

小型振动式水稻芽种直播装置设计与试验

张超龙¹, 全腊珍^{1,2*}, 邹运梅^{1,2}, 代振维¹, 姚祖玉¹, 尹益文¹, 李健¹

(1.湖南农业大学工学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省现代农业装备工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128)

摘要: 运用振动改善物料流动特性的原理, 设计了一种宜于在丘陵地区使用的小型振动式水稻芽种直播装置。以‘淮稻6号’为试材, 通过单因素和多因素正交试验, 考查振幅、振动频率、振动倾角等3个振动参数对伤芽率、播量、排种均匀性变异系数的影响。结果表明, 在振幅为0.9 mm, 振动频率为60 Hz, 振动倾角为8°时, 播量稳定, 排种均匀性好, 且伤芽率能维持在较低的水平, 可满足水稻芽种直播的要求。

关键词: 水稻; 芽种; 直播装置; 振动参数; 伤芽率

中图分类号: S223.2⁺5 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2014)02-0221-04

Design and test for small-type vibrated seeding apparatus for rice bud seeds

ZHANG Chao-long¹, QUAN La-zhen^{1,2*}, ZHOU Yun-mei^{1,2}, DAI Zhen-wei¹, YAO Zu-yu¹, YIN Yi-wen¹, LI Jian¹

(1.College of Engineering, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Hunan Provincial Engineering Technology Research Center for Modern Agricultural Equipment, Changsha 410128, China)

Abstract: Base on the fact that vibration improves the material flow characteristic, a small-type vibrated seeding apparatus for rice bud seeds was designed which is suitable for hilly areas. To find the optimum vibration parameter, seeds of rice cultivar ‘Huaidao No.6’ were selected to investigate the influence of amplitude, vibration frequency and amplitude angle on bud damage rate, seeding volume and seeding uniformity by single factor and multi-factor test. The results showed that when the amplitude is 0.9 mm, the vibration frequency is 60 Hz and the amplitude angle is 8°, stable seeding volume and good seeding uniformity are obtained with bud damage rate maintaining at low level, which meet the requirements of rice bud seeding.

Key words: rice; bud seeds; seeding apparatus; vibration parameter; bud damage rate

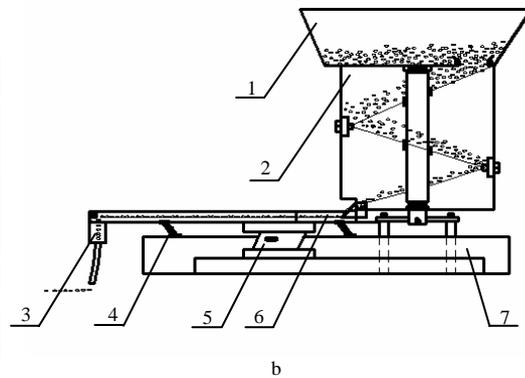
小型水稻芽种直播机体积小, 使用方便、灵活, 适应性强, 价格低廉, 在南方丘陵水稻种植地区有着广阔的市场空间^[1-2]。海青浦沈巷农机经营服务部2001年开发的SQ2BD-2型水稻芽种直播机, 能一次性完成水稻排种和开沟2项作业, 结构简单, 操作方便, 但排种均匀性较差^[3]。华南农业大学设计的2BD-10型水稻芽种精量成穴直播机, 排种装置可同时进行开沟起垄和穴直播作业, 排种均匀, 性能稳定, 但种芽损伤难以控制^[4-7]。广西大学农机化研究所研制的2BD-8自走型分流式小型水稻

直播机, 采用电磁振动排种器, 提高了排种均匀性, 较好控制了伤芽率, 但其结构复杂, 体积较大, 价格偏高^[8-10]。

为适应南方丘陵地区稻田地势复杂, 田块形状差异大, 且都是单户作业, 需方便携带等诸多特点, 笔者设计了一种小型振动式水稻芽种直播装置, 拟通过选择合适的振动参数(振动频率、振幅和振动倾角)来达到排种均匀、排量稳定、伤芽率低的目的。通过试验与分析, 获得了振动参数的较优组合。

