

# 玉米套作大豆模式复合群体高产高效优化配置技术研究

张明荣,何泽民,吴海英,梁建秋,冯 军

(南充市农业科学院,国家大豆产业技术体系南充综合试验站,四川 南充 637000)

**摘要:**利用大豆品种南豆12,在玉米套作大豆模式下,对影响玉米套作大豆复合群体产量效益的带宽比、播期、群体配置3个主要因子进行了试验研究。结果表明:以玉米窄行40 cm、宽行160 cm为玉米套作大豆最优带宽配置;在与早熟和中熟玉米套作时,6月18日是南豆12获得高产的最适播期,与迟熟玉米套作时,6月26日是南豆12获得高产的最适播期,玉米套作南豆12的适宜播种期以玉豆共生期控制在42 d以内为宜;玉米6万株 $\cdot$ hm $^{-2}$ 、大豆9.9万株 $\cdot$ hm $^{-2}$ 是玉豆两季作物双高产高效的最优复合群体配置。

**关键词:**玉米套作大豆;复合群体;带宽;播种期

**中图分类号:**S565.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-9841(2012)04-0575-04

## Optimal Allocation Technology for Compound Population of Relay-intercropping Maize with Soybean

ZHANG Ming-rong, HE Ze-min, WU Hai-ying, LIANG Jian-qiu, FENG Jun

(Nanchong Academy of Agricultural Sciences, Nanchong Comprehensive Experimental Station of National Soybean Industry Technology System, Nanchong 637000, Sichuan, China)

**Abstract:** We investigated the influence of field population structure, including stripe pattern, sowing date and planting density, on the yield and economic return of relay-intercropping of maize with soybean Nandou12. The results showed that yields were the highest and economic returns were the maximum when the ratio of narrow rows to wide rows for maize was 40 : 160 cm. Under this stripe pattern, the optimum sowing date of soybean Nandou12 was June 18 and June 26 when intercropped with early- and late-mature maize, respectively. The suitable symbiotic period of maize and soybean was less than 42 days. The optimum planting density of maize and soybean were respectively  $6.0 \times 10^4$  plants $\cdot$ ha $^{-1}$  and  $9.9 \times 10^4$  plants $\cdot$ ha $^{-1}$  under the relay-intercropping condition.

**Key words:** Relay-intercropping of maize with soybean; Compound population; Stripe pattern; Sowing date

四川省大豆种植方式主要是玉米套作大豆,其面积潜在在66.7万hm $^2$ 以上<sup>[1]</sup>,种植模式有“小麦/玉米/大豆”、“马铃薯/玉米/大豆”、“蚕豆/玉米/大豆”、“小麦/玉米/大豆+甘薯”,在这几种模式中,大豆均套种于植株高大的玉米林中,其共生期在50~60 d。因此,要实现玉米套作大豆双高产高效,必须开展玉米套作大豆配套品种合理搭配、带宽优化、播期协调、复合群体配置等相关技术研究。近年来,四川农业大学先后开展了玉米套作大豆模式配套大豆品种贡选1号与玉米套作相关技术研究,初步形成了玉米套作大豆模式及配套技术<sup>[2]</sup>。该模式的示范与应用推动了四川及西南地区套作大豆的发展,在全国大豆主产区面积逐年萎缩的情况下,四川及西南地区的大豆播种面积呈现出强劲的增长态势。但是,笔者在大面积生产中调研发现,玉米套作大豆模式还存在诸多问题,制约了套作大

豆产量、效益和发展潜力。

存在的主要问题:一是适宜玉米套作种植的耐荫高产良种十分缺乏,长期使用的玉米套作专用品种贡选1号已经混杂退化、感病较重、熟期较长,产量低而不稳;二是种植模式不规范。在大面积生产上“双二〇、双二五、双二八”等窄行带宽种植模式还占有相当大的面积,在窄行带宽种植下套作大豆产量较低,一般仅为450~600 kg $\cdot$ hm $^{-2}$ ;三是玉米对大豆荫蔽严重。由于大面积生产上玉米主要选用的是熟期较晚、植株高大的品种,大豆在与玉米共生期间受荫蔽时间较长、普遍形成纤细高脚弱苗而严重倒伏,导致大豆产量低、效益差;四是根腐病、豆秆黑潜蝇等病虫害较重<sup>[3]</sup>。

