

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2022.90048

龙眼去核关键部件设计与试验

Design and experiment of key components for longan core removal

卿艳梅 李长友

QING Yan-mei LI Chang-you

(华南农业大学工程学院, 广东 广州 510642)

(College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

摘要:目的:解决龙眼机械去核果肉完整性差的问题,获取灯笼状果肉。方法:以广东“储良”龙眼鲜果为研究对象,设计了去核关键部件,搭建去核试验平台,采用顶杆去核和柔性垫圈定位的去核方法,选择影响去核效果的顶杆直径、橡胶垫圈孔径和顶杆速度 3 个主要因素,以去核成功率、去核损失率和果肉完整系数为评价指标,进行单因素和正交试验。结果:影响去核综合性能的因素顺序依次为橡胶垫圈孔径>顶杆直径>顶杆速度;顶杆直径为 7 mm,橡胶垫圈孔径为 14 mm,顶杆速度为 400 mm/min 为最佳去核效果。结论:以柔性垫圈定位的顶杆式去核方法和合适的去核作业参数实现机械去核获取龙眼灯笼状果肉是可行的。

关键词:龙眼;去核;顶杆式;柔性垫圈

Abstract: Objective: In order to solve the problem of poor integrity with mechanical coring and get the lantern pulp, and explore the factors affecting the performance of longan coring. **Methods:** Taking Guangdong 'Chuliang' longan fresh fruit as the research object, the key parts of core removal were designed and the core removal test platform was built. The core removal method with the ejector pin and flexible washer positioning was adopted. The ejector diameter, the rubber washer bore diameter and the ejector speed were chosen as the three main factors, and the stoning success rate, the stoning loss rate and the pulp integrity coefficient were chosen as the evaluation indicators. The single factor and orthogonal experiments were designed. **Results:** The experiments showed that the ranking of influence was rubber washer aperture > ejector diameter > ejector speed. When the ejector diameter was 7 mm, the rubber washer bore diameter was 14 mm and the ejector speed was 400 mm/min, the best stoning effect was got. **Con-**

clusion: It is feasible to obtain longan lantern pulp by the ejector rod mechanical enucleation method positioned with flexible washer and appropriate enucleation operation parameters.

Keywords: longan; seed removal; stick type; flexible washer

中国龙眼产量大,约占全球 50% 以上^[1]。龙眼成熟于高温潮湿季节,鲜果水分含量高、不易贮存且加工适期短,而其深加工产品有很高的经济价值^[1-3],及时完成产后加工,对其产业和区域经济发展至关重要。龙眼剥壳去核是其深加工的重要前工序,龙眼果酒、果汁等对果肉完整性要求不高,剥壳后采用刮板打浆筛分去核^[4-5];而龙眼罐头、干果等要求去核后果肉为灯笼状。龙眼果肉柔软多汁,获取灯笼状果肉是其机械去核的难点^[6-7]。

前人已对水果的去核加工技术进行了大量研究,如对单核果,红枣的枣核大多呈梭状,红枣去核采用空心圆筒刀具插核再顶核全自动去除果核^[8-9],杏果采用人工竖向摆放且用十字爪形刀头冲核^[10]及荔枝用柔性去核刀具切除果蒂组织抓取出果核^[11]。近年就龙眼去核装置及关键技术研究取得了研究成果^[12-16],但专利及装置因可靠性、对物料的适应性及加工果品质量等问题使得产业化应用困难。目前龙眼灯笼状果肉大多仍依靠手工去核,不符合食品卫生及不适应工业化生产^[17]。为获取龙眼灯笼状果肉,剥壳后一般采用顶杆冲核,试验拟对顶杆直径、顶杆速度和橡胶垫圈孔径各因素对去核性能的影响进行研究,以期为龙眼机械去核获取灯笼状果肉提供设计依据。

