

三种一年两熟地区小麦免耕播种机适应性试验与分析

魏延富, 高焕文, 李洪文

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

摘要: 免耕播种是保护性耕作技术最重要的作业环节之一, 为了在一年两熟旱作区选择适合的播种机来实施保护性耕作技术, 对国内目前可选用的 JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机、2BMD-12 型小麦对行免耕播种机、2BMFS-6/12 型带状浅旋免耕播种机在 3 种地表覆盖状况下进行田间播种适应性试验, 结果表明: 参照播种机国家标准和农业部农机试验鉴定总站对小麦免耕播种机播种质量的检测指标, 3 种免耕播种机在秸秆粉碎覆盖地面条件下基本上都能满足播种要求。JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机不适合于在直立秸秆情况下进行播种, 适于大面积地块作业。2BMD-12 型小麦对行免耕播种机和 2BMFS-6/12 型带状浅旋免耕播种机在 3 种地表状况下都能播种, 且其设计和应用主要针对于在直立秸秆情况下进行播种。JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机价格高, 在中国地块小, 作业时间短的情况下效率难以充分发挥。用户应根据不同地区地表覆盖状况、地块的大小、经济状况等选择适合的小麦免耕播种机来实施和推广保护性耕作技术。

关键词: 保护性耕作; 免耕播种机; 田间适应性试验

中图分类号: S223.24

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)01-0097-05

0 引言

保护性耕作技术是针对传统耕作弊端而发展起来的一项节水抗旱、保土增收新技术。目前, 以作物残茬覆盖为前提的免耕、少耕等一系列保护性耕作措施在美国、澳大利亚等国已广泛应用。从 1992 年开始, 中国农业大学农业部保护性耕作研究中心和山西、河北等省农机部门陆续在国内开展了适合中国旱地农业可持续发展的保护性耕作技术的研究。经过十多年的试验努力已经取得了显著的成效, 对北方小麦、玉米等作物一年一熟地区已初步形成保护性耕作技术体系, 并研制出适合中国国情的中小拖拉机配套的小麦、玉米免耕覆盖播种机。在华北一年两熟地区, 三夏免耕播种玉米的技术与机具也比较成熟, 而三秋在玉米茬地里免耕播种小麦, 由于玉米秸秆量大、秆粗, 玉米根茬大, 而小麦的行距又比较小, 免耕播种就比较困难。因而成为该地区实施保护性耕作技术的关键和难点。经过几年的“攻关”研究, 近来已有两种国产型号的免耕播种机能实现这项作业, 这两种机型是中国农业大学农业部保护性耕作研究中心设计研制的 2BMD-12 型小麦对行免耕播种机和河北农哈哈机械有限公司研制的 2BMFS-6/12 型带状浅旋免耕播种机。此外从美国引进的 JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机经过试用也能进行这项作业。作者对以上 3 种小麦免耕播种机进行了适应性试验, 比较这 3 种小麦免耕播种机的作业性能、使用成本给大家选择机型时作参考。

1 试验机具

1.1 试验机具

1) 美国约翰—迪尔公司制造的 JOHN DEERE

1590 型小麦免耕播种机, 如图 1。

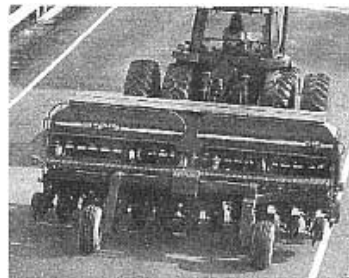


图 1 JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机

Fig. 1 JOHN DEERE 1590 no-tillage drill for wheat seed

2) 农业部保护性耕作研究中心设计研制的 2BMD-12 型小麦对行免耕播种机, 如图 2。



图 2 2BMD-12 型小麦对行免耕播种机

Fig. 2 2BMD-12 no-tillage drill for wheat seed

3) 农哈哈机械有限公司研制的 2BMFS-6/12 型带状浅旋免耕播种机, 如图 3。

试验所用的 3 种机具的主要技参数见表 1。

1.2 样机结构特点

1) JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机: 牵引式, 整机开沟器为双排结构, 开沟器为圆盘切刀式且为压簧式单体仿形, 压簧可给每个开沟器提供 165~450 磅的压力使其入土或用于切割残茬以利于免耕入土作

