

影响玉米摘穗过程中籽粒破碎和籽粒损失率的因素分析

范国昌¹, 王惠新¹, 籍俊杰¹, 曹文虎¹, 刘焕新¹,
郝金魁¹, 陈德润¹, 周祖锴², 王士怀³

(1 河北省农林科学院; 2 中国农业大学; 3 河北省科学器材公司)

摘 要: 为了降低玉米的收获损失, 该文通过摘穗板式摘穗机构的正交试验方法, 对在玉米摘穗过程中影响籽粒破碎和籽粒损失率的 4 个因素——摘穗板的形式、拉茎辊转速、籽粒含水率、机具前进速度进行了分析。结果表明, 籽粒破碎率受籽粒含水率的影响最大, 受摘穗板形式和拉茎辊转速影响次之, 受前进速度的影响较小。籽粒损失率受拉茎辊转速的影响最大, 受摘穗板形式的影响次之。当籽粒的含水率较低(30% 左右)、摘穗板的形式为弯板、拉茎辊转速为中速度(600~ 700 r/min)时进行玉米的摘穗作业时, 综合指标较好。

关键词: 玉米收获机械; 摘穗装置; 玉米果穗; 玉米籽粒; 试验研究

中图分类号: S225.51

文献标识码: A

文章编号: 1002-2689(2002)04-0072-03

我国北方玉米产区尤其是小麦玉米两茬轮作种植区, 玉米收获时籽粒含水率高达 35% 以上, 高含水率的玉米收获时籽粒破碎率和损失率比较高。高含水率玉米摘穗收获的研究较少。根据玉米收获试验情况分析, 主要因素有 4 个: 摘穗板的形式、拉茎辊转速、籽粒含水率和机具的前进速度。由于多行玉米收获机大多采用摘穗板式摘穗机构, 因此本文对影响摘穗板式摘穗机构籽粒破碎率和损失率的因素进行试验研究, 并结合作业中的实际情况, 提出针对我国玉米产区的收获期较好的作业条件。

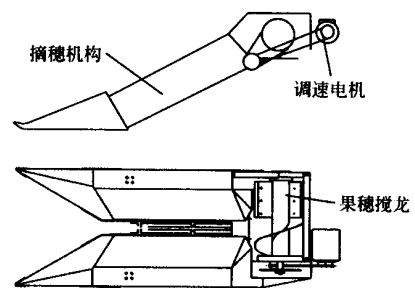


图 1 玉米摘穗实验台

Fig 1 Schematic diagram of picker rig test

1 试验设备、材料与方法

1.1 试验设备

本试验使用的是自制室内实验台, 由一组摘穗板式摘穗机构组成, 在摘穗机构上安装好机架后, 悬挂在行走装置上, 如图 1, 拉茎辊由调速电机带动。实验台的行走装置采用具有无级调速功能的新疆 22 型小麦联合收获机底盘改装。

表 1 玉米摘穗实验台技术参数

Table 1 Parameters of the picker rig test	
项 目	结构或技术参数
调速电机型号: YCTD16024A	
调速电机功率/kW	5.5
调速电机调速范围/r·min ⁻¹	100~1300
摘穗机构形式:	六棱拉茎辊—摘穗板
果穗输送搅龙直径/mm	400
行走调速范围/km·h ⁻¹	1.67~8.6
外形尺寸/mm×mm×mm	2500×750×1420
实验台质量/kg	370

收稿日期: 2002-02-26

基金项目: 河北省科委科技攻关项目(97212146D)的部分内容

作者简介: 范国昌, 副研究员, 硕士, 石家庄市富强大街 16 号

河北省农科院农业机械化研究所, 050011

1.2 试验物料

试验物料选取具有代表性、适宜青贮的玉米品种——冀丰 58 号成熟的玉米植株, 冀丰 58 是粮饲兼用型的玉米品种, 生长期 110 d, 特点是穗大茎粗, 籽粒成熟时其茎叶仍是嫩绿, 茎秆适口性好, 适于作为青黄贮饲料用粮。

