

核桃青皮剥离过程中影响青皮剥净率和核桃破碎率的因素分析

梁勤安¹, 杨 军¹, 孙 颖², 刘 晨¹, 刘小龙¹, 史慧丰¹

(1. 新疆农业科学院农业机械化研究所, 乌鲁木齐 830091; 2. 新疆农业大学机械交通学院, 乌鲁木齐 830091)

摘 要: 在气候干燥炎热地区, 核桃种仁成熟比青果皮成熟快, 为了获得高质量的种仁, 在青果皮尚未成熟时进行核桃的收获。未成熟的核桃青果皮剥离非常困难, 迫切需要研制适用的机械来进行青果皮的剥离作业。为了提高核桃青果皮剥离质量并尽量降低在剥青皮过程中对核桃硬壳造成的机械损伤, 通过对剥皮滚筒和凹板钢丝刷构成的剥皮工作部件结构与工作参数的正交试验方法, 对影响破碎率和剥净率的3个因素——剥皮滚筒转速、钢丝直径、钢丝顶端与滚筒之间的间隙进行了分析。结果表明, 破碎率受钢丝直径的影响最大, 受钢丝顶端与滚筒之间的间隙的影响次之, 受滚筒转速的影响最小。剥净率受钢丝直径的影响最大, 受钢丝顶端与滚筒之间的间隙的影响次之, 受剥皮滚筒转速影响最小。在剥皮滚筒转速为25 r/min, 钢丝直径为2.3 mm, 物料入口处钢丝顶端与滚筒的间隙在50 mm条件下, 可获得较理想的作业质量。

关键词: 核桃; 核桃青果皮剥离; 剥皮工作部件; 剥净率; 破碎率; 正交试验

中图分类号: TS255.35

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)05-0225-03

0 引言

核桃青果皮的剥离是核桃收获后加工的一项重要工序, 它对保证商品核桃的品质有重要的作用^[2]。核桃果实主要由外层青果皮、内层硬果壳和种仁3部分组成。当青果皮成熟而表面出现裂纹时, 核桃坚果与青果皮容易分离而剥离。但是由于青果皮和种仁成熟时间不一致。在高温干燥地区种仁先于青果皮成熟, 待外层青果皮成熟, 容易剥离下来时, 种仁已到了过熟阶段, 此时收获的核桃种仁色泽较深, 从而降低了核桃的商品品质^[2-4,9,10]。在新疆南部地区, 核桃生长季节的气候干燥炎热, 使青果皮成熟时间比种仁晚1~2周。为获得乳白色的种仁, 需要在核桃青果皮未成熟前进行采摘, 此时, 核桃外层果皮的剥离非常困难, 必须采用机械来进行青皮剥离作业。目前, 由于国内没有合适的机械, 核桃青果皮剥离普遍采用堆沤方法, 即将采摘后的核桃堆放到蔽阴处, 3~5 d后再用手工将青果皮剥离下来。不但效率低, 而且青果皮的汁液有较强的腐蚀性, 对操作人员的皮肤造成伤害^[6]。

美国是世界上核桃生产主要国家, 核桃青果皮剥离完全采用机械化作业, 国外研制的核桃青果皮剥离机械, 其工作部件由静止的平板刷和旋转的圆盘构成^[3]。1998年新疆从美国引进了一台转盘—平板刷型的核桃青果皮剥离机, 试验发现, 引进机具存在两方面的问题, 一是不能将剥离下来的外果皮分离; 二是对新疆核桃品种的适应性差, 在青果皮剥离过程中造成核桃硬果壳破碎现象严重。主要是因为新疆的品种是薄壳优质核桃, 在青果皮剥离过程中受外力作用容易发生破碎。

针对国外引进样机存在的问题, 新疆农科院农机化研究所承担了自治区科技厅下达的攻关项目, 设计研制出6BXH-800核桃青皮剥离机。该机采用由栅条滚筒与

凹板钢丝刷构成的青果皮剥离工作部件, 具有剥净率高、结构简单和能将剥离下来的青果皮分离出去的优点^[7], 如图1所示。但经试验发现该工作部件也只适应新疆少部分核桃品种, 对大多数内层硬壳薄的优质核桃造成的破碎率仍较大, 影响核桃的商品品质。目前, 国内外对有关核桃青果皮剥离工作部件的研究较少, 未见到有关这方面的试验研究文献报导。为了解决薄硬壳核桃品种在青果皮剥离过程中破碎率高的问题, 本文通过试验对影响核桃青果皮剥净率和破碎率的因素进行了试验研究, 为今后确定合适的剥皮部件参数和研制适应薄壳优质核桃品种的剥皮机具提供科学依据。

