

小型杏核破壳机的试验研究

杨德勇^① 王 博

吐鲁洪

周祖镔 郭其泰

(中国农业大学机械工程学院) (新疆农业科学研究院) (中国农业大学机械工程学院)

摘 要 针对目前杏核破壳机存在的问题,根据杏核的物理特性,对杏核分级装置和破壳装置分别进行了试验研究。在此基础上,研制了一种新型小型杏核破壳机,该机可同时完成杏核的分级和破壳。结果表明,该机的分级性能和破壳性能良好,未破壳率和破仁率均较低。

关键词 杏核;破壳机;分级

中图分类号 S226.4

Experimental Study on a Small Type of Apricot Core Crushing Machine

Yang Deyong¹ Wang Bo¹ Tu Luhong² Zhou Zu'e¹ Guo Qitai¹

(1 College of Machinery Engineering, CAU 2 Institute of Xinjiang Agricultural Science)

Abstract In accordance with the present problems of apricot core crushing machine, experimental researches on grading and crushing device are carried out respectively based on the physical properties of apricot core. A small new machine is developed, and the grading and crushing operations can be conducted at the same time. Experiments show that this machine works very well, the percentages of uncrushed apricot core and crushed almond are very low.

Key words apricot-core; crushing machine; grading

杏仁具有极大的食用价值和药用价值,还是制造酒精和机械用油的工业原料。要利用机械装置将杏仁从杏核中取出,首先必须对杏核进行分级,然后进行破壳。目前研制的杏核破壳机,有的采用平面筛或圆筒筛按厚度将杏核分为五六级,破壳装置就需要相应的五六组轧辊来分别处理每一级的杏核,这种破壳机体积大、造价高、部分轧辊利用率不高;有的杏核破壳机无分级装置,通过调节轧辊间隙大小的方法来处理不同厚度的杏核,这种破壳机操作麻烦,需反复喂入五六次才能处理完所有不同厚度的杏核,破仁率较高。这就有必要研制一种新型的小型杏核破壳机。

笔者研制的新型小型杏核破壳机,主要由料箱、分级装置、破壳装置、传动装置和电机等组成,可同时实现杏核的分级和破壳。通过对杏核物理特性、杏核分级装置和破壳装置的试验研究,来确定杏核破壳机的有关结构参数和运动参数。

收稿日期:1996-08-18

①杨德勇,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)50信箱,100083

1 杏核的物理特性

杏核外形为不规则的扁壳类球体。由于杏核破壳加工时采用对辊挤压方式,因此应按杏核的厚度进行分级。杏核的厚度随品种不同而差别较大,但基本上在一定尺寸范围内。试验样品为北京市延庆县所产的玉巴达杏甜杏核和延庆县永宁产山杏苦杏核,2种杏核均取230粒,杏核厚度分布见表1。可以看出,甜杏核厚度分布范围为9~15 mm,极差为6 mm,其中厚度在10~14 mm范围内的粒数占测定总粒数的95%以上,在11~13 mm范围内的粒数占测定总数的84%;苦杏核厚度分布范围为6.5~12.0 mm,极差为5.5 mm,其中厚度在8~11 mm范围内的粒数占测定总数的90%左右。

表1 杏核的厚度分布

甜杏核			苦杏核		
厚度范围/mm	百分率/%	平均粒径/mm	厚度范围/mm	百分率/%	平均粒径/mm
[9.0,9.5)	0.43	9.26	[6.5,7)	0.50	6.58
[9.5,10)	1.74	9.68	[7,7.5)	2.00	7.39
[10,10.5)	3.91	10.38	[7.5,8)	3.50	7.72
[10.5,11)	4.25	10.84	[8,8.5)	10.50	8.23
[11,11.5)	13.48	11.27	[8.5,9)	14.00	8.76
[11.5,12)	28.70	11.74	[9,9.5)	15.00	9.30
[12,12.5)	27.39	12.23	[9.5,10)	14.00	9.76
[12.5,13)	14.35	12.81	[10,10.5)	21.50	10.26
[13,13.5)	2.17	13.19	[10.5,11)	14.50	10.65
[13.5,14)	1.74	13.78	[11,11.5)	3.50	11.17
[14,14.5)	1.31	14.23	[11.5,12)	2.00	11.56
[14.5,15)	0.43	14.76			