1.3 试验内容

在试验过程中, 具有无级调速功能的收获机底盘带动试验台前进, 使带穗的玉米植株直立着进入摘穗机构的茎秆导槽, 分析果穗在不同的摘穗状态下被摘下的情况^[1], 试验研究中尽量选取结穗高度、茎秆直径、果穗大小等特征相同或相似的带穗植株作对比试验。通过试验发现, 在玉米摘穗过程中, 除拉茎辊转速、籽粒含水率等几个主要因素外, 摘穗板的形式对玉米的籽粒破碎、籽粒损失影响也很大, 因此试验中采用了截面为六棱形、直径 96 mm 的拉茎辊, 如图 2 所示。

试验中还对两种不同的摘穗板即弯板和平板进行对比, 如图 3 所示。

拉茎辊及摘穗板与地面的夹角为 30°; 如图 4。

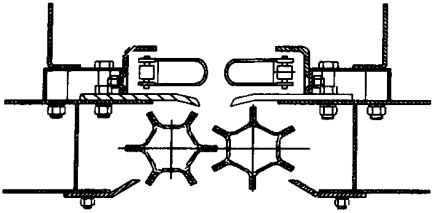


图 2 摘穗机构和拉茎辊

Fig 2 Schematic diagram of the picker and ejector roller

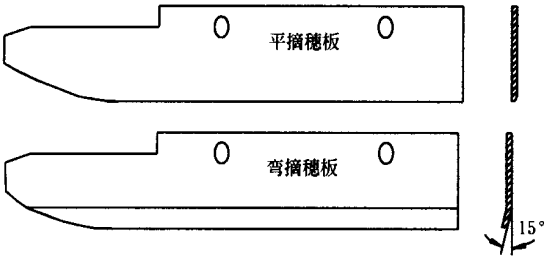


图 3 摘穗板的形式

Fig 3 The shape of picking board

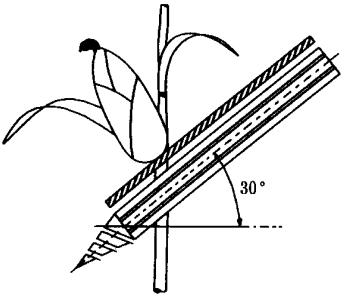


图 4 摘穗机构的角度

Fig 4 The angle of picker

根据上述分析, 将摘穗板的形式、拉茎辊转速、籽粒含水率、机具前进速度这 4 个可变参数作为 4 个因素, 确定了表 2 的试验因素与水平表。

由于摘穗机构的籽粒破碎率和籽粒损失率的影响因素基本相同, 为减少重复和方便比较, 数据的统

计放在一张表内, 待最后的显著性水平分析时再分开进行分析。

表 2 玉米籽粒破碎、籽粒损失试验因素与水平表

Table 2 Test factors and levels of corn seed damage and loss

	因素			
	A 摘穗板形式	B 拉茎辊转速 $\ddot{o}r \cdot m \cdot in^{-1}$	C 籽粒含水率 $\ddot{o}\%$	D 前进速度 $\ddot{a}m \cdot s^{-1}$
水平 1	弯板	600	31. 1	0. 83
水平 2	平板	750	43. 5	1. 11
水平 3		900	67. 8	1. 38

根据试验因素与水平表, 其中有 3 个三水平因素, 1 个二水平因素, 由于在现有的正交表中找不到合适的混合型正交表, 因此采用拟水平法^[5], 将摘穗板形式中弯板的水平重复一次, 选用 $L_9(3^4)$ 正交试验表进行试验, 由于试验因素的个数正好与列数相同, 需进行重复试验, 根据试验安排共进行 3 次, 试验安排如表 3 所示。

表 3 玉米籽粒破碎率、籽粒损失率试验表

Table 3 Experimental scheme of corn seed damage rate and loss rate

	摘穗板形式	拉茎辊转速 $\ddot{o}r \cdot m \cdot in^{-1}$	籽粒含水率 $\ddot{o}\%$	前进速度 $\ddot{a}m \cdot s^{-1}$
试验 1	1(弯板)	1(600)	1(31. 1)	1(0. 83)
试验 2	1(弯板)	2(750)	2(43. 5)	2(1. 11)
试验 3	1(弯板)	3(900)	3(67. 8)	3(1. 38)
试验 4	2(平板)	1(600)	2(43. 5)	3(1. 38)
试验 5	2(平板)	2(750)	3(67. 8)	1(0. 83)
试验 6	2(平板)	3(900)	1(31. 1)	2(1. 11)
试验 7	3(弯板)	1(600)	3(67. 8)	2(1. 11)
试验 8	3(弯板)	2(750)	1(31. 1)	3(1. 38)
试验 9	3(弯板)	3(900)	2(43. 5)	1(0. 83)