1 芽种直播装置的结构与工作原理

小型振动式芽种直播装置结构如图 1 所示。主要由种箱、振动螺旋料斗、V 型槽板、振动器、机架等组成。工作时,种子由种箱进入振动螺旋



1 种箱; 2 振动螺旋料斗; 3 排种管; 4 倾角调节器; 5 振动器; 6 “V”型槽板; 7 机架。

图 1 小型振动式排种装置

Fig.1 Small Vibrated Seeding Apparatus

2 水稻芽种直播试验

2.1 材料及设备

选择‘淮稻 6 号’(原代号‘淮 635’), 浸种 48 h 后催芽, 至芽长 1~3 mm。

试验设备: 多功能排种器试验台(自制); 电磁振动器(自带 SDVC31-S 控制器)。

2.2 试验设计

采用单因素与多因素正交试验。选用振动频率、振幅、振动倾角(即“V”型槽板安装角)3 个因素进行试验, 以播量、伤芽率、排种均匀性变异系数为评价指标。将芽种直播装置样机固定在排种试验台上, 启动直播装置, 待工作稳定后启动多功能排种器试验台的输送带, 带上铺有取样纸。取样纸沿长度方向按每 100 mm 分段, 当有效排种长度达到取样长度后停机; 随机取样 20 段, 重复 5 次。记录各行每段种子的粒数和芽种损伤的种子粒数, 分别计算播量、伤芽率和排种均匀性变异系数。

2.2.1 单因素试验

① 设定振幅为 0.6 mm, 振动倾角为 4°, 振动频率分别为 40、50、60、70、80 Hz; ② 保持振动倾角为 4°, 振动频率为 50 Hz, 振幅取 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mm; ③ 保持振动频率为 50 Hz, 振幅为 0.6 mm, 取振动倾角为 0°、2°、4°、6°、8°进

料斗, 种子流随螺旋斜面向下流动, 层数递减, 最后以接近单层的状态进入振动“V”型槽板, 在高频振动下沿着槽壁匀速向前落入排种口, 均匀地排出芽种。

行试验, 均记录每段种子粒数和芽种损伤情况。

2.2.2 正交试验

考虑到振动参数间的相互影响, 进行了多因素正交试验。根据单因素试验结果, 选择振动频率(A)、振幅(B)、振动倾角(C)作 $L_9(3^4)$ 正交试验^[11], 每组试验重复 5 次。

表 1 正交试验因素及水平

Table 1 Influence factors and levels for the test			
水平	A/Hz	B/mm	C/(°)
1	40	0.3	0
2	50	0.6	4
3	60	0.9	8

3 结果与分析

3.1 振动频率对试验指标的影响

图 2 结果表明, 当振动频率为 40~50 Hz 时, 播量随振动频率的提高呈上升趋势; 振动频率为 50~80 Hz, 播量的上升速率减缓, 播量趋于稳定。

振动频率从 40 Hz 增大到 60 Hz 时, 排种均匀性变异系数明显减小; 振动频率为 60~80 Hz 时, 排种均匀性变异系数下降, 趋于平缓。

振动频率为 40~70 Hz, 伤芽率呈线性增长; 振动频率提高到 70 Hz 以后, 伤芽率随着频率的增加而减小。可能是频率过高时, 振幅会有相应的衰减, 伤芽率反而下降。在振动频率 70 Hz 处伤芽率最大,

因此频率选取 40~60 Hz 为宜。

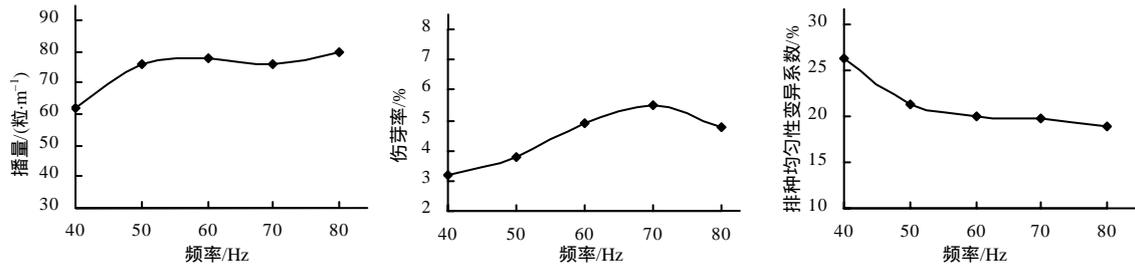


图 2 不同振动频率的播量和伤芽率及排种均匀性变异系数
Fig.2 Seeding volume, bud damage rate and seeding uniformity with different vibration frequencies