1 龙眼去核工作原理和关键部件结构参数

1.1 龙眼去核工作原理

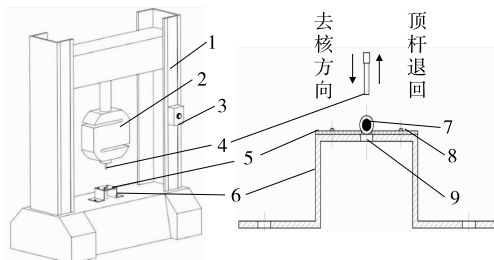
龙眼为单核果,果核近球形位于整果中心,果核材质较脆且个体大小差异显著。果壳、肉和核三者之间通过蒂部海绵状组织连接,其他部位均为光滑表面且无粘连,剥壳后果肉外有一层光滑韧性薄膜,对果肉有一定保护作用。

基金项目:中国农学会教育教学科研课题(编号:PCE2005);广东省农业农村厅项目(编号:h2020806);十三五国家重点研发专项(编号:2017YFD0700704)

作者简介:卿艳梅(1971—),女,华南农业大学副教授,博士。
E-mail: yanmeiq@scau.edu.cn

收稿日期:2021-11-19

如图 1 所示为去核原理图,顶杆作上下往复运动且与承料孔精确定位,剥壳后的龙眼果置于去核孔架上,去核孔架上安装了柔性定位橡胶垫圈,垫圈孔边缘相对于柔软龙眼果肉则如柔性圆形刀具,在顶杆向下运动压至龙眼果且果核未被顶出前,橡胶垫圈孔边先把接触处龙眼下方一小块果肉切离,顶杆向下运动的冲力将龙眼核顶出,果核从去核孔往下掉落,随重力下落到收集器,完成去核工序。



1. 万能试验机 2. 拉力传感器 3. 调速器 4. 去核顶杆 5. 橡胶垫圈 6. 去核孔架 7. 已剥壳龙眼 8. 螺钉 9. 去核口

图 1 龙眼去核原理图

Figure 1 The principle of longan core removal

1.2 去核过程中的受力分析

1.2.1 果核的受力分析 图 2 为龙眼去核中果核的受力图,要使果核顺利被顶出,则要满足

$$F_i \geq f + N + F_j \sin \beta, \quad (1)$$

式中:

F_i ——顶杆去核力,N;

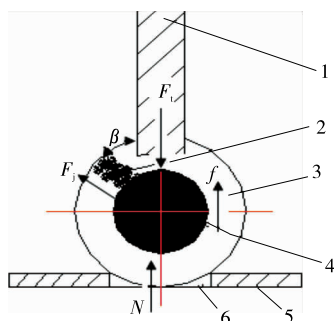
f ——摩擦力,N;

N ——果肉垂直方向包裹力,N;

F_j ——核与果肉蒂部结合力,N;

β ——蒂部与垂直方向的夹角,°。

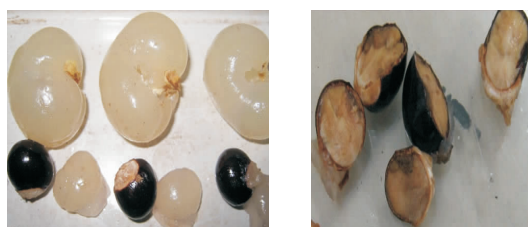
顶杆去核力 F_i 由试验台测出,与顶杆速度有关,过小冲击力不能顶出核或使果蒂拖曳果肉而增加果肉损失;过大的去核力易使果核捅裂、捅碎而不能顺利去核,破碎及残留果核也让果肉品质变差,如图 3 所示。龙眼果肉