2 试验结果与分析

在进行籽粒破碎和籽粒损失试验时, 根据实验安排以及得出的数据整理得出下表 4。

表 4 籽粒破碎率和籽粒损失率试验数据

Table 4 Experimental results of seed damage rate and seed loss rate

试验号	摘穗板形式	拉茎辊转速 $\ddot{o}r \cdot m \cdot in^{-1}$	籽粒含水率 $\ddot{o}\%$	前进速度 $\ddot{a}m \cdot s^{-1}$	试 验 结 果					
					籽粒破碎率 $\ddot{o}\%$			籽粒损失率 $\ddot{o}\%$		
1	1(弯板)	1(600)	1(31. 1)	1(0. 83)	0. 24	0. 26	0. 25	1. 08	1. 13	1. 15
2	1(弯板)	2(750)	2(43. 5)	2(1. 11)	0. 73	0. 77	0. 78	1. 18	1. 25	1. 20
3	1(弯板)	3(900)	3(67. 8)	3(1. 38)	0. 97	1. 02	1. 04	1. 86	1. 91	1. 99
4	2(平板)	1(600)	2(43. 5)	3(1. 38)	1. 05	0. 98	1. 00	1. 77	1. 75	1. 79
5	2(平板)	2(750)	3(67. 8)	1(0. 83)	1. 79	1. 70	1. 82	2. 00	2. 01	2. 05
6	2(平板)	3(900)	1(31. 1)	2(1. 11)	1. 01	1. 00	1. 03	2. 81	2. 76	2. 77
7	3(弯板)	1(600)	3(67. 8)	2(1. 11)	0. 99	1. 01	1. 03	0. 69	0. 70	0. 74
8	3(弯板)	2(750)	1(31. 1)	3(1. 38)	0. 75	0. 76	0. 77	1. 29	1. 27	1. 23
9	3(弯板)	3(900)	2(43. 5)	1(0. 83)	1. 01	1. 01	1. 01	1. 99	1. 99	2. 08
M_1	14. 40624. 73	6. 81610. 80	6. 07615. 49	9. 09615. 48	$T = 25. 78644. 44$ $\bar{y} = 0. 9561. 65$ $S_T = 3. 7768. 62, f = 27 - 1 \ddot{o}27 - 1 = 26\ddot{o}26$					
M_2	11. 38619. 71	9. 87613. 48	8. 34615. 00	8. 35614. 10						
M_3		9. 10620. 16	11. 37613. 95	8. 34614. 86						
S_i	0. 3460. 93	0. 5665. 16	1. 5760. 14	0. 0460. 11						

注: 表中数据处理中斜线上下分别为籽粒破碎率和籽粒损失率处理数据。

试验 1 号平均破碎率最低, 试验条件: 摘穗板为弯板、拉茎辊转速 600 r/min、籽粒含水率 31.1%、前进速度 0.83 m/s。试验 7 号损失率最低, 试验条件: 摘穗板为弯板、拉茎辊转速 600 r/min、籽粒含水率 67.8%、前进速度 1.11 m/s。试验数据用方差分析法分析^[2], 如表 5、表 6 所示。

表 5 籽粒破碎率试验方差分析表

Table 5 Analysis of variance on seed damage rate				
方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值
摘穗板形式	0.34	1	0.34	4.86
拉茎辊转速	0.56	2	0.28	4.00
籽粒含水率	1.57	2	0.78	6.86
前进速度	0.04	2	0.02	0.26
剩余	1.26	19	0.07	

$F_{0.95}(1, 19) = 4.38, F_{0.99}(1, 19) = 8.18, F_{0.90}(2, 19) = 2.61,$
 $F_{0.95}(2, 19) = 3.52, F_{0.99}(2, 19) = 5.93$

