通用性, 该去皮设备在动力转轴的筋板上外装有环保型的拨打胶条, 本机选取天然橡胶板, 加工宽度为 20.0 mm, 厚度为 8.0 mm 的拨打橡胶条, 长度与剥皮区域长度一致, 安装在笼外圆柱面上。

2.6 去皮笼的设计

机罩用螺栓与机架联接, 去皮笼采用焊接件, 由内凸台间隔环、普通圆环及钢架等组成。去皮笼半径=动力转轴半径(110.0 mm)+拨打筋板及胶条高度(20.0 mm)+去皮香榧直径(13.5 mm)=150.9 mm, 取 155.1 mm。经过台架试验, 间隔圆环可以采用圆钢材料。间隔环间隙按尺寸最小的香榧不会从间隙中掉出去的原则确定, 通过测量几个浙江省香榧盛产区的脱去青皮香榧的尺寸, 最小尺寸都在 11.0 mm, 按确定的圆环尺寸和滚筒长度计算取间隔环数量, 而两环实际间隙为 9.0 mm。

2.7 传动方式的确定

该设备采用带传动方式, 用普通 V 带传动不仅能够满足工作要求, 同时也能简化设备, 降低成本。另外, 动力轴筒的工作速度应该保持在一个合理的范围内, 速度太快, 香榧破损率高, 速度太慢, 会影响生产效率。综合考虑, 该设备动力装置采用单相双值电容异步电动机, 由其带动小带轮, 小带轮驱动大带轮, 大带轮带动滚筒轴旋转, 该电动机的额定功率 2.2 kW, 额定转速为 $1\ 400 \text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

3 香榧去皮试验

3.1 试验材料及方法

试验香榧购于浙江省绍兴市、嵊州市和临安市, 采收时间分别为 9 月 15 日、9 月 17 日和 9 月 20 日。样品共 15.0 kg 鲜香榧青果, 即 3 地分别取样 5.0 kg。

首先，采用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测量香榧青果外形尺寸，采用精度为 0.001 g 的电光分析天平测量其质量。其次，3 地香榧青果经过后熟处理后，各筛选样品 500 颗，利用香榧去皮原型设备分别对其进行去皮试验，试验如图 6 所示。

3.2 试验数据及结果分析

3 地样品质量范围分别为 3.502~10.73 g, 3.923~9.332 g, 3.605~10.24 g; 3 地样品长轴范围分别为 16.10~34.36 mm, 26.60~37.10 mm, 24.80~35.20 mm。其外形尺寸及质量见表 1，去皮指标见表 2。

从表 1 可以看出：各地样品间的外形尺寸和质量差异较大，长轴主要分布在 28.0~31.0 mm，短轴主要分布在 18.0~20.0 mm，斜轴主要分布在 15.0~17.0 mm。嵊州香榧青果样品外形饱满，而绍兴香榧青果样品外形修长，临安香榧青果矮壮。测量结果表明：在去皮设备结构设计时需充分考虑不同地域香榧的外形尺寸参数的差异，以提高设备的通用性。

从表 2 可以看出：去皮后，香榧坚果基本没有裂纹或其他破裂等影响后期加工品质的缺陷存在，效果良好。香榧去皮率及其坚果完好率分别达到了 96.0% 和 98.5% 以上，损失率 1.5% 左右(考虑到僵果)。但 3 地香榧青果去皮效果有一定差异，这也许与采收时间及后熟处理有关。



图 6 香榧去皮实验

Figure 6 Peeled experiment

表 1 香榧青果的外形尺寸

Table 1 Physical statistic parameters of *Torreya grandis* 'Merrillii'

样品产地	长轴/mm		短轴/mm		斜轴/mm		质量/g	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
嵊州	29.74	2.112	19.31	1.649	16.29	1.257	6.426	1.194
绍兴	31.08	2.043	18.79	1.211	15.24	1.294	6.721	1.113
临安	28.55	3.070	19.57	1.982	16.64	1.940	6.766	1.577
平均	29.79	2.648	19.22	1.670	16.06	1.636	6.638	1.314