由于甜杏核和苦杏核厚度的主要分布范围差别较大,因此利用同一台分级装置对甜杏核和苦杏核进行分级时必须选择合适的分级间隙。

2 杏核的分级

2.1 分级原理

分级装置为3对相向转动的圆锥辊,锥辊轴线与水平面呈一定倾角,便于由高端喂入的杏核向下滑动。锥辊间隙由小到大,杏核在自身重力和锥辊转动对其作用力的联合作用下下滑,厚度比间隙小的杏核穿过间隙,从而得到分级。杏核在掉落过程中,其运动轨迹为抛物线,使杏核的接收区域与杏核的分级区域有一定差别。分级锥辊大端间隙为7 mm,小端间隙为13 mm,间隙呈无级变化,可满足不同品种杏核分级时的间隙要求,厚度小于7 mm的杏核从锥辊大端落下,大于13 mm的杏核从锥辊小端端部落下。

2.2 分级试验方法

为研究分级锥辊的最佳工况,采用正交试验法进行试验。工作参数为锥辊转速 n 和锥辊倾角 α 。

沿锥辊长度等分成 6 个分级区域,每个分级区域分级级差为 1 mm,取 150 粒厚度不同的杏核,用游标卡尺测定其厚度,通过不同工况下分级装置的分级,测定每个分级区域内合格的杏核粒数,合格杏核粒数与总粒数的比值即为分级装置的分级合格率。根据初步试验结果,分级锥辊转速分别取 800,700 和 600 r·min⁻¹,锥辊倾角分别为 8°,6°和 4°。锥辊转速通过无级变速电机来调节。

2.3 分级试验结果与分析

对分级锥辊转速和锥辊倾角各取 3 种水平进行正交试验,试验方案和试验结果见表 2。可以看出:对于分级合格率 η ,A₂ 和 B₃ 为较优水平组合,即 $n = 700 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, $\alpha = 4^\circ$ 时分级合格率比较高,影响因素的主次顺序为 A,B,即转速的变化对杏核分级合格率的影响比较大;对于生产率 η_y ,A₁ 和 B₁ 为较优水平组合,即 $n = 800 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, $\alpha = 8^\circ$ 时生产率最高,影响因素的主次顺序为 B,A,即倾角的变化对杏核分级装置生产率的影响较大。因此在设计杏核破壳机时,为保证一定的分级合格率,首先应考虑锥辊转速,同时在一定生产率要求下,选取合适的倾角,使杏核在下滑过程中不会出现爬肩现象。锥辊最大倾角不应超过杏核的休止角。

由正交试验结果可得出锥辊转速与倾角对分级合格率的影响曲线,如图 1 所示。倾角不变

时,随着转速的增大,杏核分级合格率呈逐渐降低的趋势,转速较大时分级合格率的降低速度加快;转速一定时,随着倾角的增大,分级合格率也逐渐降低,但降低速度较慢。这是由于当锥

表 2 杏核分级试验方案、结果与极差分析

序号	试验方案		试验结果	
	$n/\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$	$\alpha/(\text{°})$	$\eta/\%$	$\eta_y/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$
1	1(800)	1(8)	67.10	216
2	1	2(6)	77.92	157
3	1	3(4)	79.08	100
4	2(700)	1	85.26	207
5	2	2	81.94	143
6	2	3	87.58	96
7	3(600)	1	76.97	194
8	3	2	84.97	127
9	3	3	87.12	85
水平	$\eta/\%$		$\eta_y/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	
k_1	0.747 0	0.764 4	157.67	205.67
k_2	0.849 3	0.816 1	148.67	142.33
k_3	0.830 2	0.845 9	135.33	93.67
R	0.102 3	0.081 5	22.34	112.00
S	0.018 7	0.009 6	757.56	18 923.56
较优水平	A ₂	B ₃	A ₁	B ₁
主次因素	A>B		B>A	