收稿日期: 2004-02-26 修订日期: 2004-08-25

基金项目: 国家“十五”科技攻关课题项目(2001BA504B03)

作者简介: 魏延富 博士生, 北京市清华东路 17 号 中国农业大学(东区)工学院, 100083



图3 2BMFS-6/12型带状浅旋免耕播种机
Fig.3 2BMFS-6/12 no-tillage drill with strip rotary tiller

业,种子箱容积 405 L 且有种子量指示器,排种(肥)轮由右后地轮驱动,经过多级传动链驱动排种轮,播种量可进行电动或手动人工调整。作业时由于圆盘切刀的平面与前进方向有 7°的夹角,入土后产生一定缝隙的种沟,特殊结构的种靴将种子播入后覆土。

表 1 3种小麦免耕播种机主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of no-tillage drills

技术参数	JOHN DEERE 1590 型小麦 免耕播种机	2BMD-12 型 小麦对行 免耕播种机	2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖 施肥播种机
外型尺寸(长×宽×高)/mm	6100×3120×2080	2900×1936×1570	1530×2140×1240
结构质量/kg	8500	980	700
作业行数/行	16	12	6/12
行距/cm	20	窄行 15、18、20 可调	窄行 12, 宽行 26
作业幅宽/m	3.2	2.4	2.28
排种器型式	外槽轮	外槽轮式	外槽轮
排种器数量/个	16	12	12
排种量调节方式	电动、手动兼有	手动螺纹调节	手动螺纹调节
开沟器型式	圆盘切刀式	尖齿式	齿式
开沟器数量/个	16	12	6
动力传动型式	地轮、链条传动	地轮、链条传动	镇压轮、链条传动
地轮	充气橡胶轮	充气橡胶轮	镇压轮
覆土器型式	覆土轮切土覆土	自然回土	旋耕刀具抛土覆土
镇压器型式	窄型橡胶轮	窄型压力可调橡胶轮	沟播轮式镇压轮
排堵工作部件	圆盘切刀	带状切碎排堵	带状旋耕排堵
配套拖拉机功率/kW	大于 58	大于 40	47.8~51.5

2) 2BMD-12 型小麦对行免耕播种机:悬挂式,前部为秸秆粉碎和防堵装置,后部分开沟、施肥、播种。开沟器为尖齿式,靠自然回土覆土。2BMD-12 型小麦对行免耕播种机作业时在玉米行间播种小麦,采用二窄一宽行距,避开玉米秸秆和根茬,从而避免堵塞和提高播种质量。其对行播种原理如图 4 所示。

3) 2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机:悬挂式,前部为带状旋耕灭茬装置,后部分开沟、施肥、播种。开沟器与肥管一体,施肥 6 行播种 12 行,宽窄行相间,

靠旋耕抛土覆土。2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机通过带状粉碎、旋耕制造相对干净整洁的 12 cm 宽小麦带状播种床,镇压轮带动播种、播肥轴转动将小麦播种在带状种床上,减少秸秆堵塞和提高播种质量。该机具可以一次完成碎秆、灭茬、施肥、播种、镇压等作业。其带状粉碎浅旋免耕播种原理如图 5 所示。

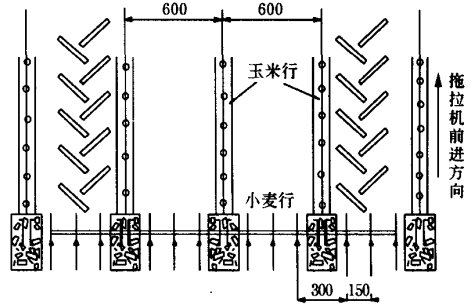


图 4 2BMD-12 型小麦对行免耕播种机对行播种原理示意图
Fig.4 Planting principle of 2BMD-12 no-tillage drill

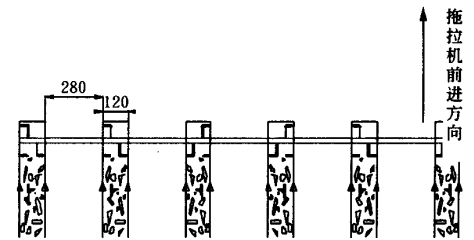


图 5 2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机带状粉碎浅旋免耕播种原理示意图
Fig.5 Planting principle of 2BMFS-6/12 no-tillage drill with strip rotary tiller