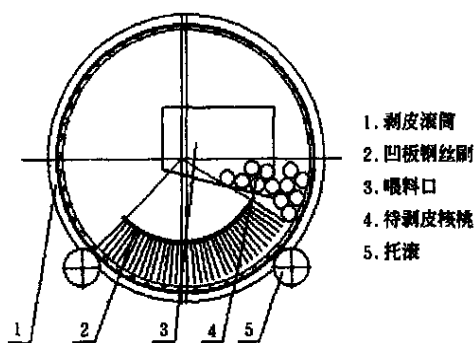


图1 核桃青果皮剥离工作部件

Fig 1 Schematic diagram of green walnut huller

1 试验设备、材料和方法

1.1 试验设备

本试验使用的是自制的室内试验台, 技术参数如表1。由剥皮滚筒、凹板钢丝刷、无级变速装置和机架等组成, 如图2所示, 剥皮滚筒由无级调速器通过V型带驱动。

1.2 试验物料

选取目前新疆主要栽培、具有代表性的优良核桃品种——新疆阿扎343, 该品种属薄壳核桃, 硬壳厚0.9~1.2 mm, 平均硬壳厚1.04 mm, 采收期在9月底至10

收稿日期: 2003-09-07 修订日期: 2004-06-22

基金项目: 新疆维吾尔自治区科技厅科技攻关项目(980102023)

作者简介: 梁勤安, 男, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事农产品加工工程方面的研究。新疆乌鲁木齐 新疆农业科学院农业机械化研究所, 830091

表 1 核桃青皮剥离试验台技术参数

Table 1 Parameters of the walnut hulling test rig

无级变速器型号	MBNW Y07
无级调速器调速范围/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	0—800
电机功率/kW	0.75
剥皮滚筒直径/mm	800
凹板钢丝刷包角/ $^{\circ}$	105
钢丝长度/mm	110
外形尺寸(mm × mm × mm)	1200 × 1100 × 1500

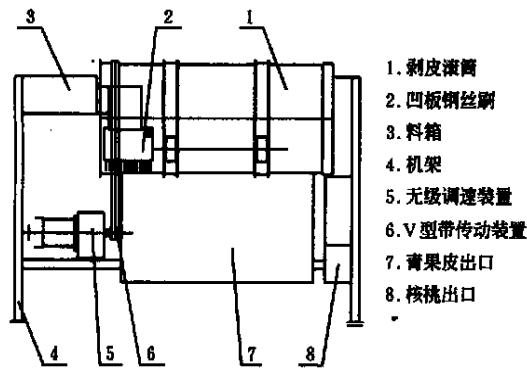


图 2 核桃青皮剥离试验台

Fig. 2 Schematic diagram of walnut hulling test rig

月初。选择青果皮颜色呈黄绿色，青皮表面开始裂口，青果皮成熟度较高的核桃作试验用物料。试验中尽量取成熟度及大小一致的核桃做对比试验，供试验用的核桃采摘后在阴凉通风处放置 3~ 5 d。

1.3 试验方法

在试验过程中，调节无级调速装置的转速，使剥皮滚筒转动，同时按试验要求对钢丝顶端与滚筒之间的间隙进行调整，物料由人工通过物料入口处均匀喂入到剥皮滚筒中，喂入量调整到机具正常工作时的 20~ 25 kg/min。试验按 GBXH-800 核桃青皮剥离机试验方法进行。通过试验发现，在核桃剥皮过程中，剥皮滚筒转速、钢丝顶端与滚筒之间的间隙、钢丝直径几个主要因素外，凹板半径和包角对剥净率和破碎率也有影响，但由于凹板半径受剥皮滚筒直径、钢丝长度、钢丝排列密度等结构因素的限制，在钢丝长度为 110 mm 的条件下，试验中采用了半径为 262.5 mm、包角为 105 的凹板。根据以上分析，将剥皮滚筒转速、钢丝直径、钢丝顶端与滚筒间隙 3 个可变参数作为试验因素，并且确定了表 2 的试验因素与水平表。

表 2 核桃青果皮剥净率、核桃破碎率试验因素与水平表

Table 2 Test factors and levels of walnut hulling rate and damage rate

	因 素			
	A 剥皮滚筒转速 $/r \cdot \text{min}^{-1}$	B 钢丝直径 $/\text{mm}$	C 空	D 钢丝顶端与滚筒 间隙/ mm
水平 1	25	1.8		40
水平 2	35	2.2		50
水平 3	45	2.5		60

