

大豆平作密植精密播种机及栽培技术试验研究

李杞超¹, 姜微², 陈海涛¹, 纪文义¹

(1. 东北农业大学 工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 哈尔滨金融学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:介绍了自主研制的2BPJ-12型大豆平作密植精密播种机结构,并采用行距35 cm平作密植栽培技术,研究了大豆不同种植密度和肥料不同施用方法对植株密度和产量的影响,同时与大垄密植栽培方式进行对比。结果表明:所研制的播种机能够正常运输与作业,满足大豆平作窄行密植机械化播种作业要求。大豆平作密植栽培方式明显高于大垄密植栽培方式的产量,种植密度35万株·hm⁻²分层施肥种植方法增产效果最明显。该项技术为黑龙江省大豆平作密植栽培方式的推广提供了理论依据和技术支撑。

关键词:大豆;精密播种机;平作密植;产量

中图分类号:S223.2

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2014)02-0184-06

Study on Soybean Flat-dense Precision Seeder and Planting Technology

LI Qi-chao¹, JIANG Wei², CHEN Hai-tao¹, JI Wen-yi¹

(1. Engineering College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2. Harbin Finance University, Harbin 150030, China)

Abstract: Based on flat-dense planting cultivation technique in 35 cm row space, 2BPJ-12 type soybean flat-dense planting precision seeder was developed, the effect of soybean different planting density and different fertilizer application methods on plant density and yield was studied, meanwhile, compared it with the grand ridge condensed planting and cultivation techniques. The experimental results indicated that, the seeder can normal transport and work, meet the requirements of soybean flat-plowing narrow row and condensed mechanized sowing work. The yield of soybean flat-dense planting cultivation is higher than grand ridge condensed planting cultivation. The yield-increasing effect of layered fertilization growing method was very obvious. The technology provided theoretical basis and technical support for the promotion of soybean flat-dense planting cultivation in Heilongjiang province.

Key words: Soybean; Precision seeder; Flat-dense planting; Yield

大豆是重要的粮食、饲料和油料作物,在农业生产和人民生活中占有举足轻重的地位,由于单产低、效益差等问题,国内大豆种植面积日益减少,进口量逐年上涨^[1-2]。国内外大豆研究与生产实践证明,大豆窄行平作密植是一项增产显著的栽培技术。Cooper^[3]利用半矮秆品种和窄行密植技术,在美国俄亥俄州连续稳定实现6 000 kg·hm⁻²以上的产量;Lawn等^[4]在澳大利亚获得8 604 kg·hm⁻²的高产纪录。在国内,刘忠堂等^[5-6]采用平作窄行密植栽培技术,使大豆增产达20%以上,但目前尚未得到大面积应用,其主要瓶颈在于平作密植栽培与传统栽培方式相比,耕法差异较大、性能兼容性差且技术要求复杂,与其配套的播种机具研究应用较少^[7-8]。为促进该项技术广泛应用,利用2BPJ-12型大豆平作密植精密播种机,对行距35 cm平作密植栽培方式,结合施肥在香坊农场和红星农场进行试验,研究该项技术增产效果和机具的适应性,为黑龙江省大豆平作密植栽培方式的推广提供技术装

备支撑。

1 2BPJ-12型大豆平作密植精密播种机结构

1.1 结构特点

2BPJ-12型大豆平作密植精密播种机主要由主机梁架、限深支撑轮、播种施肥一体化单元组、划印器、风机和运输装置等部分组成(图1)。主机梁架设计为“皿”字型结构,兼作稳压箱及气流传输通道,使风机产生的气流强度对每个排种器吸气压力均匀一致,确保吸种的均匀性和稳定性。播种施肥一体化单元组主要由一套精确仿形平行四杆机构,一个传动限深地轮,双套播种施肥装置以及双套覆土镇压装置组合而成(图2)。其主要特点是各单元组间具有相对独立性。这种播种施肥一体化单元组集成可以解决大型播种机具宽幅作业地面精确仿形问题,每个单元组可以根据不同的地形各自进