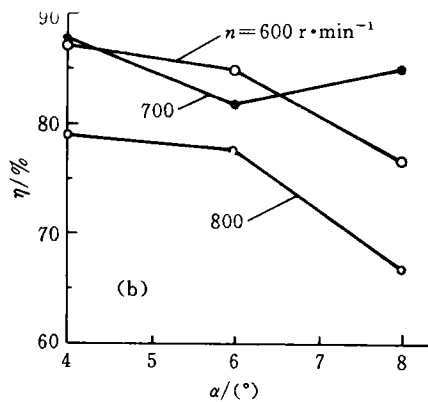
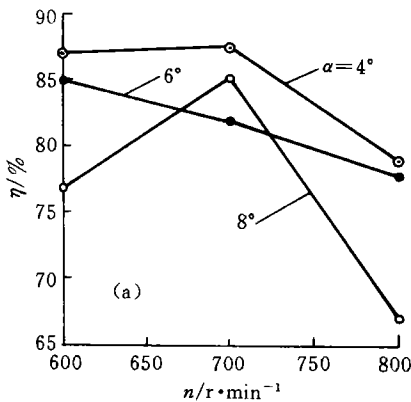


图 1 转速 n (a)和倾角 α (b)对分级合格率的影响

时,随着转速的增大,杏核分级合格率呈逐渐降低的趋势,转速较大时分级合格率的降低速度加快;转速一定时,随着倾角的增大,分级合格率也逐渐降低,但降低速度较慢。这是由于当锥

辊转速和倾角增大时,杏核向下运动的下滑力随之增大,由于摩擦力的影响,杏核可能出现滚动,使杏核运动速度加快,当锥辊转速增大到一定程度时,杏核在锥辊上可能产生跳动,而且由于杏核下滑速度较大,本应在锥辊前半段掉落的杏核没有掉落,使大部分杏核集中在锥辊的后半部分,分级出现混杂,直接影响分级精度;杏核的大小不同,所受重力不同,受到的下滑力也不同,因此厚度相同的杏核,即使在同一转速和倾角下,杏核通过锥辊时的速度也会不同,质量大的杏核会多下滑一段距离,造成杏核的分级混杂,使分级合格率受到影响。因此,在设计分级装置时,在保证生产率的前提下,应尽可能降低锥辊转速和倾角。

3 破壳装置

杏核破壳装置为成对的多阶梯形圆柱齿辊,对从分级装置上分离下来的不同厚度的杏核,以不同的轧辊间隙进行挤压,实现杏核的破壳。

影响杏核破壳的因素有轧辊转速、轧辊间隙、轧辊表面形状和轧辊直径等,其中轧辊间隙是影响破壳的主要因素。轧辊间隙的选择应遵照以下原则: $d_1 < \Delta < d_2 - \delta$,其中 d_1 和 d_2 分别为杏仁及杏核厚度, Δ 为轧辊间隙, δ 为杏核开始破坏时的变形量。选取适当的 Δ 值,可有效地减小由于分级混杂对破壳性能的影响。 Δ 值的选择可参照文献[1]。

3.1 试验方法

试验的主要目的是考察轧辊转速对杏核破壳的影响。在不同轧辊转速条件下,对从分级锥辊上分离下来的不同厚度的杏核进行一次破壳,测定未破壳杏核质量和受损伤杏仁质量。根据试验经验,轧辊转速分别取 $100, 90$ 和 $80 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

所考察的性能指标为破壳率和破仁率,其中破仁率为主要指标,其值应小于 7% 。

$$\text{破仁率} = \frac{\text{破损杏仁质量}}{\text{杏仁总质量}} \times 100\% \quad \text{破壳率} = \frac{\text{未破壳杏核质量}}{\text{杏核总质量}} \times 100\%$$