1. 顶杆 2. 果蒂 3. 果肉 4. 果核 5. 孔架 6. 去核孔

图 2 龙眼去核过程中果核的受力

Figure 2 Force analysis of kernel in coring process



(a) 完整果核 (b) 果核破损

图 3 龙眼去核后果核图

Figure 3 Kernels chart after stoning

与果核的摩擦力 f 较小,因果肉与果核接触面是光滑无粘连(除蒂部外);果肉包裹力 N 与果肉厚度有关,果肉包裹力 N 和蒂部结合力 F_j 可依据文献[18]。

1.2.2 果肉的受力分析 果肉受力如图 4 所示,果肉受果核和顶杆挤压力 F_i' 、橡胶垫圈支撑反力 N_{d1} 和 N_{d2} 、摩擦力 f' 及蒂部组织对果肉拉力 F_j' 。挤压力和蒂部组织对果肉的拉力太大,使橡胶垫圈的支撑反力增大,对果肉的完整性不利。去核中的果肉损伤主要有挤压损伤和撕裂损伤,包括顶杆切入对果肉的挤压、果核和去核孔对果肉的损伤以及果核与果肉连接的蒂部组织对果肉的撕裂等。顶杆直径和果核越大,去核时对果肉的挤压损伤越大。顶杆去核力远大于果肉抗压力时,顶核时果肉下端会被弹性橡胶垫切去一小块而造成果肉的损失。

当去核力与果肉、果核蒂部组织接合力相比不是足够大,去核时因果核的结蒂组织拖拽果肉,果肉在撕裂力的作用下破损,果核蒂部粘连果肉致果肉损伤和损失。图 5 为预备试验去核后果肉图。

通过上述分析可知,要保证龙眼果核顺利被顶出又不破碎,减少果汁果肉损失和保持果肉的完整性,去核关

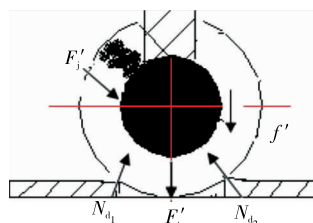
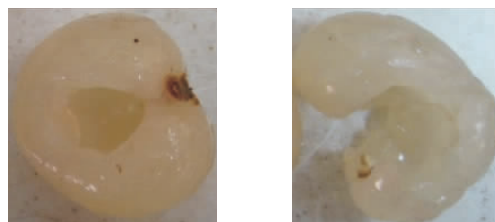


图 4 龙眼去核过程中果肉受力

Figure 4 Force analysis of longan pulp



(a) 完整果肉 (b) 果肉破损

图 5 龙眼去核后果肉图

Figure 5 Pulp chart after stoning

键部件应满足以下要求:① 顶杆要有合适的向下冲击力和直径;② 弹性橡胶垫圈要有合适的去核孔径和足够的柔性;③ 尽可能降低各构件作用于果肉的力。

1.3 去核关键部件结构参数

1.3.1 顶杆 龙眼果核平均直径约为外径的 50%,为减小果肉损失,顶杆直径不能按果核最大外径来设计,顶杆直径越小对果肉的挤压损伤越小,但去核预备试验中发现,顶杆直径在 4 mm 以下时出现难脱核、碎核现象,见图 3(b)。

根据预备试验和龙眼物性,设计 7 根直径为 4,5,6,7,8,9,10 mm 的顶杆,其长度均为 40 mm,去核杆径 < 7 mm 的顶杆,其头部长度均为 10 mm、直径为 8 mm 以方便夹持;其他为直杆,顶杆都采用圆柱状平底面,材质为不锈钢,如图 6 所示。



图 6 不同直径的顶杆

Figure 6 Ejector rod of different diameter

1.3.2 柔性橡胶垫圈和孔架 顶杆作用力通过试验台自带软件生成力学曲线,顶杆向下运动推挤到果核,去核力快速上升并达峰值,迫使果核向下运动,一旦果核与蒂部果肉分离下移时,去核力迅速下降。在预去核试验中,柔性橡胶垫圈孔径为 12 mm 或更小时,其去核力增加,可知当核大而去核孔径过小其冲核阻力增大。