收稿日期:2013-04-18

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04);“十二五”农村领域国家科技计划课题(2011BAD20B03-01-02)。

第一作者简介:李杞超(1978-),男,硕士,工程师,主要从事农业机械研究。E-mail:qc_lee@sina.com。

通讯作者:纪文义(1970-),男,高级工程师,主要从事农业机械研究。E-mail:jwy730306@163.com。

行上下仿形,总仿形量可达 275 mm,保证了播种施肥同步仿形,播深一致,种肥距离相等,同时为部件的调配安装及维护保养提供了便利条件。各单元组以整机横向中心对称面为基准左右对称布置在后梁上,运用所研制的平行四杆机构,使相邻两单元组前后错排 20 cm 布置,主要解决行间防堵,整机受力平衡的问题。单元组地轮研制为直径 480 mm 的辐条钢爪式,驱动双套播种施肥机构,减少多级型传动,降低滑移率,提高传动的稳定性,同时具有较好限深效果。播种开沟器采用单圆盘和护种板的组合形式,工作时可缩小沟槽的横向尺寸,使土壤扰动小,起到保墒作用。施肥器采用整体式双槽轮排肥器,可以将肥料精量分流导入施肥管中,其结构简单、体积小。施肥开沟器设计为双管双通钝角式,工作时能够先后开出深浅两沟,且在浅层肥管设有强制回土机构,解决分层施肥问题。覆土器采用双圆盘覆土形式。镇压器设计斜齿滚轮式,轮缘采用六棱钢焊合而成,其优点是不易粘土、碎土性强。运输方式采用横向牵引式,设计了液压传动控制牵引架升降装置和行走装置,有效解决宽幅机具运输难题。

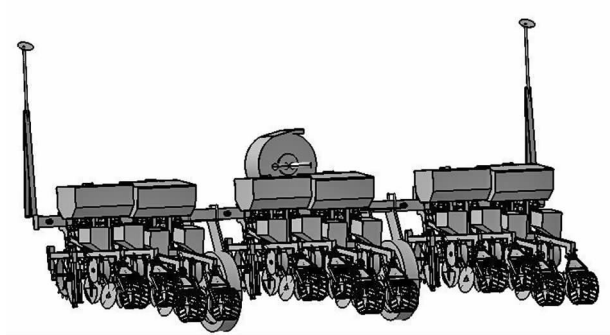


图 1 2BPJ-12 型大豆平作密植精密播种机结构
Fig. 1 Structure of 2BPJ-12 soybean flat-dense precision seeder

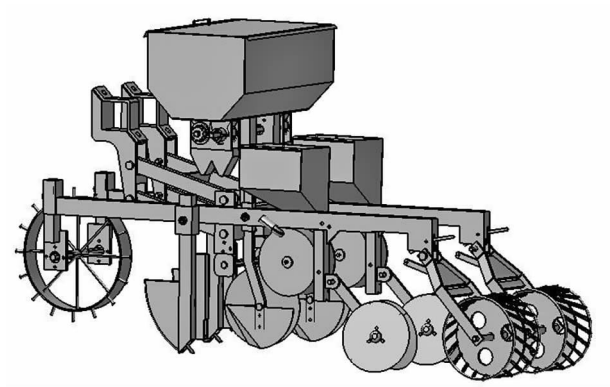


图 2 播种施肥单元组机构
Fig. 2 The mechanism for seeding-fertilizing unit

1.2 主要技术参数
播种机主要技术参数,如表 1 所示。

表 1 技术参数
Table 1 Technical parameters

项目 Item	参数 Parameters
作业状态(长×宽×高)/mm	2100×5250×3200
运输状态(长×宽×高)/mm	6150×2100×2300
整机质量/kg	2100
配套动力/kW	73.5~102.9
工作行数/行	12
作业行距/mm	350
作业幅宽/mm	5250
作业速度/km·h ⁻¹	6~9
生产率/hm ⁻² ·h ⁻¹	3~5
播种深度/mm	30~50
施肥深度/mm	80、120 分层施肥
排种器形式及个数/个	气吸式 12
排种器排量调节方式	调整传动比
排肥器形式及个数/个	双轮排肥器/12
排肥器排量调节方式	整体调肥/单个调肥
种子箱容积/L	10
肥料箱容积/L	60
输种管形式	无
输肥管形式	伸缩软管
排种开沟器形式	单圆盘与护种板组合
排种开沟器数量/个	12
排肥开沟器形式	双管双通钝角式
排肥开沟器数量/个	12
覆土深度/mm	30~80 可调
排种量监测率/%	98