3.2 振幅对试验指标的影响

如图 3 所示,当振幅为 0.2~1.0 mm 时,播量与振幅成正比,排种均匀性变异系数与振幅成反比。当振幅为 0.2~0.6 mm 时,振幅与伤芽率成正比,振幅为 0.6~0.8 mm 时,伤芽率变化小,振幅上升到

0.8 mm 后,伤芽率小幅度上升,在振幅 0.9 mm 处,伤芽率低于 5%。表明振幅对 3 个试验指标的影响均比较明显,为影响试验指标的关键因素,振幅取 0.3~0.9 mm 为宜。

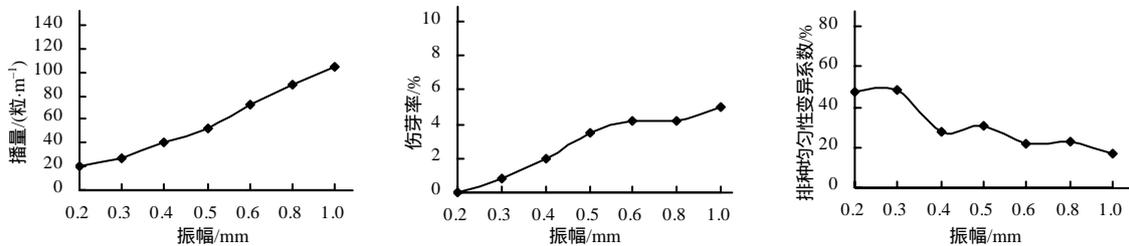


图 3 不同振幅的播量和伤芽率及排种均匀性变异系数
Fig.3 Seeding volume, bud damage rate and seeding uniformity with different amplitudes

3.3 振动倾角对试验指标的影响

图 4 结果表明,振动倾角为 0°~4°,播量随着倾角的增大而增加,其余区间内播量无明显变化,排种均匀性变异系数随着倾角增大变化不明显;振动倾角 4°~8°时,随着倾角的增大,伤芽率小幅减小,振动倾角对伤芽率影响较小,倾角为 2°时,伤芽率

最低,振动倾角为 4°~6°时伤芽率最高。振动倾角可改变种子流动的速率,如增大“V”型槽板安装角度,虽然可提高播量,但受到供种速率的限制,过大的安装角度并不能大幅度增大播量,因此振动倾角取 0°~8°为宜。

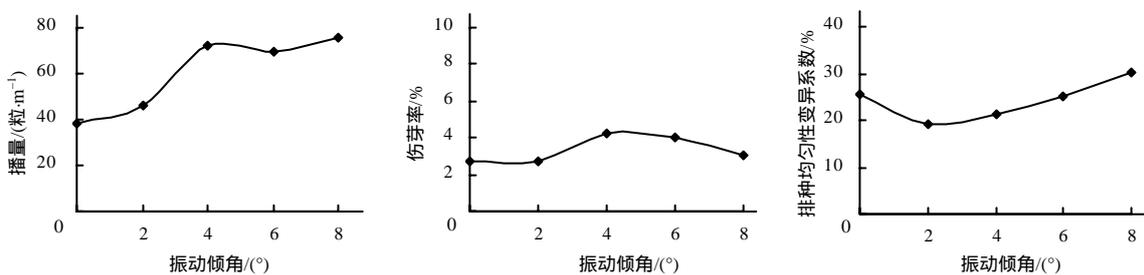


图 4 不同振动倾角的播量和伤芽率及排种均匀性变异系数
Fig.4 Seeding volume, bud damage rate and seeding uniformity with amplitude at different angles

3.4 正交试验结果

对正交试验结果(表 3)进行极差分析,结果表明,影响播量的因素大小依次为 B、C、A,影响排种均匀性的因素大小依次为 B、A、C,影响伤芽率的因素大小依次 B、A、C。