针对大面积生产上存在的主要问题,南充综合试验站利用南充市农科院新培育的耐荫高产优质大豆品种南豆12,从2009~2011年开展了玉米套

收稿日期:2012-04-24

基金项目:大豆现代产业技术体系资助项目(CARS-04-04A)。

第一作者简介:张明荣(1964-),男,研究员,主要从事大豆育种与栽培研究。E-mail:zhangminron@126.com。

作大豆复合群体产量效益的带宽比、播期、群体配置等主要技术因子试验研究,并形成了玉米套作大豆玉豆双双高产高效的带宽优化技术、播期协调技术、复合群体配置技术,为大面积生产服务提供了科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 带宽对玉米套大豆模式下群体产量与效益的影响

试验地点为南充市农科院试验基地,紫色壤土,肥力中等,在当地具有代表性。玉米选用株型松散晚熟类型品种成单30,大豆选用南豆12。

试验采用单因素随机区组设计。 $A_1$ :玉米宽行80 cm,窄行40 cm,在玉米宽行内套种2行大豆; $A_2$ :玉米宽行120 cm,窄行40 cm,在玉米宽行内套种2行大豆; $A_3$ :玉米宽行160 cm,窄行40 cm,在玉米宽行内套种2行大豆; $A_4$ :玉米、大豆等行距间隔种植,行距100 cm,玉米与大豆间隔50 cm; $A_5$ :玉米、大豆等行距间隔种植,行距70 cm,玉米与大豆间隔35 cm。每个处理种连续2带,每带长4 m。播种时,玉米密度4.8万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,大豆密度9.9万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。玉米3月下旬播种,大豆6月10日播种。玉米施底肥,尿素270 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 、过磷酸钙675 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 、氯化钾150 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,玉米大喇叭口期追施尿素270 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ;大豆底肥施过磷酸钙525 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 、氯化钾60 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,追肥视田间长势于初花期撒施尿素75 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。常规田间管理。

调查项目:玉米、大豆各处理的生育时期、收获期及小区产量,并计算各处理复合群体产量和经济效益。

### 1.2 不同熟期玉米套作大豆南豆12适宜播期筛选

试验地点选择在顺庆区潞溪镇2村,紫色壤土,肥力中等,在当地具有代表性。玉米选用先玉335(早熟品种)、南玉8号(中熟品种)、成单30(晚熟),大豆选用南豆12。种植模式选用四川主推的“双三〇麦/玉/豆”模式(玉-豆带宽比40:160 cm),即2 m开厢,1 m厢内播种4~5行小麦,预留厢1 m上种植2行玉米,玉米行距40 cm,小麦收后在玉米宽带160 cm上种植2行大豆。

试验采用单因素设计。大豆套播期设置为:4月1日、4月25日、5月5日、5月25日、6月5日、6月18日、6月26日、7月6日,小区面积13.3 m<sup>2</sup>,3次重复。玉米统一于3月28日播种,早熟玉米7月25日收获,中熟玉米7月31日收获,晚熟玉米8月

6日收获。8个播期的大豆于10月下旬集中成熟,统一在10月25日收获。

调查项目:不同熟期玉米的播种期、收获期、生育期,不同播期南豆12的成熟期、生育期、与玉米共生期、倒伏程度、小区产量。

### 1.3 玉米套作大豆复合群体优化配置

试验地点选择在顺庆区潞溪镇2村,丘陵二台土,土壤肥力中等,在当地具有代表性。选用四川大面积生产主推模式“双三〇麦/玉/豆”模式(玉-豆带宽比40:160 cm)。玉米选用晚熟类型品种成单30,于11叶期用矮丰625倍液化控,大豆选用南豆12。

二因素随机区组设计,玉米密度设置3个水平: $a_1$ :3.99万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ , $a_2$ :4.95万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ , $a_3$ :6万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ ;大豆密度设置4个水平: $b_1$ :4.95万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ , $b_2$ :7.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ , $b_3$ :9.9万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ , $b_4$ :12万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。共12个试验处理,每个处理小区长2 m,宽2 m,小区面积4 m<sup>2</sup>。玉米大豆均种植2个带,3次重复。玉米3月下旬播种,大豆6月20日播种。