2 栽培技术试验

2.1 试验材料
供试大豆品种绥农 26, 粒径 6.5~7.5 mm, 百粒重 21.2 g; 种子含水量为 10%, 净度 97%, 纯度 96%, 发芽率≥90%; 黑河 43, 粒径 5.5~6.5 mm, 百粒重 20.4 g; 种子含水量为 12%, 净度 98%, 纯度 98%, 发芽率≥85%。试验分别在香坊农场东北农业大学实验实习基地和红星农场实施。
两地区施用相同肥料, 均为 N 108 kg·hm⁻², (其中 50% 为缓释氮肥)、P₂O₅ 112 kg·hm⁻²、K₂O 30 kg·hm⁻² 掺混配成的复合肥料, 其用量为 400 kg·hm⁻²。

2.2 设备仪器

2BPJ-12 型大豆平作密植精密播种机(图3),完成行距 35 cm 平作密植方式;2BJQ-6 型气吸式精量播种机(图4),在红星农场完成大垄密植方式;卷尺(量程:3 m;精度:1 mm),天平,卡尺。



图3 2BPJ-12 型大豆平作密植精密播种机
Fig. 3 2BPJ-12 soybean flat-dense precision seeder



图4 2BJQ-6 型气吸式精量播种机
Fig. 4 2BJQ-6 vacuum precision seeder

2.3 试验方法

各试验处理区划分(图5):香坊农场:处理 X_1 —种植密度 30 万株 \cdot hm $^{-2}$ 分层施肥,处理 X_2 —种植密度 30 万株 \cdot hm $^{-2}$ 不分层施肥,处理 X_3 —种植密度 35 万株 \cdot hm $^{-2}$ 分层施肥,处理 X_4 —种植密度 35 万株 \cdot hm $^{-2}$ 不分层施肥;红星农场:处理 Y_1 —种植密

保护带						
保 护 带	m	200	200	200	170	保 护 带
	10	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
	10	X ₄	X ₁	X ₂	X ₃	
	10	X ₃	X ₄	X ₁	X ₂	
保护带						
香坊农场						
Xiangfang Farm						

保护带							
保护带	m	400	200	200	200	160	保护带
	20	CK	Y_1	Y_4	Y_2	Y_3	
	20	Y_1	CK	$Y_{3,}$	Y_4	Y_2	
	15	Y_3	Y_2	Y_1	CK	Y_4	
保护带							
红星农场							
Hongxing Farm							

图5 试验地块区域划分

Fig. 5 Experiment field partition

度 35 万株 \cdot hm $^{-2}$ 分层施肥,处理 Y_2 —种植密度 35 万株 \cdot hm $^{-2}$ 不分层施肥,处理 Y_3 —种植密度 40 万株 \cdot hm $^{-2}$ 分层施肥,处理 Y_4 —种植密度 40 万株 \cdot hm $^{-2}$ 不分层施肥,同时与大垄密植(CK)45 万株 \cdot hm $^{-2}$ 作对照。其中,处理区采用研制的 2BPJ-12 型大豆平作密植精密播种机播种,对照区采用 2BJQ-6 型气吸式精量播种机播种。

秋收前在各自区域内每区随机选取 2 m 2 面积作为样本,每个区域选取 3 个样本计算平均值为该区域样本,测定每个样本株数、产量。采用单因素多重比较试验方法^[9],设定目标函数为植株密度(万株 \cdot hm $^{-2}$)与产量(kg \cdot hm $^{-2}$)。通过 Design-Expert 6.0 软件对测得的试验数据进行分析,并运用多重比较方法判断两个水平均值间的差异显著性。

