

杏核破壳技术及装备研究进展

Research progress on almond cracking technology and equipment

杨忠强^{1,2} 杨莉玲^{1,2} 闫圣坤^{1,2}

YANG Zhong-qiang^{1,2} YANG Li-ling^{1,2} YAN Shen-kun^{1,2}

刘奎^{1,2} 朱占江^{1,2} 李忠新^{1,2}

LIU Kui^{1,2} ZHU Zhan-jiang^{1,2} LI Zhong-xin^{1,2}

(1. 新疆农业科学院农业机械化研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091;

2. 乌鲁木齐特色林果装备工程技术研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830091)

(1. Agricultural Mechanization Institute, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091, China;

2. Xinjiang Research Center of Equipment for Characteristic Wood's Fruit, Urumqi, Xinjiang 830091, China)

摘要:文章介绍了各种杏破壳技术,重点阐述现有国内外杏核机械式破壳的结构、工作原理及特点,分析了目前杏核破壳机械的工艺研究及存在的问题,并展望了杏核破壳机械应用研究方向,为杏核破壳技术及相关机械装备的开发提供参考。

关键词:杏核;破壳技术;破壳机械

Abstract: This paper introduced a variety of almond cracking technology, and mainly focus on the structure, working principle and characteristics of existing almond cracking mechanical in China and abroad. Analyzed the current technology research and the existing problems of almond cracking mechanical, and proposed the application prospect. This paper provided a reference for almond cracking machine technique and equipment.

Keywords: almond; cracking technology; cracking machinery

杏(*Prunus armeniaca* L.)是蔷薇科果树里重要的树种之一。国外学者^[1-2]多将其分为蔷薇科李属(*Genus Prunus*)李亚属(*Subgenus Prunophora Focke.*) Section *Armeniaca*, 而中国学者^[3-4]多将其作为蔷薇科(*Rosaceae*)李亚科(*Prunoideae*)杏属(*Armeniaca* Mill.)。杏属植物在全球分为 6 个地理生态群及 24 个区域性亚群,共有 10 个种,其中中国就有 9 个种^[5-6],这 10 个种又可以分为食用果肉型、仁

用型及兼用型 3 种。据统计,全世界有杏品种 3 000 个左右^[7],而中国就有杏品种(类型)2 000 余个^[8],正式发表的品种有 1 400 多个^[9],占世界杏品种的 46.6%。中国是否最早的起源中心,其栽培历史久远,已有 3 000 年的栽培历史^[10-11],主要分布在西北和华北地区。目前,新疆的特色林果业发展迅速,杏作为具有地方优势及特色的品种成为林果产业发展的重点。据新疆 2015 年统计年鉴统计^[12],新疆林果种植面积达 9.506×10^5 hm²,其中杏树种植面积达 1.324×10^5 hm²,占总种植面积的 13.93%;而林果总产量达 8.586×10^6 t,杏产量为 1.282×10^6 t,占总产量的 14.93%,杏的种植面积及产量仅次于红枣和葡萄。

杏果实主要由果柄、果皮、果肉、核壳及果仁组成。核壳坚硬,主要由纤维素和半纤维素组成,外形不规则,核壳质量比果仁大,壳仁间隙小,难以破壳。早在 20 世纪 60 年代初,国外就开始对杏核破壳机具进行研究,至 80 年代初,国外陆续研究出了各种杏核等坚果破壳机,目前正朝着机电一体化的方向发展。但国外破壳设备价格昂贵,设备复杂,不易加工制作^[13]。

目前,中国杏核初加工技术落后,杏破壳取仁加工,主要以人工为主,机械为辅。人工破壳效率低,劳动强度大,卫生条件差,而且杏仁的品质无法得到保证^[14]。大量的核壳白白浪费掉,得不到综合利用。现有的杏核破壳装置,需预先调整好间隙,将厚度较大的杏核先破碎,然后人工挑选出未破壳的杏核,再人工调整间隙,进行二次破壳,如此循环 2~3 次,才能完成杏核的破壳作业,杏仁破碎率超过 3%^[15]。为了减轻劳动强度,提高效率 and 杏仁品质,实现杏仁的商品化,使杏仁初加工产业与种植业得到同步发展,研究杏核破壳将是实现杏仁商品化处理的第一步。

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260410);自治区自然科学基金项目(编号:2016D01B034);自治区科研院所改革与发展专项(编号:2016D04007);乌鲁木齐工程技术研究中心项目(编号:H141212001)

作者简介:杨忠强,男,新疆农业科学院副研究员。

通讯作者:李忠新(1958—),男,新疆农业科学院研究员。

E-mail:13369677078@126.com

收稿日期:2016-08-19

1 杏核破壳技术

1.1 手工破壳

该方法为杏核破壳传统的方式,简单直接,方便操作。主要靠人工破壳,或者是人工操作单个杏核等坚果挤压装置。人工破壳生产率低(人均破壳仅 25 kg/d),成本高,劳动强度大,且卫生条件较差,无法满足杏核产业的发展。

1.2 化学腐蚀法破壳

根据文献[16~17],首先将杏核等坚果浸入到化学溶液中,利用化学试剂来软化杏核的核壳,取出后再利用机械方式去除核壳。这种方法需要添加碱、酶等化学试剂,加工后果仁有异味,严重影响其品质,而且在实际操作中不好控制,处理不好会造成环境污染。