调查项目:记载每个处理的玉米和大豆的播种期、成熟期、生育期、小区产量,并计算各处理复合群体的产量、产值和纯效益。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同带宽对玉米套作大豆产量与效益的影响

2.1.1 玉米产量 如图1所示,不同带宽处理对玉米产量的影响差异明显,带宽比越低,玉米产量越高,低带宽比有利于玉米高产;相反带宽比越高,玉米产量明显下降,不利于玉米高产。以带宽比 $A_5$ (70:70 cm)处理的玉米产量最高,产量达8383.5 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,比 $A_3$ 、 $A_2$ 分别增产3.65%、5.00%。

2.1.2 大豆产量 不同带宽处理对大豆产量的影响差异较大,带宽比越低,玉米产量高,但大豆产量极低;相反,带宽比越大,大豆产量越高,在宽带条件下有利于大豆高产。以 $A_3$ (40:160 cm)带宽处理的大豆产量最高(2287.5 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ),比其它带宽处理增产139.0%~401.6%。

2.1.3 群体产量和效益 不同带宽处理对玉-豆复合群体产量和效益的影响差异显著。在5个带宽处理中, $A_3$ 处理的复合群体产量为10375.5 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,比其余4个处理分别增产14.24%、17.32%、13.92%和17.37%,增产效果显著(图1); $A_3$ 处理复合群体产值28668.0元 $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,较其

余4个处理分别高7 378.5、6 508.5、6 247.5和5 710.5元·hm<sup>-2</sup>,增收效益明显(图2)。

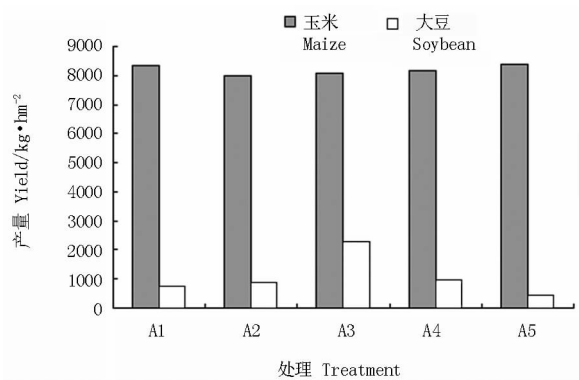


图1 不同带宽对玉豆复合群体产量的影响

Fig. 1 Yield of maize and soybean under different treatments

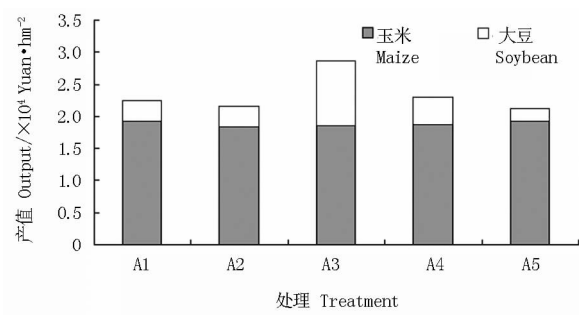


图2 不同带宽对玉豆复合群体效益的影响

Fig. 2 Economic return of maize and soybean under different treatments

## 2.2 不同熟期玉米套作南豆12不同播期条件下的大豆产量表现

如图3所示,在“双三〇玉/豆”(玉-豆带宽比40:160 cm)栽培模式条件下,南豆12套种于早熟和中熟玉米,均以6月18日播期产量最高,产量分别为2 592.0和2 421.0 kg·hm<sup>-2</sup>,相比其他播期显著增产13.46%~342.3%;南豆12套种于晚熟玉米,以6月26日播期的产量最高(2 353.5 kg·hm<sup>-2</sup>),相比其他播期显著增产11.04%~385.76%。因此,在“双三〇玉/豆”栽培模式条件下,6月18日是早熟和中熟玉米套作南豆12获得高产的最适宜播期,6月26日是晚熟玉米套作南豆12获得高产的最适宜播期。