3 结果与分析

3.1 不同处理区对植株密度的影响

如表 2 所示,平作密植栽培模式中,植株密度 30 万株 \cdot hm $^{-2}$ 的植株总数明显低于 35 万株 \cdot hm $^{-2}$ 的植株总数,植株密度 35 万株 \cdot hm $^{-2}$ 的植株总数明显低于 40 万株 \cdot hm $^{-2}$ 的植株总数;平作密植栽培模式株数明显低于大垄密植栽培模式。说明 2BPJ-12 型大豆平作密植精密播种机播种性能稳定。

方差结果显示两试验田不同栽培处理方式对植株密度的影响均极显著(表 3)。为判断两试验田两水平均值间的差异显著性,运用多重比较方法进行分析,结果表明,在香坊农场平作密植栽培模式中,两种植株密度相比差异极显著;在红星农场平作密植栽培模式中,两种植株密度相比差异极显著,与大垄密植栽培模式对比差异极显著(表 4)。

表 2 试验结果
Table 2 Results of experiment

香坊农场 Xiangfang Farm			红星农场 Hongxing Farm		
处理 Treatment	植株密度/万株·hm ⁻² Plant density/ 10 ⁴ plants·hm ⁻²	产量 Yield/kg·hm ⁻²	处理 Treatment	植株密度 Plant density/ 10 ⁴ plants·hm ⁻²	产量 Yield/kg·hm ⁻²
X ₁	19.5	3055	Y ₁	24.5	3280
X ₁	19.5	3150	Y ₁	23.5	3105
X ₁	20.5	3050	Y ₁	24.5	3205
X ₂	20.0	2850	Y ₂	22.5	3005
X ₂	21.5	2950	Y ₂	24.5	3015
X ₂	19.0	2880	Y ₂	26.0	2980
X ₃	26.5	3350	Y ₃	29.5	3075
X ₃	25.0	3415	Y ₃	30.0	2960
X ₃	23.0	3220	Y ₃	27.5	2850
X ₄	25.5	3200	Y ₄	27.5	2770
X ₄	23.5	3105	Y ₄	29.0	2835
X ₄	27.0	3015	Y ₄	27.5	2725
—	—	—	CK	32.5	2610
—	—	—	CK	32.5	2695
—	—	—	CK	33.5	2545

表 3 方差分析
Table 3 The table of variance analysis

试验田 Planting site	来源 Origin	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均方和 Sum of mean	F 值 F value	Prob > F
香坊农场 Xiangfang Farm	因子 Factor	78.06	3	26.02	12.88	0.0020
	误差 Error	16.17	8	2.02		
	总和 Total	94.23	11			
红星农场 Hongxing Farm	因子 Factor	162.93	4	40.73	30.17	<0.0001
	误差 Error	13.50	10	1.35		
	总和 Total	176.43	14			

3.2 各处理方式对产量的影响

在平作密植栽培方式中,相同植株密度分层施肥种植方式的产量明显高于不分层施肥种植方式,平均增幅可达 6.1%;种植密度 35 万株·hm⁻²的产量要高于其他植株密度,香坊农场种植密度 35 万株·hm⁻²分层施肥种植方式的产量最高,相对于其他种植方式平均增产 8.7%;在红星农场平作密植

栽培方式的产量均明显高于大垄密植栽培方式,最高可达 18.1%。

方差分析结果表明两试验田不同栽培处理方式对产量的影响均极显著(表 5)。判断两试验田两水平均值间的差异显著性,运用多重比较方法进行分析,结果表明,在香坊农场试验田上,植株密度相同的分层施肥与不分层施肥对产量影响有极显著差

