

2BMFJ-BL5 型原茬地大豆免耕覆秸精量播种机性能试验研究

杨纪龙,陈海涛,侯守印,张 颖,顿国强,纪文义

(东北农业大学 工程学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:**在北方垄作秸秆根茬残留量为  $0.994\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  的人工收获后玉米原茬地上,测试分析 2BMFJ-BL5 型大豆原茬地免耕覆秸精量播种机田间作业性能。在作业速度  $5\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  条件下,按照中华人民共和国机械行业标准 NY/T1768-2009《免耕播种机质量评价技术规范》实施了本次试验。结果表明:播种均匀性达到了国家标准优等品标准,播种深度合格率达到了一等品的标准。各行排肥量一致性变异系数达到了国家一等品的标准,总排肥量稳定性变异系数达到了国家优等品的标准。秸秆清秸率达 97% 以上,植被覆盖率达 97% 以上,田间出苗率达 94% 以上。试验结果为 2BMFJ-BL5 型大豆原茬地免耕覆秸精量播种机的产业化和推广应用提供了理论依据。

**关键词:**精量播种机;防堵装置;大豆 ;性能试验

**中图分类号:**S223.2      **文献标识码:**A      **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2016.05.0840

Experiment of 2BMFJ-BL5 No-tillage Soybean Precision Seeder in Original Stubble Field

YANG Ji-long, CHEN Hai-tao, HOU Shou-yin, ZHANG Ying, DUN Guo-qiang, JI Wen-yi

(Engineering College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** In the corn stubble ridge of North China, the amount of residue of straw stubble was  $0.994\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  after manual work, testing and analysis the work performance in the field of 2BMFJ-BL5 no-tillage soybean precision seeder in stubble field. In the condition of operating speed  $5\text{ km}\cdot\text{h}^{-2}$ , this experiment was carried out according to the People's Republic of China Machinery Industry Standard NY/T1768-2009 'Technical specifications of quality evaluation for no-tillage drilling machinery'. The test results showed that sowing uniformity reached the superior standard of national standard and the passing rate of planting depth up to the national standard which first-class goods. The coefficient of variation about each row fertilizer consistency up to the national standard which first-class goods, the stability coefficient of variation of the amount of fertilizer reached the excellent products of national standard. Straw clearance rate was more than 97%, vegetation coverage rate was more than 97%, the emergence rate was greater than 94%. This test results could provide a theoretical foundation for the industrialization, popularization and application of 2BMFJ-BL5 no-tillage soybean precision seeder in stubble field.

**Keywords:** Close seeder; Anti-blocking; Soybean; Performance test

免耕覆盖可以降低表层土壤体积质量、改善土壤结构、减少地表径流和水分蒸发、增加土壤总空隙度和雨水入渗量、提高土壤导水率、增加土壤有机质含量,有利于保墒保苗<sup>[1-2]</sup>。播种过程中由于地表上覆盖有大量玉米秸秆,地表下残留大量玉米根茬,播种装置容易发生堵塞等现象<sup>[3-6]</sup>。被动式的开沟防堵装置,利用圆盘刀锋利刃口滚动切断秸秆、切开土壤开沟,防堵能力强,并且当地表秸秆覆盖量较大时,秸秆不能被切断而被压入土壤,导致

开沟器入土困难,出现晾籽,影响播种质量<sup>[7-10]</sup>;主动式防堵装置,开沟能力强,防堵效果好,但是存在土壤扰动量大,功耗高,机具震动强烈,作业环境恶劣等问题,并且机具的可靠性不高<sup>[11-15]</sup>。

针对以上问题,东北农业大学陈海涛教授团队研制了 2BMFJ-BL5 型免耕播种机。该播种机利用主动式清秸覆秸防堵装置把秸秆和根茬横向清理抛送到播种机的两侧,对播种后的土地进行均匀性覆盖。播种带上的秸秆清洁率达到 97% 以上,播种