根据试验因素与水平表，选用 $L_9(3^4)$ 正交试验表进行试验。由于试验因素的个数比所选正交表的列数少一个，不需要进行重复试验，试验安排如表 3 所示。

表 3 核桃青皮剥净率、核桃损伤率试验表

Table 3 Experimental scheme of walnut hulling rate and damage rate

试验号	A 剥皮滚筒转速 $/r \cdot \text{min}^{-1}$	B 钢丝直径 $/\text{mm}$	C 空	D 钢丝顶端与滚筒 间隙/ mm
1	1 (25)	1 (1.8)	1	1 (40)
2	1 (25)	2 (2.2)	2	2 (50)
3	1 (25)	3 (2.5)	3	3 (60)
4	2 (35)	1 (1.8)	2	3 (60)
5	2 (35)	2 (2.2)	3	1 (40)
6	2 (35)	3 (2.5)	1	2 (50)
7	3 (45)	1 (1.8)	3	2 (50)
8	3 (45)	2 (2.2)	1	3 (60)
9	3 (45)	3 (2.5)	2	1 (40)

2 试验结果与分析

通过核桃青果皮剥离和核桃破碎率试验，根据试验安排及取得的试验数据整理得出表 4。从表 4 中可以看出，试验 5 号剥净率最高，试验条件为：剥皮滚筒转速 35 r/min、钢丝直径 2.3 mm、钢丝顶端与滚筒间隙 40 mm。试验 7 号破碎率最低，试验条件为：剥皮滚筒转速 35 r/min、钢丝直径 1.8 mm、钢丝顶端与滚筒间隙 60 mm。但它们也可能不是全部处理组合中较优的组合，只能作为试验的初步依据。计算各因素水平和，求出平均值，可分析各因素水平的改变对指标的影响，从而找出该因素的最好水平，从表 4 中的分析结果可以看出 A、B、D 分别取 A_3, B_3, D_1 组合时，剥净率指标较好，取 A_1, B_1, D_3 组合时破碎率指标较好。

表 4 青皮剥净率、核桃破碎率试验结果

Table 4 Experimental results of walnut hulling rate and damage rate

试验号	A 剥皮滚筒 转速 $/r \cdot \text{min}^{-1}$	B 钢丝直径 $/\text{mm}$	D 钢丝顶端与 滚筒间隙 $/\text{mm}$	试验结果	
				青皮剥离 率/%	核桃破碎 率/%
1	1(25)	1(1.8)	1(40)	87.3	1.8
2	1(25)	2(2.3)	2(50)	92.6	2.1
3	1(25)	3(2.5)	3(60)	90.7	3.4
4	2(35)	1(1.8)	3(60)	85.3	1.5
5	2(35)	2(2.3)	1(40)	93.3	2.3
6	2(35)	3(2.5)	2(50)	92.8	3.8
7	3(45)	1(1.8)	2(50)	85.6	1.6
8	3(45)	2(2.3)	3(60)	90.8	2.0
9	3(45)	3(2.5)	1(40)	91.5	3.5
M 1	270.6/7.3	258.2/4.9	272.1/7.6	$T = 809.9/22.0$	
M 2	271.4/7.6	276.7/6.4	271/7.5	$\bar{y} = 77.59/2.44$	
M 3	267.9/7.1	275/10.7	266.8/6.9	$S_T = 83.88/6.21$	
Sj	2.24/0.04	69.7/6.04	5.21/0.93	$f = 9 - 1/9 - 1 = 8/8$	

注：表中数据处理中斜线上下分别为青果皮剥净率和核桃损失率处理数据。

试验数据用方差分析法分析^[1]，如表 5、表 6 中所示，对核桃青皮剥净率的影响因素，钢丝直径和钢丝顶端与滚筒间隙高度显著，剥皮滚筒转速不显著。由此得



出影响核桃青皮剥净率因素的主次顺序为BDA。对核桃破碎率, 钢丝直径高度显著, 在显著性水平 $\alpha = 0.1$ 下, 剥皮滚筒转速、钢丝顶端与滚筒间隙不显著。影响核桃破碎率的主次因素为BDA。通过以上分析, 按照主要因素选用最好的水平, 次要因素则可以根据节约、方便等具体情况确定选用水平, 把它们组合起来, 得到较优组合的原则^[1]。以破碎率指标最低, 可得到较优处理组合 A₁B₁D₃, 以剥净率指标最高得到较优处理组合 A₁B₁D₁, 采用综合平衡方法, 可以得到较优处理组合 A₁B₁D₂。经过多次试验证明当因素组合在 A₁B₁D₂ 的条件下, 可以获得满意的结果。