1.3 机械式破壳

相比现有的方法,机械法破壳无疑是杏核产业化发展的关键途径,按加工原理可以将杏核破壳分为挤压式破壳、剪切式破壳、揉搓式破壳与撞击式破壳等。

2 杏核破壳机械的工艺研究

在杏核破壳技术及装置方面,研究者主要通过核壳结构、破壳原理、破壳设备等进行研究,对破壳工艺方面进行改进,以提高杏核的破壳率和生产率,减少果仁破碎率。

2.1 杏核的含水率对破壳效果的影响

Aydin^[18] 研究显示,随着杏核含水率的增加,杏壳以及杏仁的破裂载荷随之减小,破裂强度最大载荷在杏核长度的加载方向。Kubilay Vursavus 等^[19] 研究表明,杏核含水率在 6.38%~39.33% 时,在对杏核长度方向进行加载时需要的破壳载荷和产生的压缩变形量是最大的;沿厚度方向加载时杏仁会有破裂现象的趋势。张黎骅等^[20] 研究发现,杏核含水率在 5.97%~30.14% 时,含水率对破碎力和能耗影响较为明显,沿非杏核厚度方向施压,随着含水率的增加,杏核所需破碎力和能耗逐渐减小;在相同含水率的条件下,杏核沿不同施压方向所需破碎力和能耗有显著差异,沿杏核厚度方向施压杏仁更易破裂,而且含水率越高,核仁越容易破裂。王静等^[21] 研究表明,杏核开口与杏核含水率有显著的关系。当含水率为 2.8%~5.8% 时,开口率随着杏核含水率的增加而增加;当含水率为 5.8%~11.6% 时,开口率随着杏核含水率的增加而减少,且核壳表面的断裂破碎率也增加。核壳含水量越大,则韧性越强,不易破壳;含水量越小,则韧性越小,核壳易破壳;果仁含水率高,则不易破碎,果仁含水率低,果仁的破碎率就会越高。因此,在杏核破壳过程中,要保证核壳和果仁的含水率合适,从而保证核壳和果仁的弹性变形和塑性变形之间有一定差异性。当核壳含水率较低时,核壳具有一定的脆性,破壳时核壳才能充分破裂,同时又必须保证果仁的一定塑性,减少果仁的破碎率。

2.2 挤压方向和速度对破壳效果的影响

杏核的挤压位置方向对杏核的开口有着十分的显著关系,而挤压速度对开口影响不显著。王静等^[21] 研究表明,当杏核的挤压位置在杏核的缝合线位置时,杏核的开口率达到

80%以上;沿长度或者厚度方向时,杏核基本全部破碎;在挤压速度的试验中,没有发现显著的影响。

2.3 杏核的外形尺寸对破壳效果的影响

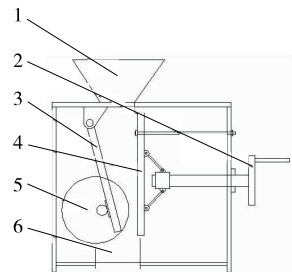
刘军^[22] 通过对杏核结构物理特性进行分析研究,得出其核长、核宽、核厚及其之间不是简单的线性关系,而近似作为关于横、竖、纵三椭圆截面对称的壳体进行破壳力学特性研究。王静等^[21] 通过试验发现,杏核开口所需的载荷范围 200~1 100 N,不同壳厚杏核破壳所需的载荷是不同的,为避免小的杏核被压碎而大的杏核没有开口的现象,提出对挤压式开口机械进行开口时要对杏核进行分级。张黎骅^[19] 通过对四川杏核进行外形尺寸测量,分别给出长度方向、宽度方向、厚度方向上极差分别为 6.73, 4.32, 2.47 mm,得出在杏核破壳处理时,为保证破壳品质应对杏核进行分级处理。由于杏核外形不规则,大小不统一,在破壳前必须按厚度大小分级,以提高杏核的破壳率,减少果仁的破碎率,保证杏果果仁的商品质量。

3 杏核破壳机械的研究进展

3.1 挤压式破壳法

3.1.1 平板挤压式破壳机 采用杏核等坚果在主动挤压板和被动挤压板之间受到挤压而进行破壳。如图 1 所示,该装置主要由进料口 1、间隙调整装置 2、主动挤压板 3、被动挤压板 4、驱动凸轮装置 5、出料口 6 等组成。其原理是主动挤压板一端通过铰链连接到上机体,另一端可由驱动凸轮装置驱动主动挤压板做往复曲线运动;被动挤压板的一端与上机体铰接,另一端与间隙调节装置相连,通过间隙调整装置,可以控制被动挤压板前后运动,从而控制主动挤压板与被动挤压板之间的间隙和角度,挤压间隙小于杏核厚度,并接近于杏核果仁最大厚度。为了增加挤压板之间的粗糙度,将两挤压板表面焊接有鱼鳞状铁网。进入破壳区的杏核,随着主动挤压板的运动挤压破壳后经最小间隙处落下。如由李忠新等^[23] 研制的 6PK-400 核桃破壳机。这种破壳装置结构简单,成本较低,但在对杏核破壳过程中,果仁损伤较大,生产率不高,在实际生产中应用得较少。