表 6 籽粒损失试验方差分析表

Table 6 Analysis of variance on seed loss rate				
方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值
摘穗板形式	0.93	1	0.93	7.75
拉茎辊转速	5.16	2	2.58	21.5
籽粒含水率	0.14	2	0.07	0.58
前进速度	0.11	2	0.06	0.5
剩余	2.28	19	0.12	

$F_{0.90}(1, 19) = 2.99, F_{0.95}(1, 19) = 4.38, F_{0.99}(1, 19) = 8.18,$
 $F_{0.90}(2, 19) = 2.61, F_{0.95}(2, 19) = 3.52, F_{0.99}(2, 19) = 5.93$

由此可见, 对于籽粒破碎率的影响因素, 籽粒含水率高度显著, 摘穗板形式、拉茎辊转速显著, 前进速度不显著。由此得出影响摘穗机构籽粒破碎率因素的主次顺序为 *CABD*。对于籽粒损失率, 拉茎辊转速高度显著, 摘穗板形式显著, 在显著性水平 $\alpha = 0.10$ 下, 籽粒含水率、前进速度均不显著。由此得出影响摘穗机构籽粒损失率因素的主次顺序为 *BA CD*。

3 结 论

1) 对于籽粒破碎率指标, 籽粒的含水率对其影

响最大; 摘穗板形式和拉茎辊转速的影响次之; 前进速度对其影响较小。由此得出籽粒破碎率最小的试验条件为: 籽粒的含水率较低、摘穗板的形式为弯板、摘辊为低速度。

2) 对于籽粒损失率指标, 拉茎辊转速对其影响最大; 摘穗板的形式对其影响次之。在显著性水平 $\alpha = 0.10$ 下, 籽粒含水率、前进速度对其影响均不显著。由此得出籽粒损失率最小的试验条件为: 摘辊转速低速度、摘穗板的形式为弯板。

3) 在实际作业中, 由于拉茎辊的转速为 600 r/min、前进速度 0.83 m/s 时生产率很低, 为了获得更高的单位时间生产率, 综合考虑效率与损失的利弊, 选用拉茎辊的转速为中速 600~750 r/min 之间, 取 673 r/min、前进速度 1.38 m/s。2000 年 10 月在国营大曹庄农场对由该摘穗机构组成的割台进行现场作业测试, 结果表明, 在籽粒含水率 40.5% 的情况下进行玉米的收获, 平均籽粒破碎率为 0.52%, 平均籽粒损失为 0.13%, 均达到或优于国家标准要求。

[参 考 文 献]

- [1] 中国标准出版社 JB/T 6681-293 玉米收获机械试验方法[S], 1993 9~11.
- [2] 赵作善 试验设计(第 2 版)[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1998 15~17.
- [3] Shapiro C A, Kranz W L, Parkhurst A M. Comparison of harvest techniques for corn field demonstrations[J]. American Journal of Alternative Agriculture 1989, 4(2): 59~64.
- [4] 阎洪余 试论玉米收获机收获损失的原因[A]. 中国农机学会收获加工机械分会第五届学术研讨会论文集[C], 1993 10.
- [5] 吉林工业大学 国外收获机械(2)[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1988 13~19.

Analysis of Influence Factor on Seed Damage Rate and Loss Rate During Picking Corn-Cob

Fan Guochang¹, Wang Huixin¹, Ji Junjie¹, Cao Wenhui¹,

Liu Huanxin¹, Hao Jinkui¹, Chen Derun¹, Zhou Zu'e², Wang Shihua³

(1. Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050011, China; 2. China Agricultural University, Beijing 100083, China; 3. Science Equipment Corporation of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract In this article, four factors affecting seed damage rate and loss rate are analyzed by orthogonal test on picker. The results show that, the first effect on seed damage is seed water content, the second is ejector roller speed and shape of picking board, and the last is moving speed of picker; the first effect on seed loss is ejector roller speed, the second is shape of picking board. When work on low seed water content (30%), curving picking board, moderate ejector roller speed (600~700 r/min), the quality of picker is the best.

Key words: corn harvester; picker; corn cob; corn seed; experimental study