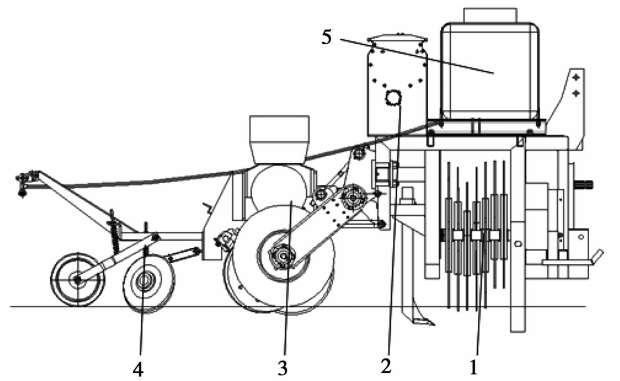
收稿日期:2016-03-20  
基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-04-PS22);国家公益性行业(农业)科研专项(201303011)。  
第一作者简介:杨纪龙(1989-),男,硕士,主要从事农业机械装备研究。E-mail:1194684861@qq.com。  
通讯作者:陈海涛(1962-),男,教授,博导,主要从事农业机械装备及生物质材料研究。E-mail:htchen@neau.edu.cn。

带清理干净,没有过长的秸秆、根茬和杂草,并且土壤墒情良好,土地平整,防止了播种装置发生堵塞拖堆。为播种作业提供了一个良好的播种环境。

本文的目的是对这种在防堵上有突出效果的 2BMFJ-BL5 免耕播种机进行其它性能的检测,为其产业化和推广应用提供依据。

1 结构及工作原理

原茬地免耕覆秸精量播种机结构和参数如图 1 和表 1 所示。其主要由清秸防堵种床整备装置、施肥装置、播种单体、覆土镇压装置和喷药装置等组成。



1:清秸防堵装置;2:施肥装置;3:播种单体;4:覆土镇压装置;5:喷药装置。  
1: Clear straw and straw anti clogging device; 2: Fertilizing device; 3: Seeding monomer; 4: Earth covering device; 5: Spraying device.

图 1 多功能原茬地免耕覆秸精量播种机的结构图  
Fig. 1 Structure diagram of the no tillage stubble covering straw seeder

工作原理:播种机与拖拉机采用三点悬挂方式联接,其牵引动力和清秸防堵装置的旋转动力由拖拉机及其动力输出轴提供。清秸防堵装置可将地面上的秸秆和根茬经过打击、传递、抛洒到播种机两侧,在防堵的同时,创造出良好的种床环境,其后方的肥开沟器,在地表以 8 ~ 10 cm 土壤深度处开出肥沟,种开沟器在地表以下 3 ~ 5 cm、肥沟侧方约 5 cm 的位置处开出种沟,同时施肥器和排种器随之完成施肥和播种作业,覆土镇压器将湿润的土壤覆盖回种子的上面并压实种沟上侧的土壤,使湿土与种子紧密接触,喷药装置在覆土镇压后的土壤上喷洒封闭药抑制杂草的生长,在播种、施肥的过程中均安装有种肥监控装置;回程作业时,清秸防堵装置又可将秸秆和根茬均匀地覆盖回已播地块,起到蓄

水保墒和提高土壤有机质含量的作用。

2 材料与方法

2.1 试验环境

试验于 2015 年 4 月 30 日,在黑龙江省克山县沈阳军区空军后勤部克东农副业基地完成。克山县地处 E126°01' ~ E126°41', N47°43' ~ N48°18'。克山县有效积温 2 503.6℃,为第三积温带。土壤硬度 16.7 kg·cm<sup>-2</sup>,土壤湿度 34.7%,玉米秸秆覆盖量 0.994 kg·m<sup>-2</sup>(图 3)。

表 1 主要技术参数 Table1 The main technical parameters		
参数 Parameters	参数值 Parameter values	
配套拖拉机功率 Supporting power tractor/kW	51.4 ~ 80.8 (70 ~ 110 马力)	
动力输出轴转数 The power output shaft revolution /(r·min <sup>-1</sup> )	540	
外形尺寸 Shape size/mm	3450 × 2500 × 1460	
结构质量 Architectural quality/kg	1200	
挂接方式 Articulated way	三点全悬挂	
作业行数 Operation line number	5	
行 距 Row spacing/cm	65	
工作幅宽 Working width/m	3.25	
施 肥 量 Fertilizer rate/(kg·hm <sup>-2</sup> )	150 ~ 750	
施肥部位及深度 The application area and depth/cm	苗侧、种下 5	
播 种 量 Seeding rate/(million shares·hm <sup>-2</sup> )	大豆(行距 650 cm):3.5 ~ 3.7	
作业速度 Operating speed/(km·h <sup>-1</sup> )	5 ~ 6	
生 产 率 Productivity/(hm <sup>2</sup> ·h <sup>-1</sup> )	大豆:23.89 ~ 25.46	
运输间隙 Transport clearance/mm <sup>-1</sup>	≥310	