2 试验设计

2.1 试验条件

试验于 2003 年 10 月在北京昌平大辛峰村进行。试验地地势平坦,作物为南北方向播种,土壤为中壤土,土壤含水率 20.7%,秸秆覆盖量为 3.65 kg/m²。试验地块布置 3 种地表覆盖:1)试验地玉米机械收获后,用机械粉碎秸秆,再轻耙两遍。2)试验地玉米人工收获后,秸秆粉碎一遍。3)试验地玉米人工收获后,在直立秸秆情况下进行播种作业。

试验用小麦品种为新中 9 号,千粒重 41.7 g,种子含水率 10.0%,种子原始破损率 0.13%,试验播种量为 175 kg/hm²。

试验用肥料为美国二铵。施肥量为 155 kg/hm²。

2.2 试验方法

按国家标准《谷物条播机试验方法》(GB9478-88)规定的方法和农业部农机试验鉴定总站对小麦免耕播种机播种质量的检测指标进行测试,试验测试内容主要包括播种质量、种子覆土状况、播种后亮籽情况、机具通过性。

3 试验结果及分析

3.1 播种质量

从表 2 可以看出,参照播种机测试国家标准和农业部农机试验鉴定总站对小麦免耕播种机播种质量的检测指标,3 种免耕播种机都能满足播种质量要求。从数据上看,JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机的排种一致性、稳定性和均匀性最好。

表 2 小麦免耕播种机播种质量比较表

Table 2 Comparison of planting qualities of no-tillage drills for wheat seeds

性能项目	标准值	实测值		
		JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机	2BMD-12 型小麦对行免耕播种机	2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机
各行排种量一致性变异系数/%	≤3.9	1.6	3.0	1.7
总排种量稳定性变异系数/%	≤1.3	0.2	0.3	0.6
排种均匀性变异系数/%	≤45	36.6	37.9	42
种子破损率/%	≤0.5	0.25	0.17	0.21

3.2 种子覆土状况

JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机的种子覆土深度大于标准值。因为它采用圆盘切刀开沟器,在秸秆覆盖量较大时切割不断,影响播种深度,若用常规的覆土深度,则晾籽现象非常严重,影响出苗和生长。增加播种深度可改善这种状况,有利于种子发芽和小麦出苗、生长。3 种机具的播种后田间出苗率都在 75% 以上。

表 3 小麦免耕播种机覆土及出苗比较表

Table 3 Comparison of covering soil and emergence of no-tillage drills for wheat seeds

性能项目	标准	JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机	2BMD-12 型小麦对行免耕播种机	2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机
种子平均覆土深度/cm	符合农艺要求(2~5 cm)	5.6	2.8	2.3
种子覆土深度合格率/%	≤75	45.5	88.3	91.7
田间出苗率/%		78.3	91.5	92.1

3.3 播种后晾籽情况

播种 8 d 后扒开覆盖层和种沟检查种子的播种深度及晾籽情况。为此分别选取了秸秆覆盖厚度小于 3 cm,秸秆覆盖厚度大于 3 cm 和根茬附近 3 种情况各取 2 段长度为 2 m 的种行进行实测。主要观察其种子的晾籽和发芽情况。对 JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机的测试结果如表 4。

JOHN DEERE 1590 免耕播种机在地表秸秆覆盖厚度大于 3 cm 和玉米根茬附近播种时造成晾籽现象的发生。2BMD-12 小麦对行免耕播种机在试验条件符合规定、有效对行的情况下,在 3 种地表条件下机具连续

免耕播种作业基本无断条、亮籽。2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机在 3 种地表条件下播种后也无亮籽情况发生。

表 4 JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机播后晾籽及发芽情况表

Table 4 Germinating and seeding on the stubble using JOHN DEERE 1590 wheat no-tillage drill

		覆盖厚度小于 3 cm		覆盖厚度大于 3 cm		根茬附近	
		1	2	1	2	1	2
晾籽情况	晾籽数	0	0	70	75	99	103
	正常数	225	229	154	155	122	131
	晾籽率/%	0	0	31.3	32.6	44.8	44.0
发芽情况	未发芽	1	2	64	61	95	101
	已发芽	224	227	160	169	126	133
	发芽率/%	99.6	99.1	71.4	73.5	57.0	56.8