表 4 差异显著性分析
Table 4 Analysis of difference significance

试验田 Planting site	处理 Treatments	均值差 Mean deviation	自由度 Degree of freedom	标准偏差 Std. D	t 值 t value	Prob > t	显著性 Sig.
香坊农场 Xiangfang Farm	X ₁ vs X ₂	-0.33	1	1.16	-0.29	0.7813	
	X ₁ vs X ₃	-5.00	1	1.16	-4.31	0.0026	极显著
	X ₁ vs X ₄	-5.50	1	1.16	-4.74	0.0015	极显著
	X ₂ vs X ₃	-4.67	1	1.16	-4.02	0.0038	极显著
	X ₂ vs X ₄	-5.17	1	1.16	-4.45	0.0021	极显著
	X ₃ vs X ₄	-0.50	1	1.16	-0.43	0.6780	
红星农场 Hongxing Farm	Y ₁ vs Y ₂	0	1	0.95	0	1.0000	
	Y ₁ vs Y ₃	-4.67	1	0.95	-4.92	0.0006	极显著
	Y ₁ vs Y ₄	-3.67	1	0.95	-3.87	0.0031	极显著
	Y ₁ vs CK	-8.83	1	0.95	-9.31	<0.0001	极显著
	Y ₂ vs Y ₃	-4.67	1	0.95	-4.92	0.0006	极显著
	Y ₂ vs Y ₄	-3.67	1	0.95	-3.87	0.0031	极显著
	Y ₂ vs CK	-8.83	1	0.95	-9.31	<0.0001	极显著
	Y ₃ vs Y ₄	1.00	1	0.95	1.05	0.3166	
	Y ₃ vs CK	-4.17	1	0.95	-4.39	0.0014	极显著
	Y ₄ vs CK	-5.17	1	0.95	-5.45	0.0003	极显著

表 5 方差分析表
Table 5 The table of variance analysis

试验田 Planting site	来源 Origin	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均方和 Sum of mean	F 值 F value	Prob > F
香坊农场 Xiangfang Farm	因子 Factor	288383	3	96128	20.91	0.0004
	误差 Error	36783	8	4598		
	总和 Total	325166	11			
红星农场 Hongxing Farm	因子 Factor	590307	4	147577	25.09	<0.0001
	误差 Error	58817	10	5882		
	总和 Total	649123	14			

异;种植密度为 30 万株·hm⁻²不分层施肥与 35 万株·hm⁻²不分层施肥的产量差异极显著;30 万株·hm⁻²分层施肥与 35 万株·hm⁻²分层施肥差异极显著,与 35 万株·hm⁻²不分层施肥差异不显著。在红星农场试验田上,平作密植栽培方式中,植株密度相同的分层施肥与不分层施肥对产量影响差异显著;种植密度为 35 万株·hm⁻²分层施肥与种植密

度 40 万株·hm⁻²分层成不分层施肥差异为极显著;35 万株·hm⁻²不分层施肥与 40 万株·hm⁻²不分层施肥差异极显著,与 40 万株·hm⁻²分层施肥差异不显著;与大垄密植栽培方式对比,种植密度为 35 万株·hm⁻²和 40 万株·hm⁻²分层施肥的产量影响为极显著差异,40 万株 hm⁻²不分层施肥有显著差异(表 6)。