图 3 试验地  
Fig. 3 Test plot



图 4 播种均匀性测试  
Fig. 4 Seeding uniformity test

2.2.2 播种深度和两行种带间距的测定 播种覆土后,扒开土层,测定种子上部覆盖土层的厚度和两行种带的间距,如图 5 和图 6 所示。在往返各 1 个单程内预先交错选定好的 5 个 1 m 长的小区内进行,各小区内每行测 3 点,记录数据。

2.2.3 种肥深度和间距 为了避免肥料烧种,本机采用种子侧和下各 5 cm 施肥,在往返各单行程内,测 3 行,每行随机各选 5 点,测定时将土层横断面切开,测出种子与肥料相隔的土层厚度,以及种子重心与肥料重心之间的水平和垂直距离,如图 7 和图 8 所示,记录数据。



图 5 种子深度测试  
Fig. 5 Seed depth test pattern



图 7 种肥间距测试  
Fig. 7 Seed spacing test



图 6 两行种带间距测试  
Fig. 6 Two row spacing depth test pattern



图 8 种肥深度间距测试  
Fig. 8 Depth of seed fertilizer depth test

2.2.4 施肥均匀性 测定排肥器的排肥能力,试验时把肥箱装满,把外槽轮的有效长度调到理论的施肥量的长度(50 mm),把免耕播种机用拖拉机悬起,传动地轮能够自由转动,按照正常的工作状态的速度转动传动地轮,转动 21 圈,接取每个排肥口所排出的肥料,放一起进行称量,重复 3 次求平均值。按照式(1)计算排肥量。

$$Q=\frac{10q_z}{\pi Dnam}$$

(1)

式中, $Q$ —排肥量, $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;  $q_z$ —每次总排肥量的平均值, $\text{g}$ ;  $D$ —传动轮直径, $\text{m}$ ;  $a$ —平均行距, $\text{m}$ ;  $n$ —传动轮转的圈数,周;  $m$ —排肥口,个。

2.2.5 秸秆清秸率 秸秆清洁率的测定,在播种完区域中,利用五点取样进行取样,取清秸前后每平方米的秸秆量  $G_1$ 、 $G_2$ 。秸秆清洁率可有公式(2)求得<sup>[19]</sup>。

$$\eta_1=\frac{G_1-G_2}{G_1}\times 100\%$$

(2)

式中, $G_1$ —清秸前单位面积的秸秆, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ;  $G_2$ —清秸后单位面积的秸秆, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

2.2.6 播后植被覆盖率 按照农业部行业标准 NY/T1768-2009《免耕播种机质量评价技术规

范》<sup>[20]</sup>,测定播后植被覆盖率,采用五点法进行测量,试验田中去掉试验田的两端 10 m 的长度后平分为 5 个点,以 5 个点为中心,1 m<sup>2</sup> 内随机取 15 个测点,数出有秸秆覆盖的点数,按照式(3)计算出播后植被覆盖率<sup>[19]</sup>。

$$J=\frac{j_g}{j_q}\times 100$$

(3)

式中, $J$ —播后植被覆盖率,%;  $j_g$ —有秸秆覆盖的测点数,个;  $j_q$ —测点总数,个。

2.2.7 田间出苗率 在出苗整齐后测定田间出苗率。按对角线取 5 个小区,小区宽度等于 1 个工作幅宽,每行测定 1 m 的长度,测得各行出苗数,每个小区测定 3 次并求均值,按式(4)计算田间出苗率。

$$C=\frac{Q_s}{YXQ_c}\times 100$$

(4)

式中, $C$ —田间出苗率,%;  $Q_s$ —出苗数,株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ ;  $Q_c$ —播种粒数,粒 $\cdot\text{hm}^{-2}$ ;  $Y$ —种子用价,%。

2.3 试验结果与分析

2.3.1 播种均匀性 种子粒距测定与统计结果如表 2 所示。播种机的播种合格指数、重播指数、漏播指数、变异系数均达到了国家标准优等品水平。

表 2 粒距测定与统计结果  
Table 2 Testing and statistic data of space

理论粒距 Theory space /cm	性能指标 Performance indicators			
	合格指数	重播指数	漏播指数	变异系数
	Qualified rate/%	Multiple rate/%	Missed rate/%	CV/%
9	95.51	3.23	1.26	8.60
	96.32	2.83	0.85	10.70
	93.26	3.28	3.46	8.50
	88.09	2.94	8.97	11.40
	94.62	3.32	2.06	9.20
平均值 Mean	93.56	3.12	3.32	9.68