橡胶垫圈有弹性,橡胶垫圈孔直径比龙眼核略小时依然能成功去核。橡胶垫圈孔径越大,去核时切除的小块肉质量也越大,损失率增加(未考虑小块果肉回收);当果核大而去核孔径过小会增大去核力,过大去核力易使果核被挤裂或捅碎。

根据前期预备试验和果核物性,设计了橡胶垫圈孔径为 15.0,14.0,13.0,12.2 mm,孔架孔径为 16 mm,橡胶垫圈为食品级 PP 弹性材质,加工好后用螺钉固定在不锈钢金属孔架上,见图 1。

2 龙眼去核试验

2.1 试验材料

广东“储良”龙眼鲜果,个体形态及成熟度良好,果实大小先分级,手动剥壳后完整带核果肉,整果质量约在 9.5~16.5 g,果核直径约在 11~16 mm。

2.2 试验设备

以济南试验机厂生产的 WD-E 精密型微控电子式万能试验机为作业平台,传感器量程为 0~20 kN,精度为

0.1 N。在垂直升降上压板中固定去核顶杆,静止下压板上安装带有橡胶垫圈的孔架作为试验平台,以及日本 A&D 公司生产的 HF-300/d 型上皿式精密电子天平、游标卡尺和计算机数据采集系统。

2.3 评价指标

2.3.1 去核成功率 按式(2)计算。

$$S = \frac{n_1}{n} \times 100\%, \quad (2)$$

式中:

S ——去核成功率,%;

n_1 ——去核成功的龙眼数,个;

n ——试样龙眼总数,个。

2.3.2 去核损失率 按式(3)计算。

$$\eta = \frac{m_1}{m_2} \times 100\%, \quad (3)$$

式中:

η ——去核损失率,%;

m_1 ——去核中损失的果肉和果汁质量,g;

m_2 ——剥壳后整果质量,g。

2.3.3 果肉完整性 参照文献[5]。

2.4 龙眼去核单因素试验

以顶杆直径、顶杆速度、橡胶垫圈去核孔径为试验因素进行单因素去核试验,记录龙眼去核前的质量、去核后果肉质量和果核质量,每组试验选取 20 个试样,重复 5 次取平均值。

(1) 顶杆直径:取顶杆直径 4,5,6,7,8,9,10 mm 共 7 个水平,顶杆速度 500 mm/min,橡胶垫圈去核孔直径为 15 mm。

(2) 顶杆速度:取顶杆速度 180,360,500 mm/min 共 3 个水平,顶杆直径为 10 mm,橡胶垫圈去核孔直径为 15 mm。

(3) 橡胶垫圈去核孔径:取橡胶垫圈孔径 15.0,14.0,13.0,12.2 mm 共 4 个水平,顶杆速度 500 mm/min,顶杆直径 10 mm。

2.5 龙眼去核正交试验

为进一步探究各因素对去核性能影响的显著性以及影响的主次关系,在单因素试验基础上,开展正交试验。取顶杆直径、橡胶垫圈孔径和顶杆速度 3 个试验因素和去核较好的 3 个水平进行正交试验,如表 1 所示。每组试验选取 100 个试样,重复 3 次取平均值。选取 $L_9(3^4)$ 正交表安排试验。试验时选择大小相差不大的龙眼果实手动将其果壳剥离用做去核试样,每组去核试验后,分别测出取样总质量,包括完整剥壳后整果质量、去核果肉质量、果核质量等数据,记录并计算去核成功率、损失率和果肉完整性。

2.6 试验结果与分析

2.6.1 单因素试验结果 不同顶杆直径的去核试验结果

表 1 龙眼去核正交试验因素水平表

Table 1 Factor level of longan stoning orthogonal experimental

水平	A 顶杆直径/ mm	B 橡胶垫圈 孔径/mm	C 顶杆速度/ (mm · min ⁻¹)
1	7.0	13.0	400
2	7.5	13.5	450
3	8.0	14.0	500