大豆套种于玉米中越早,受荫蔽的时间就越长,倒伏减产就越重。因此,为了防止套作大豆大面积倒伏和减产,应根据玉米的熟期适当调整播期,大豆播期应随玉米熟期的推迟而延迟。在玉米套作大豆条件下,适当推迟大豆播期,既可以缩

短玉豆共生期,减轻玉米对大豆的荫蔽,同时也可以有效防止大豆弱苗倒伏、徒长,确保玉米套作大豆高产稳产。根据试验研究结果,套作大豆适宜播种期以玉豆共生期控制在42 d以内为宜。

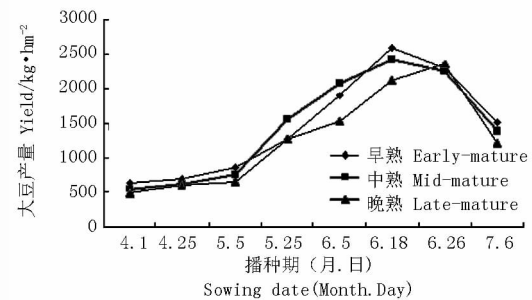


图3 与不同熟期玉米套作条件下

播期对大豆产量的影响

Fig. 3 Influence of sowing time on soybean yield when intercropped with maize of different maturity

## 2.3 不同密度配置对复合群体产量和效益的影响

2.3.1 玉米产量 不同玉米种植密度对玉米产量影响差异大,经方差分析,达到极显著水平。在试验密度范围内,随着密度的加大,玉米产量显著增加,以6万株·hm<sup>-2</sup>的玉米产量最高,平均产量达9 654 kg·hm<sup>-2</sup>,分别比3.99万株·hm<sup>-2</sup>和4.95万株·hm<sup>-2</sup>增产39.1%和16.9%。

2.3.3 大豆产量 经方差分析,不同大豆种植密度对大豆产量影响达到极显著水平。在4.95~9.9万株·hm<sup>-2</sup>种植密度范围内,随着密度的加大,大豆产量显著增加,密度达12万株·hm<sup>-2</sup>时产量呈明显降低,以9.9万株·hm<sup>-2</sup>大豆产量(2 616 kg·hm<sup>-2</sup>)最高,比4.95、7.5和12万株·hm<sup>-2</sup>分别增产111.7%、73.4%和25.3%。因此,在玉米套作大豆模式下,南豆12获得高产最适宜的密度是9.9万株·hm<sup>-2</sup>。

2.3.4 群体产量和效益 经方差分析,玉-豆套作不同密度配置对复合群体产量和效益的影响差异均达极显著水平。从表1看出:以a<sub>3</sub>b<sub>3</sub>处理的复合群体产量最高,达12 276 kg·hm<sup>-2</sup>,其中玉米产量9 684 kg·hm<sup>-2</sup>、大豆产量2 592 kg·hm<sup>-2</sup>,比其余11个处理复合群体增产3.67%~50.77%;同时以a<sub>3</sub>b<sub>3</sub>处理的复合群体产值最高,达33 678元·hm<sup>-2</sup>,其中玉米产值22 273.5元·hm<sup>-2</sup>、大豆产值11 404.5元·hm<sup>-2</sup>,比其余11个处理的复合群体每公顷产值高6.19%~58.11%。因此,玉米为6万株·hm<sup>-2</sup>、大豆为9.9万株·hm<sup>-2</sup>的复合群体密度搭配,实现了玉米套作大豆模式下玉米大豆两季作物双双高产高效,为玉米套作大豆模式最优复合群体配置。

表 1 玉米套作大豆模式条件下不同密度配置对复合群体产量和效益的影响

Table 1 Influence of planting density on yield and economic return of compound population under maize intercropping of with soybean