2.3.2 播种质量 试验结果如表 3 所示。垄上两行的种间平均间距平均合格率为 93.3%,播种深度平均合格率为 86.7%,达到了国家一等品的标准。

2.3.3 施肥质量 施肥均匀性测试结果如表 4 和表 5 所示。其中施肥深度平均合格率为 93.3%,种

肥水平间距平均合格率为 86.7%,种肥垂直间距合格率为 93.3%,符合免耕播种机的农艺要求。各行排肥量变异系数为 6.1%,达到了国家一等品的标准,总排肥量稳定变异系数为 3.0%,达到了国家优等品的标准。

表 3 播种田间试验测定结果

表 4 施肥田间试验测定结果

Table 3 Testing results of sowing performance

Table 4 Testing results of fertilization performance

项目 Items	播种深度 Seeding depth/cm	播种两行间距 Double spaces/cm
1	3.9	10.6
2	4.2	10.7
3	5.1	9.9
4	2.8	9.7
5	4.2	11.1
6	4.4	10.0
7	3.9	10.6
8	3.9	10.9
9	4.2	10.5
10	4.4	9.9
11	3.9	9.8
12	3.9	10.1
13	4.0	10.7
14	4.2	10.2
15	4.1	10.7
平均值 Mean	4.1	10.4
标准差 SD	0.5	0.4
变异系数 CV/%	12.2	4.3
平均合格率 Mean qualified rate/%	86.7	93.3

项目 Items	施肥深度 Fertilization depth/cm	种肥水平间距 ASF HD/cm	种肥垂直间距 ASF VD/cm
1	8.6	4.5	4.7
2	8.5	3.8	4.3
3	11.2	4.4	6.1
4	7.8	5.2	5.0
5	9.4	4.7	5.2
6	8.6	5.4	4.2
7	9.3	5.0	5.4
8	8.9	4.3	5.0
9	9.4	4.7	5.2
10	9.2	4.5	4.8
11	8.9	5.4	5.0
12	8.5	5.0	4.6
13	8.8	3.9	4.8
14	9.6	4.9	5.4
15	9.2	5.7	5.1
平均值 Mean	9.1	4.8	5.0
标准差 SD	0.8	0.5	0.5
变异系数 CV/%	8.3	11.4	9.4
平均合格率 Mean qualified rate/%	93.3	86.7	93.3

ASF; Average of seed and fertilizer; HD; Horizontal distance of seeds and fertilization; VD; Vertical distance of seeds and fertilization; CV; Coefficient of variability; SD; Standard deviation.

表 5 施肥均匀性测定结果

Table 5 Fertilization uniformity determination results

序号 Sequence number	I 肥管排肥量 I FA/kg	II 肥管排肥量 II FA/kg	III 肥管排肥量 III FA/kg	IV 肥管排肥量 IV FA/kg	V 肥管排肥量 V FA/kg	总排肥量 TFC/kg
1	107.3	104.4	117.6	111.9	128.7	569.9
2	123.4	112.7	115.4	108.4	105.7	565.6
3	114.9	121.5	124.5	123.5	121.8	606.2
4	124.1	126.6	106.4	114.2	114.3	585.6
5	119.3	116.1	125.3	123.7	112.5	596.9
平均值 Mean	117.8	116.3	117.8	116.3	116.6	584.8
标准差 SD	6.9	8.5	7.7	6.9	8.9	17.3
变异系数 CV/%	2.9	7.3	6.5	6.0	7.6	3.0

FA; Fertilizer amounts of fertilizer spout; TFC; The total row of fertilizer consumption.

2.3.4 秸秆清秸率 该试验表明:经过清秸覆秸装置,秸秆清秸率为 97.98%,清秸效果较好,创造了一个良好的播种环境(表6)。

2.3.5 播后植被覆盖率 播种植被覆盖率的测试如表7所示。植被的覆盖达到 97.32%,覆盖效果良好,保证了秸秆没有局部堆积,能够全面均匀的覆盖在播种后的土地上。

2.3.6 田间出苗率 田间出苗率测定结果如表8所示,出苗情况如图9所示。田间大豆出苗率达90%以上,达到国家标准优等品水平。出苗率高,苗齐,苗全、苗匀、苗壮,试验区的大豆生长良好。