如图 7 所示。顶杆直径 > 6 mm 其去核率为 99% 以上, 试验中发现, 顶杆直径为 4 mm 出现难脱核或核捅碎现象, 使部分碎核残留果肉中, 故顶杆直径不宜太小。顶杆直径为 7 mm 时损失率较小。顶杆直径为 7 mm 去核后果肉完整性较好, 直径为 10 mm 时果肉完整性稍差, 说明大直径顶杆对果肉的挤压力大而影响果肉完整性。

不同顶杆速度的去核试验结果如图 8 所示。在试验速度内, 果肉完整性在 0.95 以上, 说明顶杆速度在 0 ~ 500 mm/min 对果肉的冲击小。后期试验可在更高的速度下进行, 考虑现有低速去核试验各项指标较好, 在低速完成去核, 而空行程退回采用较高速度快速复位, 并将顶杆定在较短行程约 40 mm, 以提高去核效率。顶杆速度

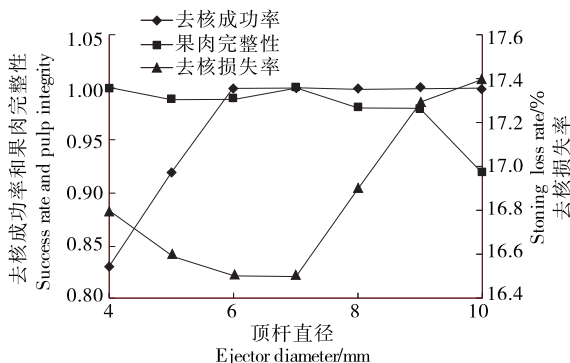


图 7 不同顶杆直径去核试验结果

Figure 7 Results of stoning by different diameter ejector rod

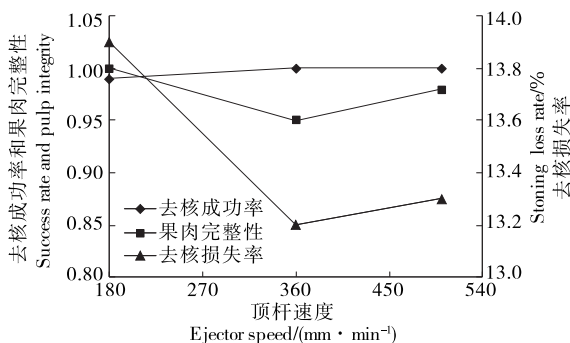


图 8 不同顶杆速度去核试验结果

Figure 8 Results of stoning by different speed ejector rod

低至 180 mm/min, 损失率高的原因是顶杆去核力小, 果蒂组织拖拽果肉所致。

不同橡胶垫圈孔径的去核试验结果如图 9 所示。橡胶垫圈孔径对去核后果肉完整性影响小, 其去核后果肉完整性达 0.95 以上。当橡胶垫圈孔径为 12.2 mm, 因孔径小而果核不能顺利通过或被挤碎, 使其去核成功率低。龙眼去核损失率随橡胶垫圈孔径的增大而增大, 因果肉与垫圈孔径相接触而果肉被切掉小块, 可回收切下的小块果肉以减小损失率。

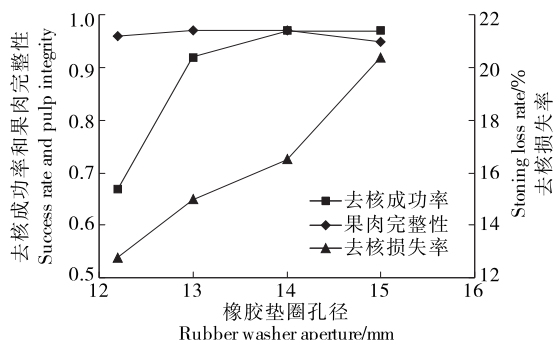


图 9 不同橡胶垫圈孔径去核试验结果

Figure 9 Results of stoning by different rubber washer aperture

2.6.2 正交试验结果

由表 2 可知, 影响去核成功率的因素顺序为顶杆直径、橡胶垫圈孔径 > 顶杆速度; 影响损失率因素顺序为橡胶垫圈孔径 > 顶杆直径 > 顶杆速度; 影响果肉完整性的因素顺序为橡胶垫圈孔径、顶杆速度 > 顶杆直径, 顶杆直径在 7 ~ 8 mm 对果肉完整性影响小。