3.2 试验结果分析

采用单因素试验,结果见图2。可以看出,轧辊转速较小时,杏核的破壳率较高,而破仁率较低;随着转速的提高,破壳率减小,而破仁率增大;轧辊转速在 $90 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 左右时,破壳率接近 90% ,破仁率降为 2.5% 左右;轧辊转速继续提高,破仁率又急剧增大。这是因为转速高时轧辊对杏核的冲击作用强,杏核变形较大,当变形超过壳仁间隙时,杏仁就容易遭到损伤;转速低时杏核受轧辊冲击作用较弱,相应的变形也小,杏仁不易损伤。由于分级锥辊转速随轧辊转速一起变化,轧辊转速高时,分级锥辊转速也高,此时分级锥辊的分级合格率较低,厚度较小的杏核落在轧辊间隙较大的区域,杏核未经破壳就落下,造成杏核破

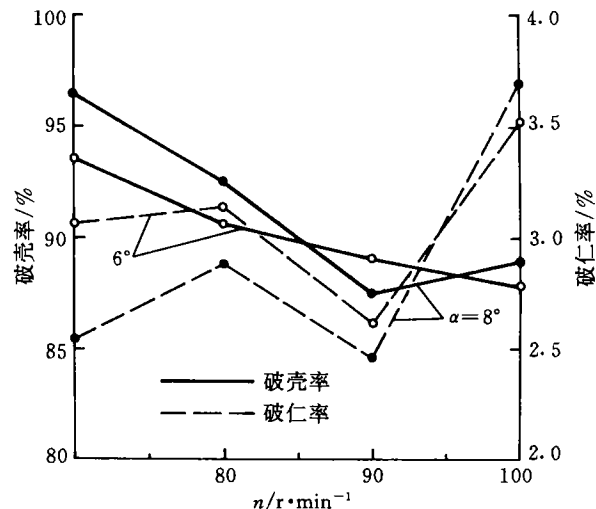


图2 轧辊转速 n 对破壳率和破仁率的影响

壳率下降;轧辊转速低时则相反,破壳率较高。同时从图2也可看出,在同一转速下,分级锥辊倾角为 8° 时的破壳率高于 6° 时的破壳率,而破仁率低于 6° 时的破仁率。因此,只要轧辊间隙和转速选择合适,可减少由于分级混杂对破壳性能的影响。为保证一定的生产率,轧辊转速不应过低。

4 整机性能

通过对杏核分级装置和破壳装置的试验研究,得出了比较合理的参数,同时考虑一定的生产率,由此确定杏核破壳机的结构参数和运动参数。采用不同参数时,整机的性能对比如表3。

由于整机在正常工作时运转平稳,喂料均匀,因此整机在不同工况下的破壳率比破壳装置破壳试验中的破壳率有所提高,而破仁率无明显变化。

表3 参数不同时的整机性能

倾角/ $^\circ$	转速/ $r \cdot \min^{-1}$		杏核总质量/g	破壳率/%	破仁率/%	生产率/ $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$
	分级辊	轧辊				
8	800	100	1 500	97.16	2.09	234
8	700	90	1 500	95.58	3.76	216
8	600	80	1 500	98.00	2.80	196
6	800	100	1 500	94.36	3.27	192
6	700	90	1 500	94.90	2.44	170
6	600	80	1 500	97.63	2.10	153

5 结 论

1)所研制的小型杏核破壳机可同时实现杏核的分级与破壳,利用分级锥辊可同时实现厚度分布范围不同的甜杏核和苦杏核的分级;采用阶梯形圆柱齿辊,可同时对不同厚度的杏核进行破壳。整机破壳率达94%以上,破仁率只有3%左右,远远低于出口要求的7%。

2)分级锥辊的转速是影响杏核分级精度的主要因素,锥辊倾角是影响生产率的主要因素:转速越低,分级精度越高;倾角越大,生产率越大。

3)轧辊间隙、轧辊转速和轧辊表面形状是影响杏核破壳率的主要因素。杏核破壳率随轧辊转速的提高而减小,而破仁率随转速的提高而增大,在转速为 $90 r \cdot \min^{-1}$ 左右时,破仁率有所下降。

参 考 文 献

- 1 周祖锴,郭其泰. 杏核物理特性的试验研究. 北京农业工程大学学报,1995,15(1):31~34
- 2 刘向阳. 小麦精密播种及双辊式排种器的研究. 北京农业机械化学院学报,1982(2):101~112