3.1.2 对辊挤压式破壳机 利用相对转动的旋转辊对杏核等坚果进行挤压摩擦作用破壳。如图 2 所示,该装置主要由

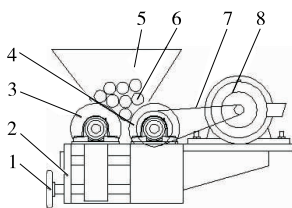


1. 进料口 2. 间隙调整装置 3. 主动挤压板 4. 被动挤压板
5. 驱动凸轮装置 6. 出料口

图 1 平板挤压式破壳机结构示意图

Figure 1 The schematic of slab extrusion cracking equipment

间隙调节装置 1、机架 2、自由辊 3、主动辊 4、料斗 5、传动装置 7、电动机 8 等组成。电动机机将动力传递给主动辊,主动辊将杏核等坚果带入到破壳区,主动辊通过杏核等坚果将动力传递给自由辊,实现二辊之间的反向差速转动,使杏核等坚果在主动辊和自由辊的挤压摩擦下脱壳。为了控制破壳间隙比果仁厚度略大而比核壳厚度略小,可以通过间隙调节装置控制破壳间隙。该方式的破壳机稳定性好,间隙可控,但是对杏核厚度尺寸一致性要求较高,加工前需要对杏核进行分级,而且生产率较低;加工前若不分级,杏核等坚果的果仁破碎率就会较高,因此造成果仁的损失。如由何义川等^[24]设计的一种对辊挤压式核桃破壳装置,锦州俏牌机械有限公司^[25]设计的一种杏核脱壳机,张仲欣等^[26]设计的一种对辊窝眼式核桃开口机,董诗韩等^[27]设计的一种多辊挤压式核桃破壳机,袁巧霞等^[28]设计的一种对辊式银杏脱壳装置。杨德勇等^[29]设计的小型杏核破壳机,该机整机破壳率达 94% 以上,碎仁率只有 3% 左右。朱占江等^[30]设计杏核破壳机,该机未分级的一次破壳率为 85% 以上,分级后的一次破壳率为 95% 以上。这种类型杏核破壳装置实际生产中应用较多,但是为保证对厚度大小不同杏核破壳,需要分级,分别进行破壳,其破壳率不高,同时果仁破碎率也较高。

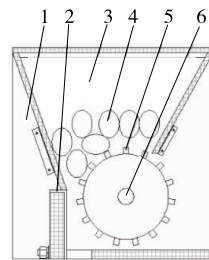


1. 间隙调节装置 2. 机架 3. 自由辊 4. 主动辊 5. 料斗
6. 坚果 7. 传动装置 8. 电动机

图 2 对辊挤压破壳机构结构示意图

Figure 2 The schematic of double roller extrusion cracking equipment

3.1.3 挤压板—旋转辊式破壳机 采用挤压板与旋转辊对杏核等坚果进行挤压摩擦作用破壳。如图 3 所示,该装置主要由机架 1、可调节挤压板 2、进料斗 3、旋转辊 5 和传动装置 6 等组成。其破壳原理是杏核等坚果进入进料斗,在物料重力和旋转辊的摩擦作用下将杏核等坚果带入到破壳区,在旋转辊和挤压板的挤压摩擦作用下将杏核等坚果破碎,可以通过调节挤压板的前后移动来控制挤压板与旋转辊之间的间隙,从而来适应各类杏核等坚果破壳。如由 Saring 等^[31]提出一种新型核桃破壳机,通过试验,核桃经该破壳装置后,核桃 1/2 仁以上的占 75%,碎仁占 15%,未破壳的约占 6%,生产率为 30 kg/h; Larry H. Hemry^[32]设计一种机械式杏核坚果破壳机; Sun Y. Kim^[33]设计的一种坚果破壳机; 朱立学等^[34]设计的一种轧辊—扎板式银杏脱壳机,脱壳率可达 70%,破碎率小于 12%。这种破壳机械主要通过调节挤压板实现变换破壳机构间的破壳间距,满足不同种类尺寸大小的坚果的工作需要。但在杏核等坚果破壳过程中,对果仁的损伤较大,生产率较低。

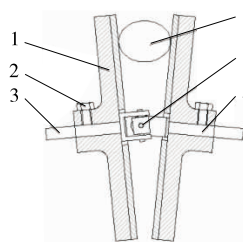


1. 机架 2. 可调节挤压板 3. 进料斗 4. 坚果
5. 旋转辊 6. 传动装置

图 3 挤压板—旋转辊式破壳结构示意图

Figure 3 The schematic of pressing slab-rotating roller cracking equipment

3.1.4 圆盘挤压式破壳机 采用一对端面呈倾斜状态的破壳圆盘,相互旋转挤压摩擦,进行杏核等坚果的脱壳取仁。如图 4 所示,该装置主要是由破壳盘 1、螺钉 2、主动轴 3、从动轴 4 和等速万向节 5 等组成。两破壳圆盘之间通过等速万向节耦合,两圆盘倾斜角度可以调节。随着破壳圆盘的旋转,挤压摩擦将杏核破壳,果仁和核壳从另一侧甩出而实现破壳。如由 Kenneth R. Evans^[35]设计的一种坚果破壳机,苏有良^[36]设计的坚果脱壳分选机。这种装置可以对多种物料进行破壳取仁作业,结构简单,成本低,破壳效率高,而且可以将大小混杂在一起的杏核等坚果破壳。