由表 3 可知, 橡胶垫圈孔径对去核成功率的影响显著, 顶杆直径和顶杆速度表现为不显著。橡胶垫圈孔径对去核损失率的影响极显著, 顶杆直径对去核损失率的影响显著, 顶杆速度表现为不显著。

橡胶垫圈孔径对果肉损失率的影响极显著, 主要原因是橡胶垫圈孔会将果肉下部切去一小块肉, 随果核一起通过去核孔掉落, 要避免果肉下端被橡胶垫切去一小块, 可采取更加柔软的橡胶垫, 以使顶杆作用力主要由果核来承受, 而果肉受到的挤压则由果肉和橡胶的足够弹性变形来共同分担, 以减小果肉的损伤。后续进一步试验, 可设计定向输送机构, 以期获取龙眼蒂部位于最下部即去核孔上, 这样橡胶垫圈切去一小块果肉的大部分是果蒂组织, 减少了果肉和果蒂组织的结合力从而使所需去核力小, 且可减少去核时果蒂组织拖拽果肉, 可降低损失率。

从上述对各评价指标的分析可知, 影响去核性能的因素顺序依次为 B、A、C。对去核成功率其三因素的优方案是 A₃B₃C₁ 或 A₃B₃C₂, 对去核损失率其优方案是 A₁B₁C₁, 对果肉完整性其优方案是 A₁B₃C₁。分析得出去

表 2 龙眼去核正交试验结果及极差分析

Table 2 Orthogonal test results of longan stoning and range analysis

试验号	A	B	C	D(空列)	去核成功率/%	去核损失率/%	果肉完整性
1	1	1	1	1	91	14.9	0.97
2	1	2	2	2	94	15.5	0.95
3	1	3	3	3	96	15.8	0.96
4	2	1	2	3	92	15.3	0.94
5	2	2	3	1	93	15.7	0.95
6	2	3	1	2	96	16.0	0.96
7	3	1	3	2	92	15.4	0.92
8	3	2	1	3	97	15.9	0.96
9	3	3	2	1	98	16.5	0.97

	k_1	93.7	91.7	94.7			
去核成功率	k_2	93.7	94.7	94.7			
	k_3	95.7	96.7	93.7			
	R	2.0	2.0	1.0			
去核损失率	k_1	15.4	15.2	15.6			
	k_2	15.7	15.7	15.8			
	k_3	15.9	16.1	15.6			
	R	0.5	0.9	0.2			
果肉完整性	k_1	0.96	0.94	0.96			
	k_2	0.95	0.95	0.95			
	k_3	0.95	0.96	0.94			
	R	0.01	0.02	0.02			

表 3 龙眼去核试验结果的方差分析[†]

Table 3 Variance analysis of longan stoning test results

指标	方差来源	平方和	自由度	均方	F 值
去核成功率	A	8	2	4	4
	B	38	2	19	19*
	C	2	2	1	1
	误差	2	2	1	
	总和	50	8		
去核损失率	A	0.427	2	0.213	64.069*
	B	1.220	2	0.610	183.183**
	C	0.047	2	0.023	7.008
	误差	0.007	2	0.003	
	总和	1.701	8		
果肉完整性	A [△]	0.000 2	2	0.000 1	
	B	0.000 6	2	0.000 3	0.000 15
	C	0.000 6	2	0.000 3	0.000 15
	误差	0.000 6	2	0.000 3	
	误差 [△]	0.000 8	4	0.000 2	
总和	0.002 0	8			