3.4 机具通过性

根据农业部农机试验鉴定站的测试,机具通过性合格标准为“在刚收获的玉米地,植被覆盖量 2.0~4.0 kg/m²,测区长度为 60 m,往返一个行程,不发生堵塞或有一次轻度堵塞。”在 3 种地表覆盖状况下各测试 3 次,结果表 5。

表 5 小麦免耕播种机通过性比较表

Table 5 Comparison of anti-blocking capability of no-tillage drills

机具型号	次数	3 种地表覆盖状况			合格标准
		机械粉碎秸秆,再轻耙两遍	秸秆粉碎一遍	直立秸秆	
JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机	1	无堵塞	一次轻度堵塞	严重堵塞	在刚收获的玉米地,植被覆盖量 2.0~4.0 kg/m ² ,测区长度为 60 m,往返一个行程,不发生堵塞或有一次轻度堵塞
	2	无堵塞	二次轻度堵塞	严重堵塞	
	3	无堵塞	一次轻度堵塞	严重堵塞	
2BMD-12 型小麦对行免耕播种机	1	无堵塞	无堵塞	无堵塞	长度 60 m,往返一个行程,不发生堵塞或有一次轻度堵塞
	2	无堵塞	无堵塞	一次轻度堵塞	
	3	无堵塞	无堵塞	无堵塞	
2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机	1	无堵塞	无堵塞	一次轻度堵塞	长度 60 m,往返一个行程,不发生堵塞或有一次轻度堵塞
	2	无堵塞	无堵塞	无堵塞	
	3	无堵塞	无堵塞	无堵塞	

1) JOHN DEERE 1590 型小麦免耕播种机在玉米机械收获后,用机械粉碎灭茬,再轻耙两遍的地块进行播种作业通过性合格,在玉米人工收获后,秸秆粉碎一遍的地块进行播种作业有轻度堵塞现象发生,而在玉米人工收获后,在直立秸秆情况下无法进行播种作业。

2) 2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖施肥播种机和 2BMD-12 小麦对行免耕播种机在 3 种地表覆盖状况下的机具通过性测试合格。

4 性能价格比

作业成本主要包括机具折旧费用,维修费,燃油费,驾驶员工资等费用总和。后两者费用对 3 种机型相差不

大;对维修费而言,国外机具故障少,维修费昂贵,国内机具故障多,每次维修费便宜。由于缺少其他方面相应的实际数据,本文仅用播种机的年折旧费与年作业量来计算播种1亩地需要的播种机折旧费作为性能价格比指标。3种小麦免耕播种机的有关参数如表6。

表6 小麦免耕播种机性能价格比较表

Table 6 Comparison of the ratios of performance to price of wheat no-tillage drills

	JOHN DEERE 1590型小麦 免耕播种机	2BMD-12型 小麦对行 免耕播种机	2BMFS-6/12 小麦免耕覆盖 施肥播种机
播种机价格/万元	30	1	1
使用寿命/年*	10	5	5
年作业量/亩**	2000	500	500
每亩折旧费/元	15	4	4
性能价格比	1	3.75倍	3.75倍