1. 破壳盘 2. 螺钉 3. 主动轴 4. 从动轴 5. 等速万向节
6. 坚果

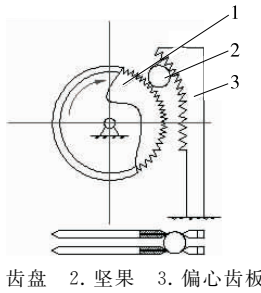
图 4 圆盘式破壳装置结构示意图

Figure 4 The schematic of disc cracking equipment

3.2 剪切式破壳法

3.2.1 双齿盘—齿板式破壳机 采用固定偏心齿板和齿盘上的齿尖不断剪切切割外壳表面使其破裂。如图 5 所示,该装置的主要部件是由齿盘 1 和偏心齿板 2 等组成。齿盘旋转将杏核等坚果带入到齿盘与偏心齿板形成的破壳区,杏核等坚果受到齿尖剪切切割作用,杏核等坚果表面产生裂纹,并逐渐扩展,直到完全破裂,破壳后的果仁和核壳从最小间隙处掉下。如吕力^[37]设计了一种挤压锯削式澳洲坚果破壳机; 吴子岳^[38]设计的绵核桃破壳取仁机,通过试验表明,破壳率大于 90%,高露仁率为 70%~90%,头露仁率为 30%~40%。这种破壳装置实现了杏核多点受力,破裂效果较好,果仁破碎率较低。

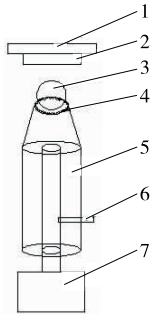
3.2.2 锯口破壳装置 利用旋转锯齿在杏核等坚果表面切割出缺口使其外壳破开。如图 6 所示,该装置主要部件由基座和顶盖等组成。基座上部设置有凹圆台,其作用是夹持杏核等坚果,其内侧边缘安装有一圈锯齿;顶盖主要起固定作



1. 齿盘 2. 坚果 3. 偏心齿板

图5 双齿盘—齿板式破壳结构示意图

Figure 5 The schematic of double tooth-tooth slab cracking equipment



1. 顶盖 2. 橡胶条 3. 坚果 4. 锯齿刀具 5. 基座 6. 销轴 7. 电机

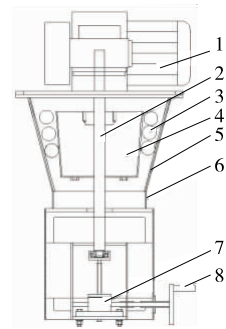
图6 锯口破壳结构示意图

Figure 6 The schematic of saw cracking equipment

用,其下侧设置有橡胶垫。破壳原理是将杏核等坚果放置在基座圆台顶部的锯齿上,然后靠顶盖固定住,电机启动带动基座旋转,锯齿在杏核等坚果核壳表面切割,锯出多个缺口后,核壳即可脱离。如由张勇^[39]设计的核桃脱壳取整仁器。存在的问题是生产率较低。

3.3 揉搓式破壳法

3.3.1 锥蓝式破壳机 利用杏核等坚果在外磨和内磨之间旋转,在揉搓摩擦作用下,使得杏核等坚果外壳被搓裂而实现破壳。如图7所示,该装置主要由电机1、传动轴2、内磨4、外磨5、机体6、间隙调整装置7和调节手轮8等组成。其原理是:内磨上方通过传动轴与电机连接,下方通过轴承与间隙调整装置相连;外磨通过锁紧挂钩与机体相连,内磨在电机驱动下旋转,在内、外磨间形成一个从大到小的间隙带,通过杏核等坚果的自重和摩擦力的作用实现杏核等坚果揉搓摩擦破壳。通过间隙调整装置来调节内磨与外磨之间的破壳间隙,内磨和外磨表面有许多斜条纹状的凸起并经过特殊处理,用于增加与杏核等坚果接触的粗糙度。进入内外磨间隙的杏核等坚果,在重力的作用下随内磨的旋转而作自转运动,破壳后经最小间隙处落下。如由 Michael S Andereasen 等^[40]设计的一种旋转正锥形的破壳机,因间隙大小不能调节,下方的小间隙会让上方已经破壳的果仁再次挤碎,果仁破碎率高;李忠新等^[41]设计锥蓝式核桃破壳装置,周卫华等^[42]设计的坚果破壳清选机。该装置在实际使用中,需要根据使用情况定期更换内外磨零件来提高破壳率



1. 电机 2. 传动轴 3. 坚果 4. 内磨 5. 外磨 6. 机体 7. 间隙调整装置 8. 调节手轮

图7 锥蓝式内外磨破壳结构示意图

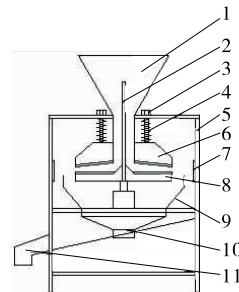
Figure 7 The schematic of cone cracking equipment