处理 Treatment	小区产量 Plot yield/kg						公顷产量 Caculated yield/kg·hm <sup>-2</sup>			复合群体每公顷产值 Output value/yuan·hm <sup>-2</sup>		
	I		II		III							
	玉米	大豆	玉米	大豆	玉米	大豆	玉米	大豆	合计	玉米	大豆	合计
	Corn	Soybean	Corn	Soybean	Corn	Soybean	Corn	Soybean	Total	Corn	Soybean	Total
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2.83	0.52	2.76	0.46	2.71	0.49	6916.5	1225.5	8142.0	15907.5	5392.5	21300.0
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2.74	0.56	2.79	0.63	2.81	0.68	6951.0	1558.5	8509.5	15987.0	6858.0	22845.0
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	2.80	1.04	2.73	1.12	2.74	0.96	6892.5	2599.5	9492.0	15853.5	11437.5	27291.0
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	2.81	0.74	2.83	0.78	2.76	0.94	7000.5	2046.0	9046.5	16101.0	9003.0	25104.0
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3.12	0.48	3.29	0.54	3.37	0.43	8151.0	1209.0	9360.0	18747.0	5319.0	24066.0
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	3.40	0.61	3.18	0.58	3.34	0.66	8268.0	1542.0	9810.0	19017.0	6784.5	25801.5
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	3.29	1.08	3.36	1.16	3.45	0.95	8416.5	2658.0	11074.5	19357.5	11695.5	31053.0
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	3.38	0.83	3.19	0.75	3.41	0.92	8317.5	2083.5	10401.0	19131.0	9168.0	28299.0
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3.94	0.52	3.81	0.46	3.84	0.55	9658.5	1275.0	10933.5	22213.5	5610.0	27823.5
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	3.72	0.51	3.94	0.56	3.82	0.64	9567.0	1425.0	10992.0	22003.5	6270.0	28273.5
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	3.96	1.01	3.87	1.12	3.79	0.98	9684.0	2592.0	12276.0	22273.5	11404.5	33678.0
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	3.84	0.76	3.93	0.87	3.88	0.93	9708.0	2133.0	11841.0	22329.0	9385.5	31714.5

玉米按当地全年市场平均价 2.3 元·kg<sup>-1</sup> 计;大豆按当地全年市场平均价 4.4 元·kg<sup>-1</sup>。

The maize price which was established according to local average price in a year was 2.3 Yuan·kg<sup>-1</sup>. The soybean price which was established according to local average price in a year was 4.4 Yuan·kg<sup>-1</sup>.

### 3 结 论

不同带宽对玉米套作大豆模式下复合群体的产量、效益影响差异大,其中以 A<sub>3</sub> (40 : 160 cm) 带宽比处理的复合群体产量、产值及效益最高,实现了玉米套作大豆双双高产高效,为玉米套作大豆模式最优带宽配置。

在“双三〇玉/豆”(玉-豆带宽比 40 : 160 cm) 模式下,南豆 12 套种于早熟和中熟玉米最适宜播期是 6 月 18 日,南豆 12 套种于迟熟玉米最适宜播期是 6 月 26 日。玉米套作大豆适当推迟大豆播种期,既可以缩短玉豆共生期,减轻玉米对大豆的荫蔽,同时也可以有效防止大豆弱苗倒伏、旺长徒长,确保玉米套作大豆高产稳产。套作大豆适宜播种期以玉豆共生期控制在 42 d 以内为宜。

玉米套作大豆模式下不同密度配置对玉豆复合群体的产量和效益影响很大,其中玉米 6 万

株·hm<sup>-2</sup>、大豆 9.9 万株·hm<sup>-2</sup> 密度搭配,可以实现玉米大豆两季作物双双高产高效,为最优玉豆复合群体配置。

### 参考文献

- [1] 张明荣,吴海英. 四川间套作大豆生产现状与发展分析[J]. 中国种业,2009(10):16-17. (Zhang M R, Wu H Y. Analysis on production situation and development of intercropping soybean in Sichuan[J]. China Seed Industry, 2009(10):16-17.)
- [2] 周新安,年海,杨文钰,等. 南方间套作大豆生产发展的现状与对策(Ⅱ)[J]. 大豆科技,2010(4):1-3. (Zhou X A, Nian H, Yang W Y, et al. Status and countermeasures of soybean production and developing intercropping with other crops in south China(Ⅱ) [J]. Soybean Science and Technology, 2010(4):1-3.)
- [3] 张明荣,吴海英,吴迅,等. 四川大豆主产区产业现状、存在的问题及发展对策[J]. 大豆科技,2009(5):6-8. (Zhang M R, Wu H Y, Wu H, et al. Status, existing problems and development of countermeasures of major soybean producing areas in Sichuan [J]. Soybean Science and Technology, 2009(5):6-8.)