注:*由于缺乏实际数据,假设国外机具使用寿命为10年,国内机具使用寿命为5年来反映质量差距。

**国外机具作业可靠性高,此结果为通过实际测试后测算;国内机具的年作业量也考虑到作业的可靠性问题。

JOHN DEERE 1590型小麦免耕播种机在性能价格比指标每亩折旧费分别是其它2种国产小麦免耕播种机的3.75倍。

5 适应性分析

1) 参照播种机国家标准和农业部农机试验鉴定总站对小麦免耕播种机播种质量的检测指标,3种免耕播种机在秸秆粉碎覆盖地面条件下基本上都能满足播种要求。但适用的条件有一定的差别。JOHN DEERE 1590型小麦免耕播种机不适合于在直立秸秆情况下进行播种,该播种机的播幅3.2m,机组采用牵引方式,长6m多,转弯半径大,适于大面积地块作业,在地块小时会影响效率的发挥。播种前对秸秆进行粉碎处理或清除,同时对地表进行耙地作业,作业工序最多,成本最大。2BMD-12型小麦对行免耕播种机在3种地表状况下都能播种,且其设计和结构主要针对直立秸秆情况下进行播种。其缺点是只适用于机播玉米地应用,且播种机的行数必须也是4行。且每一行程播种小麦时,总有一个边行作业在玉米播种的接垅,因而对前茬玉米播种的接垅技术要求较高,否则有可能发生边行小麦碰上玉米根茬的情况。要求两茬播种的机具的行距和幅宽相配套。对于人工播种和畜力播种的玉米,由于无法保证行距的一致性和稳定性,不适用该播种机。2BMFS-6/12型带状浅旋免耕播种机的适应性最好,也是目前推广应用较多的一种,它的缺点是在播小麦的带上仍有土壤耕作,可视作一种带状免耕播种技术。一年两熟地区应根据不同地区地表覆盖状况、地块的大小、经济状况等选择适合的小麦免耕播种机来实施和推广保护性耕作技术。

2) 机具通过性是小麦免耕播种机的最主要性能指标。JOHN DEERE 1590型小麦免耕播种机在直立秸秆情况下机具通过性差。2BMD-12型小麦对行免耕播种机和2BMFS-6/12型带状浅旋免耕播种机在3种地表覆盖状况下都能播种。目前小麦免耕播种前地表状况很多,如人工收获秸秆,只留很矮的根茬,秸秆作饲料;青贮机械收获后留20~30cm高的根茬;人工收获后直立秸秆。JOHN DEERE 1590型小麦免耕播种机适于对秸秆和根茬进行处理(粉碎、灭茬等)地表。2BMD-12型小麦对行免耕播种机要求玉米行距严格均匀的玉米机械播种,同时要求前后两茬播种机的工作幅宽相配套。另外,对驾驶员的对行驾驶技术要求较高。2BMFS-6/12型带状浅旋免耕播种机的适应性较强,前部有浅旋后再播种,对前茬无特别要求。

6 需继续研究的问题

1) 进行大面积的播种试验,使小麦免耕播种机作业性能更可靠、适应性更强。

2) 国产两种小麦免耕播种机在结构上应改进,如播幅2.28m和2.40m,若地表不平会影响播种质量,应考虑单体仿形结构。2BMD-12型小麦对行免耕播种机为了保证准确对行,可研制一种简单可行的对行导向系统与之配合使用。

3) 3种小麦免耕播种机所配备的动力为40kW以上的拖拉机,而中国农村实行家庭经营机制,户均土地少、地块小、配套拖拉机功率偏低,农场和大农户才有大型的拖拉机,因此应尽快研制中小型拖拉机配套的小麦免耕播种机。

[参 考 文 献]

- [1] 高焕文,等. 中国特色保护性耕作技术[J]. 农业工程学报, 2003,19(3):1-4.
- [2] 侯方安. 小麦播种(施肥)机作业性能的对比试验与评价[J]. 农业机械学报, 2002,33(1):130-131.
- [3] 李洪文,等. 旱地玉米机械化保护性耕作技术及机具研究[J]. 中国农业大学学报, 2000,5(4):68-72.
- [4] 路明. 现代生态农业[M]. 北京:中国农业出版社, 2001.
- [5] 贾延明,等. 保护性耕作适应性试验及关键技术研究[J]. 农业工程学报, 2002,18(1):78-81.
- [6] 国家标准《谷物条播机试验方法》(GB9478-88)[S]. 国家机械工业委员会1988-05-13批准.
- [7] 张进,等. 小麦、玉米免耕覆盖播种机的试验研究[J]. 山西农机, 1998,9:14-16.
- [8] 中国农业大学. 国家十五科技攻关课题“一年两熟地区保护性耕作关键技术与配套机具研究”成果鉴定材料汇编[R]. 2003.
- [9] 郑东旭,等. 玉米整秆覆盖下小麦免耕播种机研究[J]. 河北农业大学学报, 2003,26(增).
- [10] 李兵. 小麦对行免耕播种机的研究[D]. 北京:中国农业大学, 2004,3.