和降低果仁破碎率。

3.3.2 水平揉搓式脱壳机 利用杏核等坚果在上下两层揉搓挤压盘间受到揉搓挤压作用进行破壳。如图8所示,该装置主要由进料斗1、均料装置2、调节螺栓3、减振弹簧4、机架5、上搓擦挤压盘6、果仁缓冲网7、下搓擦挤压盘8、分料斗9、出料口10和果仁出料口11等组成。其原理是:在杏核等坚果破壳加工之前,通过调整上、下搓擦挤压盘之间的间隙,实现不同规格杏核等坚果的加工。杏核等坚果经均料装置的作用下有序进入搓擦挤压通道,挤压通道向外方向呈间隙逐渐变小通道,搓擦挤压通道出口间隙略大于果仁厚度的平均直径,在搓擦挤压盘的高速旋转带动下,杏核等坚果因离心力的作用被抛入搓擦挤压通道,在上下搓擦挤压盘的揉搓挤压作用下破壳,在离心力的作用下果仁和核壳依次有序被抛出,果仁获得更高的离心线速度经分料斗撞击到果仁缓冲网后经果仁出料口排出,核壳经分料斗从出料口排出。如由苏有良^[43]设计的坚果脱壳分选机,柴金旺^[44]设计的核桃脱壳机。该机构在加工杏核等坚果前需要首先调整破壳间隙方能进行加工;由于受挤压盘直径的限制,生产率不高;挤压盘转速过高会造成破碎率增加,过低又会降低破壳率。

3.4 撞击式破壳机

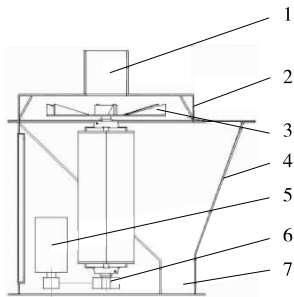
3.4.1 离心撞击式破壳机 利用杏核等坚果高速运动时突然碰撞而受到冲击力,使核壳破碎而实现破壳。如图9所



1. 进料斗 2. 均料装置 3. 调节螺栓 4. 减振弹簧 5. 机架 6. 上搓擦挤压盘 7. 果仁缓冲网 8. 下搓擦挤压盘 9. 分料斗 10. 出料口 11. 果仁出料口

图8 水平揉搓式破壳结构示意图

Figure 8 The schematic of horizontal rub cracking equipment



1. 进料口 2. 上机体 3. 破壳装置 4. 下机体 5. 电机 6. 传动装置 7. 出料口

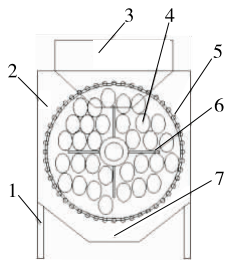
图 9 撞击式破壳结构示意图

Figure 9 The schematic of hit cracking equipment

示,该装置主要由进料口 1、上机体 2、破壳装置 3、下机体 4、电机 5、传动装置 6 和出料口 7 等组成。其原理是:杏核等坚果在旋转破壳盘的高速旋转下,产生一个足够大的离心力撞击壁面,果壳就会产生较大的变形而破裂。由于核壳直接与壁面撞击,产生的变形和运动速度都大于果仁,只要冲击力足够大,就能实现杏核等坚果的破壳。如王晓暄等^[45]研究的离心式核桃二次破壳机。这种破壳机械的缺点是不能很好地控制离心力,会造成较高的果仁破碎率,降低核桃的价值。试验^[46]表明,由于杏核核壳具有较大的韧性,如果冲击力不够,很难将杏核的核壳破碎。

3.4.2 拍击式破壳机 采用叶片拍击杏核等坚果使其破裂而实现破壳。如图 10 所示,该装置主要由机架 1、箱体 2、进料口 3、栅条滚筒 5、旋转破壳装置 6 和出料口 7 等组成。其原理是:栅条滚筒上设置有进料口和出料口,栅条滚筒水平放置,中心轴上有多个叶片,杏核等坚果进入栅条滚筒,在中心轴的旋转下,叶片拍击力使杏核等坚果破裂,并通过栅条间隙实现壳仁分离。滚筒上的栅条间隙大小设置为杏仁可通过的尺寸,使得杏仁脱离杏壳后能脱离破壳区。如 Clarence Lloyd Warmack 等^[47]研制了一种坚果破壳机,该机可以有效击打坚果并将其壳仁分离,但是杏核核壳具有较大的韧性,如果击打力不够,很难将其击破。

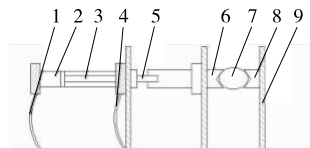
3.4.3 气动式破壳机 采用气体驱动气缸内部活塞运动,带动击打头撞击杏核等坚果,使核壳破碎而实现破壳。如图 11 所示,该装置主要由击打进气管 1、气缸 2、活塞 3、回位进气管 4、顶针 5、击打头 6、支座 8 和机架 9 等组成。其原理是:



1. 机架 2. 箱体 3. 进料口 4. 坚果 5. 栅条滚筒 6. 旋转破壳装置 7. 出料口

图 10 拍击式破壳结构示意图

Figure 10 The schematic of beat cracking equipment



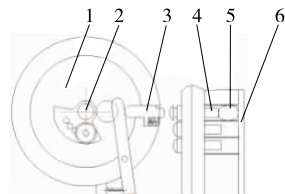
1. 击打进气管 2. 气缸 3. 活塞 4. 回位进气管 5. 顶针 6. 击打头 7. 核桃 8. 支座 9. 机架

图 11 气动式破壳结构示意图

Figure 11 The schematic of pneumatic hammer cracking equipment

主要是利用气缸内气流推动活塞做往复运动,活塞推动击打头运动,另一边设置有定位凹槽支座,通过撞击实现破壳。如李忠新^[48]发明的气动式核桃破壳机,史建新^[49]发明的多工位气动击打式核桃破壳机。这种破壳装置首先需要对杏核等坚果进行定位,因此坚果必须呈长圆形,对坚果品种的适应性差,且造价比较昂贵。

3.4.4 击打式破壳机 采用凸轮盘驱动击打头撞击杏核等坚果而使其破壳。如图 12 所示,该装置主要由凸轮盘 1、传动装置 2、击打装置 3、击打头 4 和输送装置 6 等组成。其工作原理是:在破壳过程中,杏核等坚果由输送装置逐个送到击打装置上,然后由凸轮盘控制击打头将杏核等坚果核壳打破而实现破壳。如由 Michael P. Filice 等^[50]研制坚果破壳机。该装置破壳生产率较低,对于核桃等外形规则的坚果,破壳效果比较好;对于杏核等外形不规则的坚果,破壳效果较差。



1. 凸轮盘 2. 传动装置 3. 击打装置 4. 击打头 5. 坚果 6. 输送装置

图 12 凸轮盘击打破壳结构示意图

Figure 12 The schematic of cam plate hit cracking equipment

4 中国杏核破壳机械存在的问题

目前,在中国部分杏种植区,果农的专业知识水平较低,对杏核破壳加工的卫生条件意识不足,对果仁的品质要求不高,依然采用传统人工破壳取仁法,在杏核破壳过程中,对果仁造成污染,果仁卫生质量得不到保证,严重影响果仁品质。中国机械化杏核破壳研究还处于起步阶段,虽然在破壳设备方面做了一些研究工作,也研制出了一些类型的杏核等坚果破壳设备,但是能够真正用于批量化生产的并不多,远滞后于种植业的发展,无法满足杏核果仁产品深加工的生产需求,还存在如下问题:

4.1 破壳率和生产率低,果仁破碎率高

由于杏核的品种不同,外形和大小各异,核厚度及含水率也不同,现有的杏破壳设备难以满足要求。在加工过程

中,漏破或破壳不完全现象严重,造成杏核破壳率低,果仁破碎率较高,有些破壳机械破壳率只有60%左右,果仁损失高达15%。果仁损失较大,这也是杏核破壳设备难以推广的直接原因。

4.2 适应性和稳定性差

由于杏核形状不规则,大小不统一,现有破壳设备大多存在适应性差,稳定性差的缺点。而且杏核破壳设备一般适用于某些单一品种的加工作业,无法满足其他品种,需要加工其他品种时必须通过更换关键部件来实现。因此,品种适应性差,装备利用率较低。

4.3 加工成本高

中国杏核破壳机械尚未形成系列和规模,部分设备仅进行了样机试制和少量生产,未见有大批量的示范和推广,在破壳效果、作业性能及设备稳定性方面还存在不少问题,破壳机械多以单机制造为主,制造工艺水平较低,成本较高,从而导致杏核破壳的加工成本偏高。

5 杏核破壳机械应用研究方向

虽然目前坚果破壳机械化水平较高,但大多应用于示范推广区或经济发达地区,而且小型机械多,大型规模化加工较少,自动化水平较低,有些地区的果农破壳仍采用传统的手工剥壳,劳动强度大,卫生条件差等。

近年来,杏核等坚果破壳机械总量不断稳步增长,作业水平进一步提高,在提高劳动生产率,减轻劳动强度,促进杏加工产业的发展方面起到了积极的推动作用。在杏核等坚果破壳设备中,更多的为机械挤压设备,与传统的手工剥壳相比,机械法省工、省力、高效、环保,但是这种设备仍存在着生产率和破壳率低、果仁破碎率高、通用性差等缺点。对于杏核等坚果破壳设备和破壳技术的研究,必须要基于杏核破壳机理进行研究,在杏核等坚果破壳技术与破壳机理研究中,尚存在以下几个方面需要解决的问题。

5.1 杏核的生物学特性研究

杏核破壳力学变形都是基于其可破壳的微观结构组成,为进一步在理论上研究杏核破壳力学特性,必须要知道杏核的微观结构如何,但是目前人们对此尚未研究。

5.2 杏核破壳力学特性研究

目前对于杏核破壳物理力学性能、机械性能的研究主要通过试验的方法进行,而杏核破壳可破壳性机理复杂,力学特性参数较多,从理论上进行定量的研究较少。

5.3 影响杏核破壳效果的因素确定与控制

影响杏核破壳因素较多,各因素之间相互影响,关系复杂。在某一特定破壳作业中,对于影响破壳参数条件不易控制,这就使得杏核破壳设备在很大范围内推广使用受到限制。

参考文献

[1] HORMAZA J I. Molecular characterization and similarity relationships among apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes using simple sequence repeats[J]. *Theor Appl Genet*, 2002(104): 321-328.