表 6 秸秆清秸率测定结果  
Table 6 The determination results of straw stalk clearance rate

序号	清秸率		平均清秸率
Sequence number	G1/kg	G2/kg	Rate of cleaned straw/%
1	0.90	0.01	98.9
2	0.95	0.03	96.8
3	1.05	0.01	99.0
4	1.01	0.02	98.0
5	1.06	0.03	97.2

表 7 播后植被覆盖率测定结果  
Table 7 After planting vegetation coverage determination results

序号	植被覆盖测量点	植被覆盖点	植被覆盖率	平均植被覆盖率
Sequence number	The vegetation coverage measured points	Vegetation cover point	Vegetation cover rate/%	Mean vegetation cover rate/%
1	15	15	100.0	97.3
2	15	15	100.0	
3	15	14	93.3	
4	15	14	93.3	
5	15	15	100.0	

表 8 田间出苗率测定结果  
Table 8 Testing data of field emergency rate

序号	播种粒数	出苗数	出苗率	平均出苗率	种子发芽率	种子纯洁率
Sequence number	Number of seeds	Seeding number	Seeding rate/%	Average seeding rate/%	Germination rate/%	Seed cleanliness/%
1	110	103	96.5	94.8	98.0	99.0
2	110	105	98.4			
3	110	97	90.9			
4	110	101	94.6			
5	110	100	93.7			



图 9 免耕播种机出苗情况  
Fig. 9 The soybean emergency of no-till seeding

3 结 论

按照国家相关标准对 2BMFJ-XH5 型原茬地免耕覆秸精量播种机进行性能试验。该播种机一次进地,完成精密播种、施肥、覆土、镇压、喷药、秸秆

均匀覆盖作业环节。  
播种机以 3.6 km·h<sup>-1</sup>的作业速度在秸秆根茬残留量为 0.994 kg·m<sup>-2</sup>的人工收后玉米原茬地上试验,播种均匀性达到了国家标准优等品标准,播种深度合格率达到了一等品的标准。各行排

肥量一致性变异系数达到了国家一等品的标准,总排肥量稳定性变异系数达到了国家优等品的标准。施肥深度平均合格率为93.3%,种肥水平间距平均合格率为86.7%,种肥垂直间距合格率为93.3%,符合免耕播种机的农艺要求。平均秸秆清秸率为96.98%,平均植被覆盖率为97.3%,平均田间出苗率达94.8%,出苗率高,苗齐,苗全、苗匀、苗壮,试验区的大豆生长良好。

本机型解决了秸秆难于处理,机具多次进地造成对土壤压实等难题,并且有良好的作业性能。为2BMFJ-XH5型大豆原茬地免耕覆秸精量播种机的产业化和推广应用提供了理论依据。

参考文献

[1] 李红标,杨光. 保护性耕作技术的主要作用及应用[J]. 农业科技与设备, 2015(5): 1-2. (Li H B, Yang G. Main function of conservation tillage technique and its application[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2015(5): 1-2.

[2] 李建峰,宋宇,李蒙蒙,等. 江汉平原秸秆焚烧污染物排放的估算[J]. 北京大学学报, 2015, 51(4): 647-656. (Li J F, Song Y, Li M M, et al. Estimating air pollutants emissions from open burning of crop residues in jiangnan plain[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2015, 51(4): 647-656.

[3] 隋雨含,赵兰坡,赵兴敏. 玉米秸秆焚烧对土壤理化性质和腐殖质组成的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(4): 316-326. (Sui Y H, Zhao L P, Zhao X M. Effect of cron straw burning on soil physicochemical property and composition of humus [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2015, 29(4): 316-326.

[4] 高富强,陶仁,齐鹏. 2BQMJ-2型玉米免耕播种机播种性能试验[J]. 农业科技与装备, 2015(7): 5-8. (Gao F Q, Tao R, Qi P. Performance experiment of type 2BQMJ-2 maize no-tillage seeder [J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2015(7): 5-8.

[5] 孙伟,吴建民,黄晓鹏,等. 2BFM-5型山地免耕播种机的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 28-31. (Sun W, Wu J M, Huang X P, et al. Design and field experiments of 2BFM-5 hilly no-tillage seeder [J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(11): 28-31. )

[6] 孙利军,张仁陟,黄高宝. 保护性耕作对黄土高原旱地地表土壤理化性状的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(6): 207-211. (Sun L J, Zhang R Z, Huang G B. Effects of the conservation tillage on the physicochemical characteristics of soil surface in the semi-arid areas of the Loess platea [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2007, 25(6): 207-211.