Experiment and analyses of the adaptabilities of three wheat no-tillage drills on corn stubble in the areas with two ripe crops a year

Wei Yanfu, Gao Huanwen, Li Hongwen

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: No tillage planting is one of the important tasks in conservation tillage technique and the performance of no-tillage drills directly affect the realization of that technique. In order to select suitable no-tillage drills for areas with two ripe crops a year, suitability experiments have been done using JOHN DEERE 1590, 2BMD-12 No-Tillage Drill and 2BMFS-6/12 No-Tillage Drills in three different surface condition fields. The results of field test show that three kinds of no-tillage drills can all meet the national standards of drill testing when the corn stalks were chopped and returned to the field. JOHN DEERE 1590 No-Tillage Drill could not plant under the condition of the corn stalks standing in the field. 2BMD-12 No-Tillage Drill and 2BMFS-6/12 No-Tillage Drill with Strip Rotary Tiller can both work under three different soil surface conditions. JOHN DEERE 1590 No-Tillage Drill does not adapt to be used in China because the price of the machine is too high, the plot of China is small, working time is short, therefore, the drill capacity could not be fully realized. It should base on the field surface condition, the size of plot and the economic status and so on to select adaptive wheat no-tillage drills for areas with two ripe crops a year.

Key words: conservation tillage; no-tillage drill; field adaptability experiment

魏延富,高焕文,李洪文. 三种一年两熟地区小麦免耕播种机适应性试验与分析[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 97-101.

Wei Yanfu, Gao Huanwen, Li Hongwen. Experiment and analyses of the adaptabilities of three wheat no-tillage drills on corn stubble in the areas with two ripe crops a year[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(1): 97-101. (in Chinese with English abstract)

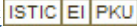
关于《农业工程学报》创刊 20 周年系列庆祝活动的启事

2005 年是本刊创办 20 周年,同时改为月刊,为庆祝我们共同的园地——《农业工程学报》创刊 20 周年,增强刊物与农业工程技术研究和开发的各界同仁的广泛合作与联系,积极扩大刊物的影响,进一步促进共同发展,特拟订举办系列庆祝活动和宣传活动。为答谢各相关单位对本刊的厚爱与支持,将在《农业

工程学报》上开辟专门祝贺版面,邀请有关领导、专家题写贺辞,邀请本领域内的科研单位、学术团体、大专院校及相关企业做形象或产品宣传。欢迎大家关注和参与。

(王应宽)

三种一年两熟地区小麦免耕播种机适应性试验与分析

作者: 魏延富, 高焕文, 李洪文
作者单位: 中国农业大学工学院, 北京, 100083
刊名: 农业工程学报 
英文刊名: TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING
年, 卷(期): 2005, 21(1)
被引用次数: 15次

参考文献(10条)

1. 高焕文 中国特色保护性耕作技术[期刊论文]-农业工程学报 2003(03)
2. 侯方安 小麦播种(施肥)机作业性能的对比试验与评价[期刊论文]-农业机械学报 2002(01)
3. 李洪文 旱地玉米机械化保护性耕作技术及机具研究[期刊论文]-中国农业大学学报 2000(04)
4. 路明 现代生态农业 2001
5. 贾延明 保护性耕作适应性试验及关键技术研究[期刊论文]-农业工程学报 2002(01)
6. GB 9478-1988. 谷物条播机试验方法
7. 张进 小麦、玉米免耕覆盖播种机的试验研究 1998
8. 中国农业大学 国家十五科技攻关课题“一年两熟地区保护性耕作关键技术与配套机具研究”成果鉴定材料汇编 2003
9. 郑东旭 玉米整秆覆盖下小麦免耕播种机研究[期刊论文]-河北农业大学学报 2003(ZK)
10. 李兵 小麦对行免耕播种机的研究[学位论文] 2004

本文读者也读过(10条)