表 5 核桃青皮剥净率试验方差分析表

Table 5 Analysis of variance on walnut hulling rate				
方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值
剥皮滚筒转速	2.24	2	1.12	4.64
钢丝直径	69.7	2	34.85	79.20
钢丝顶端与滚筒间隙	5.21	2	2.61	11.84
误差	0.44	2	0.22	

$F_{0.95}(2, 2) = 19$ $F_{0.99}(2, 2) = 99$ $F_{0.90}(2, 2) = 9.0$

表 6 核桃破碎率试验方差分析表

Table 6 Analysis of variance on walnut damage rate				
方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值
剥皮滚筒转速	0.04	2	0.02	1
钢丝直径	6.04	2	3.02	151
钢丝顶端与滚筒间隙	0.093	2	0.0465	2.325
误差	0.04	2	0.02	

$F_{0.95}(2, 2) = 19$ $F_{0.99}(2, 2) = 99$ $F_{0.90}(2, 2) = 9.0$

3 结 论

1) 钢丝直径对于核桃青皮剥净率指标影响最大, 钢丝顶端与滚筒间隙次之, 剥皮滚筒转速影响较小。由此得出, 核桃青皮剥净率最高的试验条件为: 钢丝直径

较大, 钢丝顶端与滚筒间隙处间隙较小。
2) 钢丝直径对于核桃破碎率指标的影响最大, 钢丝顶端与滚筒间隙次之, 剥皮滚筒转速影响较小。由此得出, 核桃破碎率最小的试验条件为: 钢丝直径较小, 钢丝顶端与滚筒间隙较大。
3) 为了获得最佳的综合指标, 在实际作业中, 采用钢丝直径为 2~3 mm、钢丝顶端与滚筒间隙 50 mm、剥皮滚筒转速 25 r/min。2001 年 9 月在温宿木本粮油林场进行样机现场作业测试, 结果表明, 核桃青皮剥净率及核桃破碎率指标均达到了样机设计任务书的要求。

[参 考 文 献]

[1] 赵作善. 试验设计(第 2 版)[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1998.
[2] John M., William H O., William W C., et al. Walnut Production Manual[M]. California: University of California Division of Agriculture and Natural Resources, 1997, 139-174.
[3] Vema B P., Heaton E K., Zaltzman A. Machine for Removing Shucks from Pecans[J]. Transactions of the ASAE, 1991, 34: 38-42.
[4] 张进疆. 澳大利亚的核桃采收与加工[J]. 新疆农业科学, 1999, (6): 281-282.
[5] 严兆福. 新疆核桃[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1994.
[6] 杨 源. 云南核桃[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2001.
[7] 梁勤安. 核桃青皮剥离清洗机[P]. 中国实用新型专利申请号为 02206407.9, 2002-02-08.
[8] 梁勤安, 杨 军. 核桃初加工工艺及关键设备[J]. 农机化研究, 2003, 1: 154-156, 164.
[9] 史慧丰, 刘小龙. 浅析收获和加工对核桃品质的影响[J]. 新疆农机化, 2003, 2, 55-56.
[10] GB10164-88 核桃[S].

Analysis of influence of factors on hulling rate and damage rate during hulling walnuts

Liang Qin'an¹, Yang Jun¹, Sun Ying², Liu Chen¹, Liu Xiaolong¹, Shi Huifeng¹
(1. Institute of Agricultural Mechanization, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China;
2. Machine and Communication College, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830091, China)

Abstract: The walnut kernel matures more rapidly than hull matures in the areas where climate is dry and hot. Early harvest of mature nut has the advantage of providing higher quality kernels. At this stage of harvesting, the hull removal is very difficult. Thus, there is a need to develop mechanisms and machine for removing the hull from the mature nuts. In order to improve the quality of hulling and reduce the damage rate during hulling walnuts, in this article, three factors affecting hulling rate and damage rate were analyzed through orthogonal test on self-made walnut hulling test rig. The results show that, the first greatest effect on damage rate is the diameter of steel wire, the second is the clearance between steel wire tip and hulling cylinder, and the last is hulling cylinder speed. When the hulling cylinder speed is 25 r/min, the diameter of steel wire is 2~3 mm, the clearance between steel wire tip and hulling cylinder is 50 mm, the quality of walnut hulling is the best.
Key words: walnuts; green walnut hull removal; walnut huller; walnut hulling rate; walnut damage rate; orthogonal test