表 2 去皮试验指标

Table 2 Index of peeled experiment

样品产地	去皮率/%	完好率/%	损失率/%
嵊州	97.2	98.2	1.8
绍兴	95.5	98.7	1.3
临安	95.3	98.6	1.4

4 讨论

本研究首先对 3 个产区的香榧青果进行了外形等参数测量，设计了一套去皮原型机械设备并进行了结构参数的设计分析，最后用产自浙江省绍兴市、嵊州市和临安市的 15.0 kg 香榧青果进行了试验。结果表明：去皮率达 96.0%，香榧坚果完好率为 98.5%，损失率 1.5% 左右，基本达到了设计要求。但也有不足之处，由于香榧假种皮有一定的黏附性，导致其在掉落过程中有少量黏附在设备外壳上，优化时需要增加清洁功能和部件；另外，试验发现：香榧青果去皮效果与香榧成熟度(含后熟)、电机转速以及拨打橡胶条与外壁的间距有关。香榧青果成熟度好、电机转速高或拨打橡胶条与外壁的间距小，则去皮率也高。但到一定程度时则会影响到其破损率，因此，后期仍需进一步改进并优化参数。

5 参考文献

- [1] 黎章矩, 戴文圣. 中国香榧[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 1.
- [2] 黎章矩, 骆成方, 程晓建, 等. 香榧种子成分分析及营养评价[J]. 浙江林学院学报, 2005, **22**(5): 540 – 544.
LI Zhangju, LUO Chengfang, CHEN Xiaojian, *et al.* Component analysis and nutrition evaluation of seeds of *Torreya grandis* ‘Merrillii’ [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2005, **22**(5): 540 – 544.
- [3] 吕阳成, 宋进, 骆广生, 等. 香榧假种皮中紫杉醇的检定[J]. 中药材, 2005, **28**(5): 370 – 372.
LÜ Yangcheng, SONG Jin, LUO Guangsheng, *et al.* Determination of taxol in aril of *Torreya grandis* ‘Merrillii’ [J]. *J Chin Med Mat*, 2005, **28**(5): 370 – 372.
- [4] 周大铮, 易杨华, 毛士龙, 等. 香榧假种皮的二萜类成分[J]. 中药材, 2002, **33**(10): 877 – 879.
ZHOU Dazheng, YI Yanghua, MAO Shilong, *et al.* Diterpenoids from aril of *Torreya grandis* ‘Merrillii’ [J]. *Chin Trad Herb Drug*, 2002, **33**(10): 877 – 879.
- [5] 王向阳, 修丽丽. 香榧的营养和功能成分综述[J]. 食品研究与开发, 2005, **26**(3): 20 – 22.
WANG Xiangyang, XIU Lili. Review of nutritional and functional ingredients of *Torreya grandis* ‘Merrillii’ [J]. *Food Res Dev*, 2005, **26**(3): 20 – 22.
- [6] 闫惠梅. 核桃的脱皮与储藏[J]. 农产品加工, 2006(12): 32 – 33.
YAN Huimei. Walnut peeling and storage [J]. *Proc Agric Prod*, 2006(12): 32 – 33.
- [7] 单杨, 李高阳, 张菊华, 等. 柑橘酶法全果去皮技术研究[J]. 中国食品学报, 2009, **9**(1): 107 – 111.
SHAN Yang, LI Gaoyang, ZHANG Juhua, *et al.* Studies on the enzymatic peeling technique of citrus fruit [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2009, **9**(1): 107 – 111.
- [8] 朱秀灵, 车振明, 唐洁, 等. 胡萝卜复合磷酸盐去皮试验研究[J]. 食品科技, 2004(6): 35 – 38, 47.
ZHU Xiuling, CHE Zhenming, TANG Jie, *et al.* Study on peeling off carrot skins with the compound phosphate [J]. *Food Sci Technol*, 2004(6): 35 – 38, 47.
- [9] 林晓姿, 李维新, 何志刚, 等. 葡萄罐头加工的去皮剂筛选及工艺参数优化[J]. 华南热带农业大学学报, 2007, **13**(4): 17 – 20.
LIN Xiaozhi, LI Weixin, HE Zhigang, *et al.* Filtration of peeling agents and optimization of technique parameter in processing grape can [J]. *J South China Univ Trop Agric*, 2007, **13**(4): 17 – 20.
- [10] 刘淼, 王俊. 山核桃仁碱液浸泡法去皮工艺的研究[J]. 农业工程学报, 2007, **23**(10): 256 – 261.
LIU Miao, WANG Jun. Optimization of the technology for peeling hickory kernel by lye [J]. *Trans CSAE*, 2007, **23**(10): 256 – 261.
- [11] 余少华, 李亚平, 程卫东. 新疆薄皮核桃果仁去皮技术的研究[J]. 中国食品添加剂, 2009(3): 85 – 88, 99.
YU Shaohua, LI Yaping, CHENG Weidong. Studies on methods Xinjiang walnut skin peeling [J]. *China Food Add*, 2009(3): 85 – 88, 99.
- [12] 蓝航莲, 吴厚玖, 孙志高. 甜橙全果去皮技术的研究[J]. 食品工业科技, 2003, **24**(5): 54 – 56.
LAN Hanglian, WU Houjiu, SUN Zhigao. Study on peeling technology of orange [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2003, **24**(5): 54 – 56.
- [13] 张涤宇. 菠萝去皮通芯机[J]. 轻工机械, 1992(3): 13 – 25.
ZHANG Diyu. Peeling machine of pineapple [J]. *Light Ind Mach*, 1992(3): 13 – 25.
- [14] 陈芳, 邓春岩, 刘长荣, 等. 基于 SolidWorks 的土豆去皮机的三维设计[J]. 农机化研究, 2006(11): 126 – 127, 130.
CHEN Fang, DENG Chunyan, LIU Changrong, *et al.* 3D Design of potato-skinning machine based on solid works [J]. *Agric Mech Res*, 2006(11): 126 – 127, 130.
- [15] 刘忠义, 王云香, 孔祥平, 等. 辣木籽脱壳去皮分离机的研制[J]. 农业装备与车辆工程, 2010(12): 21 – 23.
LIU Zhongyi, WANG Yunxiang, KONG Xiangping, *et al.* Research and development of moringa seed shelling machine [J]. *Agric Equipm & Veh Eng*, 2010(12): 21 – 23.
- [16] 张燕, 罗林辉, 廖宇兰. 芒果去皮机的设计及其控制研究[J]. 农机化研究, 2012(6): 97 – 100.
ZHANG Yan, LUO Linhui, LIAO Yulan. The study of mango peeling machine’s design and control [J]. *Agric Mech Res*, 2012(6): 97 – 100.