1. 姚宗路, 李洪文, 高焕文, 王晓燕, 张学敏, Yao Zonglu, Li Hongwen, Gao Huanwen, Wang Xiaoyan, Zhang Xuemin 一年两熟区玉米覆盖地小麦免耕播种机设计与试验[期刊论文]-农业机械学报2007, 38(8)
2. 王建政 小麦免耕播种机通过性能分析[期刊论文]-农业机械学报2005, 36(8)
3. 高焕文, 李洪文, 姚宗路, Gao Huanwen, Li Hongwen, Yao Zhonglu 我国轻型免耕播种机研究[期刊论文]-农业机械学报2008, 39(4)
4. 朱国辉, 李问盈, 何进, Zhu Guohui, Li Wenying, He Jin 2BFML-5型固定垄免耕播种机设计与试验[期刊论文]-农业机械学报2008, 39(2)
5. 姚宗路, 高焕文, 王晓燕, 李洪文, Yao Zonglu, Gao Huanwen, Wang Xiaoyan, Li Hongwen 小麦免耕播种机开沟器对作物生长的试验研究[期刊论文]-农业工程学报2007, 23(7)
6. 李海建 组合式对行条带旋耕小麦播种机的研究[学位论文]2007
7. 姚宗路, 高焕文, 王晓燕, 李洪文, 李问盈, Yao Zonglu, Gao Huanwen, Wang Xiaoyan, Li Hongwen, Li Wenying 2BMX-5型小麦-玉米免耕播种机设计[期刊论文]-农业机械学报2008, 39(12)
8. 李兵, 李洪文, Li Bing, Li Hongwen 2BMD-12型小麦对行免耕播种机的设计[期刊论文]-农业机械学报2006, 37(3)
9. 张晋国, 张小丽, Zhang Jinguo, Zhang Xiaoli 小麦播种机关键部件的改进与试验[期刊论文]-农机化研究 2009, 31(9)
10. 姚宗路 小麦对行免耕播种机的改进研究[学位论文]2005

引证文献(15条)

1. 赵丽琴, 郭玉明, 张培增, 韩占省 小麦免耕播种机性能指标的关联度分析与灰色聚类评估[期刊论文]-农业工程学报 2011(9)

2. 李朝苏, 汤永禄, 解立胜, 黄钢, 钟贵祥, 吴春, 程少兰. 2BMFDC-6型稻茬麦半旋播种机设计与性能试验[期刊论文]-西南农业学报 2011(2)
3. 刁培松, 杜瑞成, 李复辉, 崔强, 张银平, 李树兵. 小麦深松免耕施肥播种机的研制[期刊论文]-农机化研究 2013(11)
4. 苍安国, 史永刚, 肖海洋, 武政. 农业机械的适用性研究概述[期刊论文]-广东农业科学 2010(12)
5. 李治国, 张学敏, 翟金津, 曹学文, 张加勇, 宫福生. 北京市保护性耕作技术模式及发展对策研究[期刊论文]-农机化研究 2009(1)
6. 于丹, 陈旻, 张培培, 刘晓辉, 陈舜, 杨丽琼, 李伯群, 余国东, 阮仁武. 小麦免耕栽培技术研究[期刊论文]-西南师范大学学报(自然科学版) 2011(6)
7. 李治国, 曹学文, 翟金津, 邓健. 北京保护性耕作技术示范推广探讨[期刊论文]-农机化研究 2007(9)
8. 姚宗路, 王晓燕, 高焕文, 李洪文, 李问盈, 张学敏. 小麦免耕播种机种肥分施机构的改进与应用效果[期刊论文]-农业工程学报 2007(1)
9. 高焕文, 李洪文, 姚宗路. 轻型高防堵性能免耕播种机研究[期刊论文]-中国工程科学 2007(9)
10. 龚丽农, 高焕文, 蒋金琳. 免耕播种机玉米根茬处理装置作业功耗试验研究[期刊论文]-农业工程学报 2008(7)
11. 牛永环, 刘博, 焦刚, 李问盈. 农业机械适用性研究的发展探讨[期刊论文]-农机化研究 2007(2)
12. 陈长林, 农业部. 我国保护性耕作技术推广的热点和难点[期刊论文]-农机化研究 2009(10)
13. 高焕文, 李洪文, 姚宗路. 我国轻型免耕播种机研究[期刊论文]-农业机械学报 2008(4)
14. 马洪亮, 魏淑艳. 一年两熟地区玉米秸秆根茬处理和小麦免耕作业方式的分析[期刊论文]-中国农机化 2012(1)
15. 魏延富. 机电伺服触觉式秸秆导向系统试验研究[学位论文]博士. 2005

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_nygcxb200501022.aspx