† “△”表示因素对试验结果影响小,归入误差而得到的新误差值;“*”和“**”分别表示影响达到0.05和0.01的显著水平。

核综合性能最好的试验方案为 A₁B₃C₁,即顶杆直径为 7 mm,橡胶垫圈孔径为 14 mm,顶杆速度为 400 mm/min。

3 结论

影响龙眼去核成功率的主要因素为顶杆直径、橡胶垫圈孔径,顶杆直径较小为 4 mm 时出现难以脱核或是核被捅碎现象,橡胶垫圈孔径较小为 12 mm 时去核成功率较低。影响损失率的因素顺序为橡胶垫圈孔径>顶杆直径>顶杆速度,损失率随橡胶垫圈孔径的增大而增大。

柔性果龙眼采用顶核式和橡胶垫圈柔性定位以机械去核获取灯笼状果肉是可行性的。

后续可研究去核前设计定向输送机构,使龙眼蒂部刚好位于去核孔位置,这样因橡胶垫圈切去的一小块果肉大部分是果蒂组织,以减少果肉损失及果蒂组织拖拽果肉。

参考文献

[1] ZHANG Rui-fen, KHAN Sher Ali, LIN Yao-sheng, et al. Phenolic profiles and cellular antioxidant activity of longan pulp of 24 representative Chinese cultivars[J]. International Journal of Food Properties, 2018, 21(1): 746-759.
 [2] 徐玉娟,程丽娜,卜智斌,等.岭南特色水果保鲜与加工研究进