[7] Kong L G. Maizeresidues, soil quality, and wheat growth in China [J]. Agronomy for Sustainable Development, 2014, 34: 405-416.

[8] Humberto B C. Soil structure and organic carbon relationships following 10 years of wheat straw management in no-till [J]. Soil Tillage Research, 2007, 95: 240-254.

[9] Huang Y L, Chen L D, Fu B J, et al. The wheat yields and water-use efficiency in the Loess Plateau: Straw mulch and irrigation effects[J]. Agricultural Water Management, 2005, 72: 209-222.

[10] 朱玉芹,岳玉兰. 玉米秸秆还田培肥地力研究综述[J]. 玉米

科学, 2004, 12(3): 106-108. (Zhu Y Q, Yue Y L. Research progress maize straw mulching for enriching the soil fertility [J]. Maize Science, 2004, 12(3): 106-108.

[11] 吴晓丽,汤永禄,李朝苏,等. 秋季玉米秸秆覆盖对丘陵旱地小麦生理特性及水分利用效率的影响[J]. 作物科学, 2015, 41(6): 929-937. (Wu X L, Tang Y L, Li C S, et al. Effects of autumn straw mulching on physiological characteristics and water use efficiency in winter wheat grown in hilly drought region [J]. Acta Agronomica Sinica, 2015, 41(6): 929-937.

[12] 苏元升,高焕文,张晋国. 免耕播种开沟器工作性能的测试与分析[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(4): 28-30. (Su Y S, Gao H W, Zhang J G. Measurement and analysis on working performance of tine furrow openers on no-tillage soil [J]. Journal of China Agricultural University, 1999, 4(4): 28-30.

[13] 包文育,吴仕宏,林静,等. 玉米免耕播种滚动圆盘式破茬刀室内试验研究[J]. 现代农业科技, 2010(8): 265. Bao W Y, Wu S H, Lin J, et al. Indoor experiment of maize no-tillage seeding with cutting residues of rolling coulter [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2010(8): 265.

[14] 杨帆,李问盈. 免耕播种机防堵装置的设计[J]. 农机化研究, 2009, 31(7): 59-61, 65. (Yang F, Li W Y. The improving research of widen wheel tractor in the controlled traffic [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009, 31(7): 59-61, 65.

[15] 赵旭,张祖立,唐萍,等. 被动式倾斜波纹圆盘破茬刀工作性能试验[J]. 农业机械学报, 2011, 42(1): 64-67. (Zhao X, Zhang Z L, Tang P, et al. Behavior of passive stubble-cutting disc with oblique ripples [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(1): 64-67.

[16] 中华人民共和国行业标准. 单粒(精密)播种机试验方法: GB/T6973-2005[S]. 北京: 中华人民共和国国际质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2006. (Standardization Administration of China. Testing Methods of Single Seed Drills: GB/T6973-2005 [S]. Beijing: International quality supervision, inspection and quarantine of the People's Republic of China, 2006-05-01. )

[17] 余嘉,陈海涛,纪文义,等. 小麦茬地免耕大豆精密播种机性能试验研究[J]. 大豆科技, 2010(3): 31-32. (Yu J, Chen H T, Ji W Y, et al. Performance test of no-tillage soybean precision seeder for wheat stubble field [J]. Soybean Science & Technology, 2010(3): 31-32. )

[18] 王汉羊,陈海涛,纪文义,等. 2BMFJ-3(B)型茬地大豆免耕覆秸精播机性能试验研究[J]. 大豆科技, 2012(2): 43-46. (Wang H Y, Chen H T, Ji W Y, et al. Performance test on 2BMFJ-3(B) no-tillage soybean precision seeder in stubble field [J]. Soybean Bulletin, 2012(2): 43-46.

[19] 王汉羊,陈海涛,纪文义. 2BMFJ\_3型麦茬地免耕精播机防堵装置[J]. 农业机械学报, 2013, 44(4): 64-70. (Wang H Y, Chen H T, Ji W Y. Anti-blocking mechanism of type 2BMFJ-3 no-till precision planter for wheat stubble fields [J]. Transaction of the CSAM, 2013, 44(4): 64-70. )

[20] 中华人民共和国农业行业标准. 免耕播种机质量评价技术规范: NY/T1768-2009[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2009. (Agricultural industry standard of the People's Republic of China. Technical specifications of quality evaluation for no-tillage drilling machinery: NY/T1768-2009 [S]. Beijing: The Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, 2009.