提高播量较优组合为 B₃C₃A₃,对降低排种均匀性变异系数的较优组合为 B₃A₃C₂,降低伤芽率的较优组合为 B₁A₁C₁。

根据因素影响的大小,综合考虑^[12],确定较优组合为 A₃B₃C₃,即振幅为 0.9 mm,振动频率 60 Hz,振动倾角 8°。

表2 正交试验结果

Table 2 Results of orthogonal test		A	B	C	播量/(粒·m ⁻¹)	伤芽率/%	排种均匀性变异系数/%
试验号							
1		1	1	1	19	0.9	45.1
2		1	2	2	41	3.5	30.4
3		1	3	3	71	5.0	30.5
4		2	1	2	27	1.5	40.2
5		2	2	3	60	4.0	30.3
6		2	3	1	65	5.4	28.5
7		3	1	3	60	2.8	31.2
8		3	2	1	40	4.8	24.0
9		3	3	2	78	6.0	16.5
播量	R	15.7	36.0	22.3			
	较优方案	A ₃	B ₃	C ₃			
排种均匀性变异系数	R	11.4	13.7	3.5			
	较优方案	A ₃	B ₃	C ₂			
伤芽率	R	1.2	3.7	0.4			
	较优方案	A ₁	B ₁	C ₁			

4 结论

振动式水稻芽种直播装置通过高频振动实现整个排种过程种子的自由流动,伤芽率低(控制在5%以内),且排种效果较好,播量稳定,排种均匀性好。

通过单因素试验,发现振幅为影响试验指标的关键因素,与播量和排种均匀性成正比。振动频率以40~60 Hz为宜。振动倾角在不大于4°时对播量影响较大,0°~8°对伤芽率的影响不明显。

正交试验结果表明,影响播量的主次因素依次是振幅、振动倾角、振动频率,影响排种均匀性和伤芽率的主次因素依次是振幅、振动频率、振动倾角。通过综合分析得出一组较优的振动参数,为振幅0.9 mm,振动频率60 Hz,振动倾角8°。

由于振动器安装在导轨的一端,在振动排种过程中导轨上各个位置的振动状态难以完全一致,出现了种子在导轨中的速度波动,在一定程度上影响了排种均匀性。

参考文献:

- [1] 何金均,王立臣,宋建农,等.水稻种植机械化发展现象及制约因素分析[J].农机化研究,2009,31(2):1-4.
- [2] 金梅,夏春华,吴崇友,等.水稻直播机排种器研究现状及发展趋势[J].中国农机化,2010(5):39-42.

- [3] 杨文敏,谢方平,吴明亮,等.偏心顶杆排种器的工作过程分析[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2005,31(5):549-552.
- [4] 周良壖.SQ2BD-2R型水稻乳苗直播机[J].江苏农机与农艺,2001(2):29-30.
- [5] 罗锡文,刘涛.水稻精量穴直播排种轮的设计与试验[J].农业工程学报,2007,23(3):108-112.
- [6] 谢方平,孙松林,王在满,等.水稻芽种精量成穴直播试验研究[J].农机化研究,2009(8):122-125.
- [7] 罗锡文,蒋恩臣,王在满,等.开沟起垄式水稻精量穴直播机的研制[J].农业工程学报,2008,24(12):52-56.
- [8] 于吉淼,赵冰,田新庆.水稻直播机械的发展状况及前景展望[J].农业装备技术,2006,32(2):14-16.
- [9] 张学艺,侯经浩,臧援.电磁振动排种器的试验研究[J].农业机械学报,1992(3):22-26.
- [10] 杨坚,韦林,覃振友,等.2BD-8自走型分流式小型水稻直播机[J].农业机械学报,1998,29(4):176-179.
- [11] 李志西,杜双奎.试验优化设计与统计分析[M].北京:科学出版社,2010:148-163.
- [12] 汤楚宙,罗海峰,吴明亮,等.变容量型孔轮式排种器设计与试验[J].农业工程学报,2010,26(12):114-119.

责任编辑:罗慧敏

英文编辑:罗维