- [17] 彭三河. 莲藕柔性去皮机的研究[J]. 包装与食品机械, 2004, **22**(6): 7 – 8.
PENG Sanhe. Research on flexible peeling machine of lotus root [J]. *Pack Food Mach*, 2004, **22**(6): 7 – 8.
- [18] 史建华. 新型柔性荔枝去皮机[J]. 轻工机械, 2012, **30**(5): 73 – 74, 81.
SHI Jianhua. Novel flexible machine of peeling litchi [J]. *Light Ind Mach*, 2012, **30**(5): 73 – 74, 81.
- [19] 万鹏, 赵伟松, 龙超, 等. 甘蔗去皮与切断特性试验[J]. 农业机械学报, 2012, **43**(增刊): 141 – 145.
WAN Peng, ZHAO Weisong, LONG Chao, *et al.* Experiment of peeling and cutting characteristics for sugarcane [J]. *Trans Chin Soc Agric Mach*, 2012, **43**(supp): 141 – 145.
- [20] 樊东海, 黄和祥. 新型生姜去皮机的设计[J]. 机械工程师, 2007(3): 110 – 111.
FAN Donghai, HUANG Hexiang. Design of novel peeling machine for ginger [J]. *Mech Eng*, 2007(3): 110 – 111.
- [21] 王振择. 摩擦去皮机的研制[J]. 山西食品工业, 1999(1): 28 – 30.
WANG Zhenzhe. Research and development of friction peeler [J]. *Shanxi Food Ind*, 1999(1): 28 – 30.
- [22] 朱立学, 宋垚臻, 刘清生, 等. 基于正交多项式回归试验的籽粒去皮关键参数建模分析[J]. 农业工程学报, 2003, **19**(5): 22 – 26.
ZHU Lixue, SONG Yaozhen, LIU Qingsheng, *et al.* Mathematic model of seed peeling of efficiency with critical structure parameters based on orthogonal multinomial tests [J]. *Trans CSAE*, 2003, **19**(5): 22 – 26.
- [23] 陈锐, 宋慧芝, 张京平. 香榧脱除假种青皮工艺与技术的研究[J]. 农业装备技术, 2011, **37**(1): 17 – 18.
CHEN Rui, SONG Huizhi, ZHANG Jingping. Research of process and technology on *Torreya grandis* removal false peel [J]. *Agric Equ & Technol*, 2011, **37**(1): 17 – 18.
- [24] 崔军伟. 玉米联合收获机剥皮装置结构及运动参数的优化设计[D]. 北京: 中国农业机械化科学研究院, 2009.
CUI Junwei. *Optimal Design of Structure and Motion Parameters of Husking Device of Corn Combine Harvester* [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, 2009.
- [25] 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.
SHI Xin. *Study on Design and Experiment of Green Walnut Peeling and Cleaning Machine* [D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2010.