[2] ZHEBENTYAYEVA T N, REIGHARD G L, GORINA V M.

Simple sequence repeat (SSR) analysis for assessment of genetic variability in Chinese chestnut germplasm[J]. *Theor Appl Genet*, 2003(106): 435-444.

- [3] 吕增仁. 我国杏研究进展[J]. *河北果树*, 1996(1): 1-5.
- [4] 廖明康, 郭丽霞, 张平, 等. 新疆杏部分生物学性状的鉴定[J]. *新疆农业科学*, 1994(2): 84-87.
- [5] 张钊, 刘明彰, 陈文椒, 等. 新疆杏种质资源[J]. *果树科学*, 1985(3): 18-23.
- [6] 陈钰, 郭爱华. 我国杏种质资源及开发利用研究[J]. *天津农业科学*, 2008, 14(2): 47-50.
- [7] 陈学森. 杏种质资源评价及遗传育种研究进展[J]. *果树学报*, 2001, 18(3): 178-181.
- [8] WANG Yu-zhu, LIU Qi-zhi. Apricot germplasm resources in China[J]. *Acta Horticulturae*, 2006(701): 181-190.
- [9] 张加延, 张钊. 中国果树志: 杏卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 11-44.
- [10] 王玉柱, 孙浩元. 我国杏树发展现状分析及建议[J]. *中国农业科技导报*, 2003, 5(2): 24-27.
- [11] 赵峰. 新疆杏资源与生产考察[J]. *山西果树*, 2003, 5(3): 16.
- [12] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴 2015[Z]. 北京: 中国统计出版社, 2015: 383-384.
- [13] 刘德华. 核桃分级破壳机的设计与试验研究[D]. 山西: 山西农业大学, 2015: 3-7.
- [14] 苏迎晨, 黄兴国, 孙明, 等. 5XJC-350型杏仁加工成套设备的研究与开发[J]. *粮油加工与食品机械*, 1993(1): 18-21.
- [15] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 20452—2006 仁用杏杏仁质量等级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [16] 刘少达. 银杏脱壳技术的试验研究[J]. *农机化研究*, 2006(9): 135-137.
- [17] 赵小广, 宗力. 坚果类物料脱壳技术应用与发展现状[J]. *新疆农机化*, 2005(6): 29-32.
- [18] AYDIN C. Physical properties of almond nut and kernel[J]. *Food Engineering*, 2003, 60: 315-320.
- [19] VURSAVUS K, OZGUVEN F. Mechanical behavior of apricot pit under compression loading[J]. *Food Engineering*, 2004, 64: 307-314.
- [20] 张黎骅, 秦文, 马荣朝. 杏核压缩力学特性的研究[J]. *食品科学*, 2010, 31(17): 143-147.
- [21] 王静, 史建新. 杏核挤压式开口的试验研究[J]. *农产品加工: 学刊*, 2014(3): 73-76.
- [22] 刘军. 新疆杏核结构物理特性的分析与探讨[J]. *新疆大学学报: 自然科学版*, 2007, 24(4): 460-463.
- [23] 李忠新, 杨军, 杨莉玲, 等. 核桃破壳取仁工艺及关键设备[J]. *农机化研究*, 2008(12): 27-29, 89.
- [24] 何义川, 王序俭, 曹肆林, 等. 对辊挤压式核桃破壳装置的设计与试验研究[J]. *江苏农业科学*, 2012, 40(9): 350-352.
- [25] 锦州俏牌机械有限公司. 杏核破壳机: 中国, 201320693917.5 [P]. 2014-04-16.
- [26] 张仲欣. 对辊窝眼式核桃开口机设计[J]. *洛阳工学院学报*, 1999, 20(4): 8-10.
- [27] 董诗韩. 多辊挤压式核桃破壳机的设计及试验研究[D]. 新疆: 新疆农业大学, 2011: 25-33.

● 欢迎订阅

2017 年《中国酿造》杂志

《中国酿造》创刊于 1982 年,由中国商业联合会主管,中国调味品协会及北京食品研究院主办的综合性科技期刊。历次被评为中文核心期刊(2014 版)、中国科技核心期刊,被中国知网、万方数据库、中文科技期刊数据库,美国《化学文摘》(CA)、美国《乌利希期刊指南》(UPD)、英国《食品科学技术文摘》(FSTA)、英国《国际农业与生物科学研究中心》(CABI)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、中国科学评价研究中心(RCCSE)数据库等全文收录。

《中国酿造》重点刊登调味品、酿酒、生物工程技术、生物化工、食品生物技术等研究方向的新工艺、新技术、新设备以及分析检测、安全法律法规及标准、综合利用、质量保障体系等方面的基础理论、应用研究及综述文章。主要栏目有:研究报告、专论综述、创新与借鉴、经验交流、分析与检测、产品开发、酿造文化、海外文摘等。

《中国酿造》为月刊,大 16 开,每期 200 页,25 元/期,全年 300 元(免邮费)。

欢迎订阅、投稿、刊登广告!