表 6 差异显著性分析表
Table 6 Analysis of difference significance

试验田 Planting site	处理 Treatments	均差值 Mean deviation	自由度 Degree of freedom	标准偏差 Std. D	t 值 t value	Prob > t	显著性 Sig.
香坊农场 Xiangfang Farm	X ₁ vs X ₂	191.67	1	55.36	3.46	0.0085	极显著
	X ₁ vs X ₃	-243.33	1	55.36	-4.40	0.0023	极显著
	X ₁ vs X ₄	-55.00	1	55.36	-0.99	0.3496	
	X ₂ vs X ₃	-435.00	1	55.36	-7.86	<0.0001	极显著
	X ₂ vs X ₄	-246.67	1	55.36	-4.46	0.0021	极显著
	X ₃ vs X ₄	188.33	1	55.36	3.40	0.0093	极显著
红星农场 Hongxing Farm	Y ₁ vs Y ₂	196.67	1	62.62	3.14	0.0105	显著
	Y ₁ vs Y ₃	235.00	1	62.62	3.75	0.0038	极显著
	Y ₁ vs Y ₄	420.00	1	62.62	6.71	<0.0001	极显著
	Y ₁ vs CK	580.00	1	62.62	9.26	<0.0001	极显著
	Y ₂ vs Y ₃	38.33	1	62.62	0.61	0.5541	
	Y ₂ vs Y ₄	223.33	1	62.62	3.57	0.0051	极显著
	Y ₂ vs CK	383.33	1	62.62	6.12	0.0001	极显著
	Y ₃ vs Y ₄	185.00	1	62.62	2.95	0.0144	显著
	Y ₃ vs CK	345.00	1	62.62	5.51	0.0003	极显著
	Y ₄ vs CK	160.00	1	62.62	2.56	0.0286	显著

4 结 论

大豆适宜的种植密度与肥料分层施用可有效节省良种、提高产量,其中种植密度为 35 万株·hm⁻²分层施肥平作密植栽培方式的产量明显高于其他密度处理。

所研制的 2BPJ-12 型大豆平作密植精密播种机播种施肥一体化单元组结构能够满足播种施肥稳定性、均匀性和同步仿形要求,整机能够正常运输与作业,完全满足大豆平作窄行密植机械化播种作业要求。该项技术为大豆平作密植栽培方式的推广提供了技术装备支撑。

参考文献

[1] 张春宝,李玉秋,彭宝,等. 线粒体 ISSR 与 SCAR 标记鉴定大豆细胞质雄性不育系与保持系[J]. 大豆科学,2013,32(1):19-22. (Zhang C B, Li Y Q, Peng B, et al. Identification of soybean cytoplasmic male sterile line and maintainer line with mitochondrial ISSR and SCAR markers[J]. Soybean Science, 2013, 32(1): 19-22.)

[2] 卢清瑶,赵琳,李冬梅,等. RAV 基因对拟南芥和大豆不定芽再生的影响[J]. 大豆科学,2013,32(1):23-27. (Lu Q Y, Zhao L, Li D M, et al. Effects of RAV gene on shoot regeneration of Arabidopsis and soybean[J]. Soybean Science, 2013, 32(1): 23-27.)

[3] Cooper R L. High-yield-system-in-place (HYSIP) concept for soybean production[J]. Journal of Production Agriculture (USA), 1989, 2:312-324.

[4] Lawn R J, T roed son R J, Garside A L, et al Soybean in saturated soil a new way to higher yields[C]. World Soybean Research Conference III, Program and Abstracts. Iowa State University, Ames, IA. 1984:576-581.

[5] 刘忠堂. 大豆窄行密植高产栽培技术的研究[J]. 大豆科学, 2002, 21(2): 117-122. (Liu Z T. Study on technology for high yield of solid-seeded soybean[J]. Soybean Science, 2002, 21(2): 117-122.)

[6] 刘忠堂,毕远林. 从科技进步谈黑龙江省大豆产量的提高和增产潜力[J]. 大豆通报, 2006(1): 1-3. (Liu Z T, Bi Y L. Yield rise and potential of Heilongjiang soybean production in the perspective of science and technology progress[J]. Soybean Bulletin, 2006(1): 1-3.)

[7] 赵大为,孟媛. 机械化精量播种技术发展研究[J]. 农业科技与装备, 2010(6): 58-60. (Zhao D W, Meng Y. Research on the mechanized precision seeding technology[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2010(6): 58-60.)

[8] Xiang D X, Chen H T, Ji W Y. Development of 2BZJ-3/4 precision planter for soybean narrow-row flat-dense planting method[J]. Journal of Northeast Agricultural University (English Edition), 2010, 17(3): 43-47.

[9] 徐中儒. 回归分析与试验设计[M]. 北京:中国农业出版社, 1998. (Xu Z R. Regression analysis and experimental design[M]. Beijing: Agricultural Press of China, 1998.)