- 展[J]. 广东农业科学, 2020, 47(12): 144-157.
XU Yu-juan, CHENG Li-nua, BU Zhi-bin, et al. Research progress in preservation and processing of Lingnan characteristic fruits[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2020, 47(12): 144-157.
- [3] ZHU Xiang-rong, WANG Hui, SUN Jian, et al. Pericarp and seed of litchi and longan fruits: Constituent, extraction, bioactive activity, and potential utilization[J]. Journal of Zhejiang University-Science B, 2019, 20(6): 503-512.
- [4] 张林泉, 龚丽, 苏建. 荔枝果肉果汁深加工前处理工艺及设备[J]. 食品与机械, 2005, 21(2): 44-45.
ZHANG Lin-quan, GONG Li, SU Jian. Technology and equipment of pulp and syrup of litchi pretreatment before deep processing[J]. Food & Machinery, 2005, 21(2): 44-45.
- [5] 卿艳梅, 李长友, 曾山. 龙眼柔性对辊剥壳机设计与试验[J]. 华南农业大学学报, 2021, 42(3): 126-132.
QING Yan-mei, LI Chang-you, ZENG Shan. Design and experiment of longan flexible counter roll sheller[J]. Journal of South China Agricultural University, 2021, 42(3): 126-132.
- [6] 齐文娥, 陈厚彬, 彭朵芬, 等. 中国龙眼产业发展现状、问题与对策建议[J]. 广东农业科学, 2016, 43(8): 169-174.
QI Wen-e, CHEN Hou-bin, PENG Duo-fen, et al. Development status, problems and countermeasures of longan industry in China[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2016, 43(8): 169-174.
- [7] 罗建东, 闫军威. 龙眼剥壳机的设计简介[J]. 食品与机械, 2005, 21(5): 28-29.
LUO Jian-dong, YAN Jun-wei. A brief introduction to the designing of the longan rind machine[J]. Food & Machinery 2005, 21(5): 28-29.
- [8] 康宁波, 尚梦玉, 何建国, 等. 链式气动冲切自动化干红枣去核机设计[J]. 农业工程学报, 2018, 34(22): 19-26.
KANG Ning-bo, SHANG Meng-yu, HE Jian-guo, et al. Design of chained pneumatic punching automatic dried jujube pit removing machine[J]. Transactions of the Chinese Society of Agriculture Engineering, 2018, 34(22): 19-26.
- [9] 王华, 张剑锋. 基于单片机控制的大枣去核机设计与试验[J]. 食品与机械, 2020, 36(2): 115-118.
WANG Hua, ZHANG Jian-feng. Design and experimental research of jujube core-removing machine base[J]. Food & Machinery, 2020, 36(2): 115-118.
- [10] 刘奎, 杨莉玲, 朱占江, 等. 连续式杏果去核机设计[J]. 食品与机械, 2019, 35(2): 113-116.
LIU Kui, YANG Li-ling, ZHU Zhan-jiang, et al. Structure design of the continuous apricot pit removing machine[J]. Food & Machinery, 2019, 35(2): 113-116.
- [11] 李长友, 马兴灶, 程红胜, 等. 荔枝定向去核剥壳机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2014, 45(8): 93-100.
LI Chang-you, MA Xing-zao, CHENG Hong-sheng, et al. Design and experiment of litchi denucleating and decorticating machine[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2014, 45(8): 93-100.
- [12] 谢海军, 卿艳梅, 郑丁科, 等. 气动式龙眼去核装置的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2006(7): 211-213.
XIE Hai-jun, QING Yan-mei, ZHENG Ding-ke, et al. Design and experiment of a longan core-removing mechanism[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006(7): 211-213.
- [13] 叶石华. 全自动灯笼桂圆肉加工设备的研制[J]. 农业技术与装备, 2020(5): 38-41.
YE Shi-hua. Development of automatic longan meat processing equipment[J]. Agricultural Technology and Equipment, 2020(5): 38-41.
- [14] 罗建东. 一种龙眼去核机: CN 108902995 A[P]. 2018-11-30.
LUO Jian-dong. A longan kernel removing machine: CN 108902995 A[P]. 2018-11-30.
- [15] 林通. 龙眼去核机: CN 211721792 U[P]. 2020-10-23.
LING Tong. Longan kernel removing machine: CN 211721792 U[P]. 2020-10-23.
- [16] LI Cheng-han, HSU Yu-ting, HSIEH Chun-hung, et al. A novel semiautomatic flesh peeling and seed removing mechanism for dried longan[J]. Agriculture, 2021, 11: 48-59.
- [17] 汪懋华. 把握实施乡村振兴战略机遇推动广东荔枝产业创新发展[J]. 现代农业装备, 2018(4): 17-21.
WANG Mao-hua. Grasp the opportunity of implementing the rural revitalization strategy to promote the innovation and development of litchi industry in Guangdong province[J]. Modern Agricultural Equipment, 2018(4): 17-21.
- [18] 卿艳梅, 李长友, 曹玉华, 等. 龙眼力学参数的测试分析[J]. 农业机械学报, 2010, 41(8): 131-134.
QING Yan-mei, LI Chang-you, CAO Yu-hua, et al. Test and analyse on macromechanic parameters of longan[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(8): 131-134.
-
- (上接第 7 页)
- [29] SUGINTA W, SRITHO N. Multiple roles of Asp313 in the refined catalytic cycle of chitin degradation by vibrio harveyi chitinase A[J]. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 2012, 76(12): 2 275-2 281.
- [30] 王晓辉, 曹洪玉, 张庆芳, 等. 低温几丁质酶 chiA 基因克隆、同源建模及序列分析[J]. 大连大学学报, 2015, 36(6): 60-65.
WANG Xiao-hui, CAO Hong-yu, ZHANG Qing-fang, et al. Cloning, homology modeling and sequence analysis of cold-adapted chiA[J]. Journal of Dalian University, 2015, 36(6): 60-65.
- [31] RAO V P, KRISHNA M M, NARAYAN D S, et al. Applicability of endochitinase of Flavobacterium johnsoniae with transglycosylation activity in generating long-chain chitoooligosaccharides[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 40(117): 62-71.