● 订阅方式

直接联系北京中酿杂志社订阅:

电话:010-83152308/83152738、

010-63026114

邮箱:zgnzzz@163.com

网上订阅:登陆中国酿造主页

www.chinabrewing.net.cn

● 全国各地邮政局(所)均可订阅

邮发代号 2-124

国内统一连续出版物号 CN 11-1818/TS

国际标准连续出版物号 ISSN 0254-5071

● 汇款方式

银行转账:开户行:建行陶然亭支行

账户:北京中酿杂志社

账号:1100 1189 5000 5250 0191

邮局汇款:北京市西城区禄长街头条 4

号《中国酿造》编辑部

邮编:100050

中文核心期刊
《食品科技》杂志社

1975 年创刊
邮发代号: 2-681
ISSN 1005-9989
CN 11-3517/TS

进一步拓宽办刊思路,着力展示食品领域的技术创新、管理创新和产品创新活动,做好创新主体之间的交流与沟通,促进科技成果转化和服务平台。拓展服务方式,与广大读者形成更广泛的互动,恭请关心《食品科技》的业界同仁一如既往地支持。

◆《中国知网》全文收录
◆《中国学术期刊(光盘版)》全文收录
◆美国化学文摘(CA)收录期刊
◆美国食品科学技术文摘(FSTA)收录期刊
◆法国科技新闻处(FTPO)特约供稿
◆荣获中国北方优秀期刊奖
◆荣获第二届北方优秀期刊奖
◆荣获 2008 年度北京市新闻出版(版权)创意成果奖
◆荣获首届《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊奖

全年 12 期 25 元/期
邮发代号: 2-681

欢迎订阅 发布广告

联系电话:
67913893
83557685

http://www.e-foodtech.net
E-mail:shipinkj@vip.163.com
blog.sina.com.cn/shipinkj
邮编:100053 微信号:shipinkj
地址:北京市西城区广安门内大街 316 号京粮古船大厦 522 室

请关注



(上接第 235 页)

[28] 袁巧霞, 陈红, 刘清生. 辊板式银杏脱壳装置的试验研究[J]. 农业机械学报, 2004, 35(3): 181-183.

[29] 杨德勇, 王博, 吐鲁洪, 等. 小型杏核破壳机的试验研究[J]. 中国农业大学学报, 1997, 2(2): 55-59.

[30] 朱占江, 李忠新, 杨莉玲, 等. 杏核破壳机的研制[J]. 新疆农机化, 2015(2): 13-14.

[31] SARING Y, GROSZ F, RASIS S. The development of a mechanical cracker for macadamia nuts[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1980(41): 367-370.

[32] LARRY H Hemry. Mechanical nut cracker: US, 6098530[P]. 2000-08-08.

[33] SUN Y Kim. Nut cracking mechanism for Variable-Sized Nuts: USA, 7 717 033[P]. 2010-05-18.

[34] 朱立学, 罗锡文, 刘少达. 扎辊-扎板式银杏脱壳机的优化设计与试验[J]. 农业工程学报, 2008, 24(8): 139-142.

[35] KENNETH R Evans. Nut cracking apparatus: US, 4201126 [P]. 1980-05-06.

[36] 苏有良. 坚果脱壳分选机: 中国, 201320126797. 0[P]. 2013-08-21.

[37] 吕力. 冲压式澳洲坚果破壳机: 中国, 201210416458. 6[P]. 2013-02-13.

[38] 吴子岳. 绵核桃剥壳取仁机械的研究[J]. 农业工程学报, 2016, 32(10): 164-169.

[39] 张勇. 核桃脱壳取整仁器: 中国, 96209206. 1[P]. 1997-02-19.

[40] MICHAEL S Andereasen. Application publication: Nutcracker: US, 0193984[P]. 2009-01-27.

[41] 李忠新, 刘奎, 杨莉玲, 等. 锥蓝式核桃破壳装置设计与试验[J]. 农业机械学报, 2012, 43(10): 146-152.

[42] 周卫华. 坚果破壳清选机: 中国, 101946965[P]. 2012-05-30.

[43] 苏有良. 坚果脱壳分选机: 中国, 201320126797. 0[P]. 2013-08-21.

[44] 柴金旺. 核桃脱壳机: 中国, 90225457. X[P]. 1992-02-19.

[45] 王晓暄, 史建新, 周军. 离心式核桃二次破壳机的设计与实验研究[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(6): 1 115-1 121.

[46] 袁巧霞. 坚果破壳效果改进方法的探讨[J]. 粮油加工与食品机械, 2001(12): 48.

[47] CLARENCE L W, BARRY S W. Nut cracking apparatus: US, 6516714[P]. 2003-02-11.

[48] 李忠新. 气动式核桃破壳机: 中国, 101347262 [P]. 2010-06-30.

[49] 史建新. 多工位气动击打式核桃破壳机: 中国, 2016021112 [P]. 2010-10-13.

[50] MICHAEL P F, ROBERT L, ROBERT P B. Walnut cracking mechanism: US, 5325769[P]. 1994-07-05.